



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LOS PRODUCTORES DE MORA, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

MARICELA ALEXANDRA ORMAZA MOLINA

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA

Riobamba – Ecuador

Junio -2022

©2022, Maricela Alexandra Ormaza Molina

Se autoriza la reproducción parcial o total de este documento de investigación, con objetivos académicos, utilizando cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento de investigación, siempre y cuando se respete el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado “OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LOS PRODUCTORES DE MORA, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de responsabilidad de la Sra. Maricela Alexandra Ormaza Molina ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, Ph. D.

PRESIDENTE



Ing. Víctor Hugo Barrera Mosquera, Ph. D.

DIRECTOR

Econ. Carlos Edison Zambrano, Ph. D.

MIEMBRO

Ing. Luis Orlando Escudero López, M.Sc.

MIEMBRO

Riobamba, junio -2022

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, **Maricela Alexandra Ormaza Molina**, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



MARICELA ALEXANDRA ORMAZA MOLINA

No. CÉDULA: 1205111972

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Maricela Alexandra Ormaza Molina, declaro que el presente proyecto de investigación es de mi autoría, y que los resultados obtenidos, genuinos y originales. Las referencias y los textos que son procedencia de otras fuentes se encuentran debidamente citados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de investigación.



MARICELA ALEXANDRA ORMAZA MOLINA

No. CÉDULA: 1205111972

DEDICATORIA

A Dios por haberme acompañado y guiado por el sendero del saber, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A mi esposo Pedro, por ser pilar fundamental en mi vida, por el apoyo permanente, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mi adorado hijo Steban Aarón, por los instantes en que no pudimos estar juntos, porque has sido mi fortaleza en los momentos más difíciles y el motivo de inspiración para seguir adelante y cumplir esta meta anhelada.

A mi madre Carmen Nathalia, por los valores inculcados en el transcurso de mi vida. ¡El esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación...!!

Alexandra

AGRADECIMIENTO

De manera especial a los señores agricultores de mora de Sarahuasi - Chugchilán – Sigchos- provincia de Cotopaxi, que conformaron la zona de estudio. Los llevo en mi corazón....!!!!

A mi familia que con su ejemplo y tesón hicieron posible este logro, a mi esposo por fortalecer con sus opiniones mi vida y mi trabajo profesional.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen el Departamento de Economía Agrícola y Cambio Climático de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitir realizar todo el proceso investigación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera particular al Instituto de Posgrado y Educación Continua, a todos los docentes que supieron compartir su intelecto con sapiencia que fue la base fundamental para formarme como profesional.

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Víctor Barrera, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

Agradezco de manera especial al Dr. Carlos Zambrano, quien, con sus conocimientos y su gran trayectoria en el campo de Economía Agrícola, aportó con la culminación del presente trabajo de investigación.

Agradezco de manera especial al Ing. Luis Escudero, Miembro de Tribunal de Tesis, que contribuyó al desarrollo del presente trabajo con ahínco y dedicación.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración, del Mgs. Carlos Molina Hidrovo, Director de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, por su apoyo constante.

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.3.3 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	
2. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1 Antecedentes del problema.....	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1 Optimización económica.....	6
2.2.2 Productividad y Sostenibilidad.....	6
2.2.3 Sistema de producción de mora.....	7
2.2.4 Estrategias de producción agrícola en mora.....	8
2.3 Marco Conceptual.....	8
2.3.1 Economía Agrícola.....	8
2.3.2 Estrategia de producción.....	9
2.3.3 Productividad.....	9
2.3.4 Sistemas de producción.....	10
2.3.5 Sostenibilidad.....	10
2.3.6 Comercialización agraria.....	11
2.3.7 Cadena de valor.....	11
2.3.8 Cadena de comercialización.....	11
2.3.9 Métodos de Investigación.....	12

2.3.9.1	<i>Método Deductivo</i>	12
3.3.9.2	<i>Método inductivo</i>	12
2.3.9.3	<i>Método de la modelación</i>	12
2.3.9.4	<i>Población objetivo (Universo)</i>	13
2.3.9.5	<i>Marco muestral</i>	13
2.3.9.6	<i>Unidad de muestreo</i>	13
2.3.9.7	<i>Tamaño de la muestra</i>	14
2.3.9.8	<i>Técnica de recolección de información</i>	15
2.3.9.8.1	<i>La entrevista</i>	15
2.3.9.8.2	<i>La encuesta</i>	15
2.3.9.8.3	<i>El cuestionario</i>	15
2.3.9.9	<i>La Variable en la investigación</i>	16
2.3.10	<i>Análisis Multivariado</i>	16
2.3.10.1	<i>Análisis de conglomerados o clúster</i>	16
2.3.10.2	<i>Análisis de componentes principales</i>	16
2.3.11	<i>Optimización de los sistemas de producción</i>	17
2.3.12	<i>Programación lineal</i>	17
2.3.13	<i>Método simplex</i>	18
2.3.14	<i>La función lineal objetivo</i>	18
2.3.15	<i>Restricciones de recursos</i>	18
2.3.15	<i>LINDO (Linear, Interactive, Describe, Optimizer)</i>	19
 CAPÍTULO III		
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1	Características generales de la zona	20
3.2	Materiales	21
3.3	Metodología	21
3.3.1	<i>Estadística descriptiva</i>	21
3.3.2	<i>Análisis multivariado</i>	24
3.3.2.1	<i>Análisis de Componentes Principales (ACP)</i>	24
3.3.2.2	<i>Análisis de clúster o conglomerados</i>	25
3.3.3	<i>Metodología para la maximización de los sistemas de producción</i>	26
3.3.3.1	<i>Programación lineal</i>	26

3.3.3.2	<i>Información básica utilizada</i>	27
3.3.3.3	<i>Los procesos de producción.....</i>	27
3.3.3.4	<i>Variables utilizadas</i>	27
3.3.3.5	<i>La función lineal objetivo</i>	29
3.3.3.6	<i>Coeficientes técnicos.....</i>	29
3.3.3.7	<i>Restricciones.....</i>	31
CAPÍTULO IV.....		35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1	Características generales de los productores y del cultivo de mora	35
4.2	Estrategias para optimizar los sistemas de producción de mora.....	43
4.2.1	<i>Análisis de Componentes Principales.....</i>	43
4.2.2	<i>Análisis de los grupos de agricultores.....</i>	46
4.2.3	<i>Confiableidad de la diferencia entre grupos.....</i>	47
4.3	Estrategias de los medios de vida de los grupos establecidos	48
4.3.1	<i>Grupo 1. Hogares con mayor superficie, más créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios minoristas y transportistas</i>	
	<i>.....</i>	50
4.3.2	<i>Grupo 2. Hogares con menor superficie, menos créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios transportistas</i>	
	<i>.....</i>	51
4.4.	Resultados de la optimización de productores de mora en el cantón Sigchos.....	52
4.4.1	<i>Maximización de beneficios para el Modelo Original.....</i>	54
4.4.2	<i>Maximización de beneficios con prácticas de cultivo mejoradas por el INIAP.....</i>	55
4.2.3	<i>Maximización de los beneficios de los sistemas de producción de mora en el cantón Sigchos ante nuevas condiciones creadas.....</i>	59
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	63

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-3	Estadísticas descriptivas de las variables usadas en la tipificación de los hogares productores de mora. provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.....	22
Tabla 1-4	Productores de mora encuestados en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	34
Tabla 2-4	Variables socioeconómicas que identifican a los productores de mora. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	39
Tabla 3-4	Principales problemas en la producción de mora. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	40
Tabla 4-4	Actividades que realiza el miembro del hogar, relacionadas con el cultivo de mora. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	41
Tabla 5-4	Comunalidad, varianza y porcentaje de la varianza explicada por los factores encontrados en el Análisis de Componentes Principales. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	43
Tabla 6-4	Matriz de componentes principales o factores extraídos de las 21 variables seleccionadas. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	44
Tabla 7-4	Análisis de conglomerados del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.....	46
Tabla 8-4	Estadísticas que definen los modelos de hogares que producen mora en el cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.....	46
Tabla 9-4	Promedios de las variables que caracterizan los grupos de hogares productores de mora en la provincia de Cotopaxi, 2019.....	48
Tabla 10.4	Maximización de los beneficios económicos de los sistemas de producción del cultivo de mora en dos ciclos de producción, según el modelo original. cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.....	52

Tabla 11-4	Maximización de los beneficios económicos de los sistemas de producción del cultivo de mora en dos ciclos de producción, con prácticas mejoradas por el INIAP. Cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.....	56
Tabla 12-4	Maximización de los beneficios en el sistema de producción de mora ante nuevos escenarios para los productores del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.....	59

RESUMEN

El objeto de la presente investigación, fue proponer la optimización económica de los sistemas de producción de mora en la provincia de Cotopaxi para el mejoramiento de la productividad y sostenibilidad. En la caracterización se evidenciaron que existen dos tipos de productores de mora que se diferencian entre sí. Principalmente, por las variables jefe del hogar, precio de la mora, venta al intermediario mayorista, transportista y venta al intermediario minorista, años que ha estado vendiendo al intermediario mayorista y el minorista. En la provincia de Cotopaxi, el cultivo y comercialización de mora es una estrategia de supervivencia importante para un gran número de pequeños agricultores, quienes usan prácticas de producción tradicionales y están comprometidas en el proceso de post-cosecha básico. Se utilizó un modelo para desarrollar alternativas que optimicen económicamente los sistemas de producción de mora de la provincia de Cotopaxi, para lo cual se utilizó información de 66 encuestas, que sirvieron de base para aplicar un modelo de programación lineal. Los productores maximizan sus beneficios de 1661 USD año⁻¹ en el ciclo de implementación y mantenimiento, en 5700 USD año⁻¹ en el ciclo de mantenimiento (productividad). En el caso del primer ciclo, cuando el precio se incrementó de 0.95 USD a 1.19 USD y de 0.95 USD a 0.71 USD, los beneficios se incrementaron y se disminuyeron en un 41%, respectivamente. Para el caso del segundo ciclo, cuando el precio se incrementó de 0.95 USD a 1.19 USD los beneficios se incrementaron en un 109%; en cambio, cuando el precio disminuyó de 0.95 USD a 0.71 USD los beneficios disminuyeron en un 104%. Los resultados indican que las tecnologías generadas por el INIAP, son alternativas económicamente viables y sostenibles para mejorar los ingresos de los productores, por lo que se recomienda implementarlas en campo.

Palabras clave:

ANÁLISIS MULTIVARIADO, COMERCIALIZACIÓN, MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS, PRODUCCIÓN PROGRAMACIÓN LINEAL, RESTRICCIONES, VARIABLES.

**LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2022.02.10 12:08:29
-05'00'



0011-DBRA-UPT-IPEC-
2022

ABSTRACT

The purpose of this research was to propose the economic optimization of blackberry production systems in the province of Cotopaxi to improve productivity and sustainability. The characterization showed that there are two types of blackberry producers that differ from each other. Mainly, by the variables head of the household, price of default, sale to the wholesale intermediary, carrier and sale to the retail intermediary, years that he has been selling to the wholesale intermediary and the retailer. In the province of Cotopaxi, blackberry cultivation and marketing is an important survival strategy for a large number of small farmers, who use traditional production practices and are engaged in the basic post-harvest process. A model was used to develop alternatives that economically optimize the blackberry production systems in the province of Cotopaxi, for which information from 66 surveys was used, which served as the basis for applying a linear programming model. Producers maximize their profits from \$ 1,661 USD yr-1 in the implementation and maintenance cycle, to \$ 5,700 USD yr-1 in the maintenance (productivity) cycle. In the case of the first cycle, when the price increased from \$ 0.95 USD to \$ 1.19 USD and from \$ 0.95 USD to \$ 0.71 USD, profits increased and decreased by 41%, respectively. In the case of the second cycle, when the price increased from 0.95 USD to 1.19 USD, the benefits increased by 109%; on the other hand, when the price decreased from \$ 0.95 USD to \$ 0.71 USD, profits decreased by 104%. The results indicate that the technologies generated by INIAP are economically viable and sustainable alternatives to improve the income of producers, so it is recommended to implement them in the field.

Keywords:

MULTIVARIATE ANALYSIS, MARKETING, PROFIT MAXIMIZATION, PRODUCTION LINEAR PROGRAMMING, RESTRICTIONS, VARIABLES.



Firmado digitalmente
por WASHINGTON GUSTAVO
MADERO OROZCO
DN: cn=WASHINGTON GUSTAVO
MADERO OROZCO o=ECUADOR
o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION ECIBE
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicaci3n:
Fecha: 2022-02-03 13:01:05-00

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La mora de castilla *Rubus glaucus*, perteneciente a la familia *rosáceae*, es originaria de las zonas altas tropicales de América, principalmente de Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies del reino vegetal, comprende cerca de 300 especies que se encuentran en todo el mundo, excepto en las zonas desérticas (Roveda *et al.*, 2008).

En Ecuador, las estadísticas del cultivo de la mora no están actualizadas, la última información corresponde al Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2001 y la información de estudios puntuales y de proyecciones realizadas por instituciones públicas y privadas. Proyecciones del INEC (2013) indican que la superficie ocupada por el cultivo de mora es de 5247 ha y el rendimiento promedio de 2.59 t ha⁻¹.

De acuerdo a Barrera *et al.* (2017), se muestran las estadísticas proporcionadas por los funcionarios del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), que trabajan en campo de productores de mora a nivel de Ecuador, mismas que indican que al año 2015, los productores involucrados en mora ascendían a 5294, la superficie dedicada a mora alcanzaba a 5048 ha, con una producción por año de 34209 t, alcanzando un rendimiento de 6.80 t ha⁻¹ (Barrera *et al.*, 2017). Los valores de producción reportados para este cultivo muestran que la oferta a nivel nacional de mora no alcanzaría a cubrir la demanda de mora del país, 40880 t año⁻¹, donde el consumo por familia es de 14.6 kg año⁻¹ (Barrera *et al.*, 2017).

Los escasos estudios acerca del cultivo de mora en Ecuador y los trabajos conducidos por Barrera *et al.* (2017) y Herforth *et al.* (2015), concluyen que la producción y comercialización de la mora es una estrategia de vida de los pequeños productores, quienes usan prácticas de producción tradicional, están comprometidos en el proceso de post-cosecha rudimentario; y tienen acceso limitado para realizar comercialización, puesto que los intermediarios dominan la

cadena de comercialización, la calidad no es compensada en los mercados desorganizados y muchos de los productores no están capacitados para potencializar su producción e incrementar el valor agregado, que en la actualidad está limitado por las instituciones que no han desarrollado normativas INEN.

Según Barrera *et al.* (2017), en la provincia de Cotopaxi, los productores de mora ascienden a 900, la superficie dedicada a mora alcanza a 1082 ha, con una producción por año de 6817 t, alcanzando un rendimiento de 6.30 t ha⁻¹. En la provincia de Cotopaxi, el 80% de la producción de mora es acopiado por los intermediarios transportistas, el 15% de la producción se destina a la industria y el 5% de la producción se comercializa en los mercados locales de Sarahuasi, Galápagos, Guarumal, La Esperanza y la Maná.

El cultivo de mora, con cada día que pasa, afronta nuevos retos, exige capacidad competitiva en base a calidad, rendimiento, inocuidad y cuidado del medio ambiente. Los agricultores de mora, dedican esfuerzos y recursos para cosechar sus productos y son los que obtienen las ganancias más bajas de toda la cadena de valor y finalmente se sienten desmotivados con los bajos ingresos que perciben por sus productos.

1.2. Justificación

En la práctica, los problemas de productividad de los sistemas de producción de mora de la provincia de Cotopaxi conducen a una mala toma de decisiones para la maximización de los beneficios o la reducción de los costos en consideración a un determinado número de restricciones.

Por lo anteriormente mencionado, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con el apoyo de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), han visto la necesidad de realizar un estudio que permita contribuir al mejoramiento socio-económico y ambiental de los sistemas de producción de la provincia de Cotopaxi que producen mora, a través del empleo de modelos de optimización económica.

Considerando las potencialidades y limitantes de las actividades que realizan los productores de mora en la provincia de Cotopaxi, se podrá diseñar estrategias de investigación y desarrollo que maximicen los beneficios de estos sistemas de producción, sin perturbar el medio ambiente, a través de las alternativas que promueve el INIAP en la producción del cultivo de la mora.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Optimizar económicamente los sistemas de producción de mora, en la provincia de Cotopaxi para el mejoramiento de la productividad y sostenibilidad.

1.3.2. Específicos

- Tipificar los sistemas de producción de mora como herramienta básica para la optimización.
- Determinar los procesos básicos y los coeficientes técnicos para cada variable que forma parte de los sistemas de producción de mora.
- Maximizar los sistemas de producción de mora convencionales a través de modelos de optimización económica.
- Proponer nuevas alternativas de optimización de los sistemas de producción de mora.

1.3.3. Hipótesis

Los productores de mora logran optimizar los niveles de productividad para mejorar la productividad y sostenibilidad en la provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del problema

La mora es uno de los cultivos no tradicionales que tiene gran importancia para la economía de los hogares que cultivan esta fruta. Sin embargo, las estadísticas alrededor del cultivo de la mora no están actualizadas, solo se cuenta con las estadísticas del Tercer Censo Nacional Agropecuario del 2001.

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censo “INEC” (2013), se puede indicar que la superficie ocupada por el cultivo de mora es de 5247 ha y el rendimiento promedio de 2.59 t/ha.

Teniendo como principales limitantes para su cultivo el clima, sanidad del cultivo y la comercialización que han provocado que muchos de los agricultores no cuenten con los recursos económicos necesarios y se hayan limitado a producir en pequeñas cantidades y otros incluso hayan dejado de producir. En la actualidad existe una recuperación importante en la producción de este rubro, donde se puede evidenciar que para el 2015 la superficie cultivada a nivel nacional sobrepasa las 5048 has donde se han involucrado a 5294 productores, con rendimientos de mora de 6.80 t/ha.

En el caso de Cotopaxi existen 900 productores con 1082 has cultivadas con mora con rendimientos anuales de 6.3 t/ha (Barrera *et al.*, 2017). En estudios de optimización de los sistemas de producción de cultivos de la subcuenca del río Chimbo, se puede ver que los sistemas de producción de los agricultores optimizados ayudaron a mejorar los ingresos de las familias y manejar adecuadamente los recursos naturales (Barrera, 2007). Con esta experiencia, lo que se pretende es utilizar estas herramientas de tipificación y optimización que mejoren los sistemas de producción del cultivo de mora en la provincia de Cotopaxi.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Optimización económica

De acuerdo a Meneu, *et al*, 1999, la optimización económica trata los problemas de optimización, estableciendo así, los procedimientos constructivos de resolución que provean la mejor respuesta con los datos disponibles considerando las restricciones pertinentes.

El problema de la optimización consiste en elegir, sobre la base de un criterio determinado, la mejor alternativa factible. Económicamente tales problemas se engloban dentro de las categorías de maximización de objetivos (por ejemplo, maximizar el ingreso neto de la finca, maximizar la tasa de crecimiento del cultivo de mora, etc), pero también se pueden incluir problemas de minimización (por ejemplo, minimizar los costos de producción, minimizar las pérdidas por mortalidad de plantas (factor clima: heladas), etc. (Iciarte, 2015).

2.2.2. *Productividad y sostenibilidad*

Según las hipótesis de la economía neoclásica, la productividad se evalúa según los factores de producción capital y trabajo únicamente, ignorando la cantidad de recurso natural empleado. Esto es consecuencia de la época en que el modelo fue ideado, en la que no se conocían límites a la explotación de estos recursos. Sin embargo, hoy en día la situación ha evolucionado mucho y sabemos que cada vez estamos más cerca del agotamiento de las energías fósiles y diversas materias primas. Así, cuando la productividad aumenta, en general, para una misma cantidad de capital y de trabajo, la cantidad de recurso natural empleado aumenta. Esto se traduce en un efecto negativo en términos de sostenibilidad, excepto si los recursos proceden del reciclaje (IICA, 2015).

La productividad agrícola sustentable, se entiende el resultado que se obtiene en la agricultura del comportamiento de los factores totales de la producción (es decir, la productividad total de los factores, PTF). Utilizar ese criterio permite comprender cuál es el resultado de todos los factores (tierra, trabajo, capital y otros insumos materiales) que se usan en los procesos productivos y la relación que guardan con la producción agrícola total obtenida en un determinado período. PTF es un mejor indicador de sustentabilidad, que cualquier factor aislado, como sería el rendimiento por hectárea, ya que PTF provee una mejor estimación sobre si las ganancias en producción son causadas por el uso de más insumos o por que se mejora su eficiencia. Por ejemplo, mientras el rendimiento en crecimiento puede ser el resultado de la adición de fertilizantes, mejoras en la fuerza de trabajo o uso de más capital, PTF solo crecería si el uso adicional de estos insumos causó un aumento en la producción que fue mayor al costo de los insumos utilizados. Como resultado PTF provee una mejor evaluación del éxito en producir más con menos-menos tierra, menos uso de insumos químicos, menos fuerza de trabajo

y menos maquinaria. El crecimiento de la PTF es reconocido como la mejor medida para reducir el impacto de las externalidades ambientales por la agricultura (IICA, 2015).

2.2.3. *Sistemas de producción de mora*

Los sistemas de producción son una combinación de diversos subsistemas; los de cultivo, definidos a nivel de las parcelas explotadas de manera homogénea, con las mismas tecnologías y sucesiones de siembras; en este sentido se distinguen varios sistemas agrícolas dentro de un proceso productivo; los de crianza, definidos a nivel de hatos o rebaños de animales; los de transformación de los productos agropecuarios; transformación de cereales, fabricación de quesos, etc.; y, las actividades no agrícolas (Apollin, *et al* 1999). El sistema de autosubsistencia es conocido como producción familiar ya que son ellos los que aprovechan sus recursos productivos (Palacios y Barrientos, 2014).

La producción de mora de castilla es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado (Bello, 2006).

2.2.4. *Estrategias de producción agrícola en mora*

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través de la Coordinación de la Zona 3 y la Dirección Provincial Agropecuaria de Cotopaxi, implementó la estrategia denominada “Hombro a Hombro”, con el propósito de que los técnicos atiendan de forma oportuna y sin pérdida de tiempo, las necesidades de ganaderos y agricultores que habitan en las diferentes parroquias de la provincia y para garantizar la soberanía alimentaria y el buen vivir en toda la provincia, la misma que consiste en:

Los técnicos permanecerán en campo, para conocer la realidad de los campesinos y proporcionar asistencia técnica, impartir capacitación, asesorar y agilizar los procesos y trámites en sus propias jurisdicciones, con el fin de mejorar la calidad de vida de los agricultores.

En cada parroquia se abrirá una unidad de asistencia, en la que atenderá un ingeniero agrónomo y un médico veterinario, quienes trabajarán de manera coordinada con los campesinos.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Economía Agrícola

Recompenza y Angarica (2015), definen a la economía agrícola, como una ciencia social aplicada que estudia como la sociedad elige usar el conocimiento técnico y los recursos productivos escasos, como la tierra, el trabajo y el capital y la capacidad administrativa para producir alimentos y fibras y distribuirlos para el consumo de los miembros de la sociedad. De igual modo que la Economía Agrícola procura descubrir las relaciones de causa y efecto y utiliza el método científico de la teoría económica para encontrar respuesta a los problemas de la agricultura.

La economía agrícola es una ciencia social aplicada al sector agrícola (primario) del país, con el propósito de identificar los problemas del sistema económico, la asignación de recursos escasos y plantear teorías y modelos para solucionar el funcionamiento socio-económico que permitan a los tomadores de decisiones a mejorar el desarrollo local (Corrales, *et al*, 2016)

2.3.2. Estrategia de producción

El término estrategia procede de la palabra griega “strategos”, formada por estratos, que significa ejército y ag, que significa dirigir; sin embargo, este no aparece en el contexto económico y académico. Según Quinn (1993), en el campo de la administración, una estrategia “es el patrón o plan que integra las principales metas y políticas de una organización y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar”. También, se identifica como “el arte de crear y proyectar planes para alcanzar una meta concreta”.

2.3.3. Productividad

Uno de los conceptos más relevantes en el análisis de los procesos económicos en la actualidad es el que se refiere a la productividad ya que éste es central para el crecimiento económico de los países, la competitividad, y por ende en el bienestar social. Pero entonces ¿Qué es la productividad? Existen diferentes definiciones en torno a este concepto. Sin embargo, en términos generales y tradicionales, *la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios* (Da Rocha y Martínez, 2016).

Las críticas a esta visión tradicional plantean que no sólo se trata de producir más, sino, principalmente, de producir mejor, es decir, *se trata de hacer bien las cosas, al menor costo posible, con la mayor calidad posible y con el mayor nivel de satisfacción de clientes y de trabajadores. La productividad de un trabajador depende no sólo de su propio esfuerzo, sino también de las circunstancias bajo las cuales desempeña su trabajo.* Más aún, estas circunstancias externas tampoco dependen sólo de la empresa donde el trabajador se desempeña, sino de las circunstancias en las que se desarrolla la actividad. Los empleadores le suelen llamar “condicionantes macro” o el “clima” de negocios del país (Da Rocha y Martínez, 2016)

2.3.4. *Sistemas de producción*

Es la forma en que el productor organiza la utilización de sus recursos en función de sus objetivos y necesidades, condicionado por factores externos de carácter socioeconómico y ecológico. Un sistema de producción puede ser entonces, una combinación de sistemas de cultivos y sistemas pecuarios simples, conducidos en los límites autorizados por el aparato de producción de una empresa agropecuaria: fuerza de trabajo, saber-hacer, medios mecánicos, químicos, biológicos y tierra, disponibles en la unidad de producción considerada (Verdezoto y Viera, 2018).

La estructura del sistema está dada por las características cuantitativas y cualitativas de sus componentes y de las interacciones entre ellos. La forma en que los insumos o entradas son procesados por el sistema para obtener los productos o salidas, determina el funcionamiento del sistema (Fresco, 1994, citado por S. Dogliotti, 2007).

Un sistema de producción agropecuario es un conjunto de actividades que un grupo humano (los pequeños productores) organiza, dirige y realiza de acuerdo con sus objetivos, cultura y recursos, utilizando distintas prácticas tecnológicas, en respuesta al medio físico, para obtener diferentes producciones agrícolas. Un sistema también se concibe como la forma como se combinan, en el tiempo y en el espacio, los factores de producción (tierra, capital, trabajo, gestión) que el hombre administra para satisfacer sus objetivos socioeconómicos (Duarte, Ríos y Silva, s.f.).

2.3.5. *Sostenibilidad*

La *sostenibilidad* se refiere a la durabilidad de los sistemas de producción, a su capacidad para mantenerse en el tiempo. A su vez, se refiere al mantenimiento de la productividad de los recursos empleados, frente a situaciones de choque o tensión –en este caso, nos referimos a los recursos naturales renovables, utilizados para la producción agropecuaria y a otros insumos necesarios para la producción.

La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

2.3.6. Comercialización agraria

Es el “conjunto de funciones que se desarrollan desde que el producto sale del establecimiento de un productor hasta que llega al consumidor”, a través de un mercado determinado. Es un mecanismo de coordinación para las transferencias e intercambios que realizan los diferentes agentes que participan en una cadena productiva (IICA, 2018).

2.3.7. Cadena de valor

Una Cadena de Valor es un sistema constituido por actores interrelacionados y por una sucesión de operaciones de producción, transformación y comercialización de un producto o grupo de productos en un entorno determinado. En una Cadena de Valor, intervienen varios actores que desarrollan actividades y relaciones entre ellos para llevar un producto hasta los consumidores. Algunos actores intervienen directamente en la producción, transformación y venta del producto y otros se dedican a brindar servicios. Este conjunto de actores está sometido a la influencia del entorno, representado por varios elementos como las condiciones ambientales, económicas o políticas (BID, 2011).

2.3.8. Cadena de comercialización

Conjunto de intermediarios que intervienen en la comercialización de un bien, desde el productor hasta el consumidor. Según las características físicas y económicas de los bienes, ésta puede variar de un modo bastante pronunciado: así la comercialización de un libro, que pasa por la intervención de un editor, un distribuidor y las librerías, es diferente por completo a la de los productos agrícolas perecederos o a la de los bienes inmuebles (Garcés, 2015).

2.3.9. Métodos de Investigación

Se puede conceptualizar al método, como el camino trazado por medio de reglas y procedimientos, que conduce a un fin. Supone un orden lógico de pasos para llegar correctamente a la meta. Los métodos de investigación son aquellos que conducen al logro de conocimientos. Los métodos de sistematización son los que ordenan los conocimientos que ya se poseen. Para realizar una investigación se debe saber todo sobre los tipos de métodos y técnicas que puedan ayudar a conseguir sus metas (Gómez, 2006).

2.3.9.1. Método Deductivo

Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de la vinculación de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble: a. Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación b. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos la formula para calcular la velocidad, podremos calcular entonces la velocidad de un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones (Behar, 2008).

2.3.9.2. Método inductivo

El método inductivo crea leyes a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización del comportamiento observado; en realidad, lo que realiza es una especie de generalización, sin que por medio de la lógica pueda conseguir una demostración de las citadas leyes o conjunto de conclusiones (Behar, 2008).

2.3.9.3. Método de la modelación

El método teórico de la modelación es muy empleado en el desarrollo del conocimiento científico, ya que este no es una reproducción exacta de la realidad, sino una comprensión mediatizada por el hombre, y como tal, responde a cierta representación mental de la realidad, es el modelo que el hombre crea para explicarse el mundo. El modelo, como sustituto del objeto real, permite en ocasiones: explicar rasgos y particularidades con más facilidad que con el objeto real, ya que al modelo solo van aquellos atributos fundamentales del objeto. La modelación es el método que se basa en la creación, mediante abstracciones, de un ente que se

corresponde con el objeto en los rasgos esenciales que se estudian, por ello, porta la unidad de lo objetivo y lo subjetivo y de lo concreto y lo abstracto (Álvarez, 1993).

2.3.9.4. Población objetivo (Universo)

La población objetivo se define desde los objetivos del estudio y puede serlo en términos geográficos (una localidad, un municipio, un distrito, una provincia, un país o cualquier otra categoría intermedia) o en términos sectoriales (la población urbana, las industrias de cerámica, los productores de mora). También se debe dar límites temporales a la definición del universo, porque su composición y características pueden cambiar con el correr del tiempo. Se recomienda que el universo tenga límites espaciales coincidentes con las agrupaciones estándares, de uso común, u oficiales de cada país (políticas, administrativas, naturales, etc.), para que sea posible estimar sus dimensiones a partir de bases de información ya existentes (FAO, 2010).

2.3.9.5. Marco muestral

El marco muestral es la información que ubica y dimensiona al universo y puede consistir de censos de vivienda y mapas agrupados por localidades, barrios, repartos, etc.; mapas de producción de mora o usos del suelo; listados de viviendas en localidades pequeñas, etc. (FAO, 2010).

2.3.9.6. Unidad de muestreo

Un concepto básico en la teoría del muestreo, que debe definirse claramente para construir el marco muestral, es la *unidad de muestreo*, que es la unidad mínima de observación de la que se obtendrá información de las variables útiles. Por convención estadística, se usará "N" para referirnos al número de unidades de muestreo que integran el Universo y "n" para el número de unidades de muestreo en la muestra. Las unidades de muestreo deben ser definidas de acuerdo a los objetivos de los estudios (FAO, 2010).

2.3.9.7. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra debe definirse independientemente para cada universo, en función de tres factores: la variabilidad de la variable numérica más importante, el nivel de confianza fijado y el nivel de error aceptable. Esto se resume en la siguiente fórmula:

$$n_0 = (s^2 \cdot t_{\alpha}^2) / e^2 \text{ en términos de varianza y error absoluto}$$

dónde:

n_0 = tamaño de la muestra

s^2 = varianza de la muestra

$t^2_{\alpha?}$ = valor crítico de distribución t de Student, con un nivel de significancia α y ν grados de libertad

e = error aceptable

La varianza (s^2) o el coeficiente de variación (**cv**) indican el grado de heterogeneidad u homogeneidad de la variable de interés en la muestra y se los calcula con los datos de una muestra preliminar o de algún estudio previo (FAO, 2010).

El error aceptable (e) se refiere a la diferencia que se permite entre la media de la muestra y la media del universo. Se fija de acuerdo al conocimiento previo que se tiene del fenómeno y es aconsejable que se encuentre entre el 10% y el 20%, lo cual puede expresarse también en valores absolutos con las unidades de medición de la variable en cuestión (FAO, 2010).

El valor crítico de t se obtiene de tablas en libros de estadística, definiéndose primero el nivel de significancia (α) o su complemento, el nivel de confianza ($1-\alpha$). Para este tipo de estudios es suficiente con un nivel de confianza de 0.95, que equivale a $\alpha = 0.05$. Además, se debe fijar preliminarmente un número de casos de la muestra (n) para definir los grados de libertad ($\nu = n - 1$). Estos dos valores son los datos de entrada de las tablas de t (FAO, 2010).

2.3.9.8. Técnica de recolección de información

La recolección de información, es la actividad especial para recoger, procesar o analizar datos, que se realiza con determinada orientación y con el apoyo de ciertas técnicas e instrumentos. La técnica de recolección de información que se utilice está estrechamente ligada a las etapas empíricas de la actividad científico - investigativa.

Existen diversas técnicas que posibilitan la recolección de información, entre ellas están: el sondeo, la entrevista, la encuesta y el cuestionario. Ellas serán objeto de análisis a continuación, ya que son de gran aplicación en investigaciones de carácter pedagógico (Verdejo, 2003).

2.3.9.8.1. La entrevista

La entrevista, desde el punto de vista del método, es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de esas informaciones. Por razones obvias sólo se emplea, salvo raras excepciones, en las ciencias humanas (Behar, 2008).

2.3.9.8.2. La encuesta

La encuesta recoge información de una porción de la población de interés, dependiendo el tamaño de la muestra en el propósito del estudio. La información es recogida usando procedimientos estandarizados de manera que a cada individuo se le hacen las mismas preguntas en más o menos la misma manera. La intención de la encuesta no es describir los individuos particulares quienes, por azar, son parte de la muestra, sino obtener un perfil compuesto de la población (Behar, 2008).

2.3.9.8.3. El cuestionario

El cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. El contenido de las preguntas de un cuestionario puede ser tan variado como los aspectos que mida. Y básicamente, podemos hablar de dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas (Behar, 2008).

2.3.9.9. La variable en la investigación

Variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación (Hernández *et al.*, 1997). Una variable es toda regularidad que puede ser evaluada y que esté presente en las hipótesis. La variable puede clasificarse en:

- Variable independiente: El valor de verdad que se le da a una hipótesis en relación con la causa, se denomina variable independiente.
- Variable dependiente: Se denomina de esta manera a las hipótesis, cuando su valor de verdad hace referencia no ya a la causa, sino al efecto.
- Variable interviniente: Es aquella cuyo contenido se refiere a un factor que ya no es causa, tampoco efecto, pero sí modifica las condiciones del problema investigado.

2.3.10. Análisis Multivariado

2.3.10.1. Análisis de conglomerados o clúster

Según Uriel y Aldás (2005), el análisis de conglomerados, al que también se denomina comúnmente análisis de clúster. Es una técnica diseñada para clasificar distintas observaciones en grupos de tal forma que cada grupo (conglomerado o clúster) sea homogéneo respecto a las variables utilizadas para caracterizarlos, es decir que, cada observación contenida en él sea parecida a todas las que estén incluidas en ese grupo y que los grupos sean los más distintos posibles unos de otros respecto a las variables consideradas.

2.3.10.2. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales es un procedimiento de estadística multivariada perteneciente al análisis factorial. Su utilidad radica en que permite reducir la dimensión (número de variables) de un problema, a fin de facilitar la interpretación, visualización y el entendimiento de las relaciones entre variable u observaciones. Con esta técnica, se obtienen nuevas variables que son ortogonales entre sí, de tal modo que el primer componente principal explica la mayor cantidad posible de la dispersión restante y así sucesivamente. El análisis de los datos se hace sobre los componentes principales que expliquen la mayor parte de la variabilidad o sobre variables originales que estén relacionadas con los componentes principales. (León- Velarde y Barrera, 2003).

2.3.11. Optimización de los sistemas de producción

Los modelos de optimización, constituyen una herramienta de análisis en el proceso de investigación, con el enfoque/análisis de sistemas. Por medio de la programación lineal, ante distintas situaciones de calidad de recursos y relaciones de precios, se determinan alternativas que maximizan los beneficios, de acuerdo a la información técnico-económica (Holle, 1990).

2.3.12. Programación lineal

La programación lineal es un método de optimización que ayuda a determinar la combinación óptima de recursos para maximizar ganancias o minimizar costos. La función objetivo del modelo es frecuentemente la maximización de ganancias; sin embargo, el objetivo también puede ser el uso óptimo de la mano de obra o la producción de cierta cantidad de alimentos para su autoconsumo y el remanente para la venta (Barrera & Grijalva, 2000).

La programación lineal es una técnica matemática cuyo objetivo es la determinación de soluciones óptimas a los problemas económicos en los que intervienen recursos limitados entre actividades competitivas. Es un método matemático que permite asignar una cantidad fija de recursos a la satisfacción de varias demandas, de tal forma que mientras se optimiza algún objetivo, se satisfacen otras condiciones definidas (Santillán, *et al*, 2013).

2.3.13. Método simplex

Consiste en un algoritmo iterativo que secuencialmente a través de iteraciones se va aproximando al óptimo del problema. La Programación Lineal, hace uso de la propiedad de que la solución óptima de un problema, se encuentra en un vértice o frontera del dominio de puntos factibles (esto último en casos muy especiales), por lo cual, la búsqueda secuencial del algoritmo se basa en la evaluación progresiva de estos vértices hasta encontrar el óptimo (Estrada, 2002).

2.3.14. La función lineal objetivo

Es la ecuación que expresa la cantidad que va a maximizar o minimizar según el objetivo planteado. En forma general, se trata de hallar un valor máximo de una función lineal. Son las metas del sistema o el cómo evaluar al sistema. Una función lineal objetivo se puede plantear de la siguiente manera:

$$\text{MAX (Z)}=C_1 X_1+C_2 X_2+C_3 X_3+\dots+C_n X_n$$

Se acostumbra a utilizar la expresión MAX (Z) para los casos de maximización y MIN (Z) para los de minimización.

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ = Coeficientes de la función objetivo, pueden ser márgenes de beneficios neto esperado para cada proceso de producción, precio, costo unitario, etc.

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ =Variables o incógnitas del problema, lo que se quiere determinar.

2.3.15. Restricciones de recursos

Las restricciones de recursos son condiciones que impiden a la función objetivo tomar valores infinitamente grandes o pequeños. Se refiere a los recursos disponibles en la unidad de producción (Barrera & Grijalva, 2000). Es decir, son las limitantes impuestas al sistema:

$$(a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + \dots + a_{1n} X_n) \leq b_1$$

$$(a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2j} X_j + \dots + a_{2n} X_n) \leq b_2$$

$$(a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{ij} X_j + \dots + a_{in} X_n) \leq b_i$$

$$(a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mj} X_j + \dots + a_{mn} X_n) \leq b_m$$

Sujeta a las restricciones:

$$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0; X_j \geq 0; X_n \geq 0$$

Dónde:

b_m = cantidades de recursos disponibles por los productores

a_{ij} (con i de 1, 2, ... n y con j de 1, 2, ... n) = son las cantidades de recursos requeridos por cada unidad de producto del proceso.

X_n = niveles de los n procesos alternativos de producción a determinar.

2.3.16. LINDO (Linear, Interactive, Descrite, Optimizer)

Lindo es un paquete de software muy popular que resuelve problemas de programación lineal por el método simplex para maximizar los beneficios o minimizar costos. Creado por el Departamento de Nutrición y Economía de la Universidad de Florida, Estados Unidos. El programa LINDO entrega la solución del problema de programación lineal, dando el valor óptimo del valor de la fracción objetivo. Pero además brinda información de la solución del problema y análisis de sensibilidad.

El programa permite trabajar con gran número de variables y restricciones, y por lo tanto solucionar las dificultades planteadas con el método manual cuando las variables se presentan en cantidad superior a veinte. Junto con la solución del problema, el programa también proporciona un análisis común de sensibilidad de los coeficientes de la función objetivo (denominado coeficientes de costos) y los valores de las restricciones (Ramírez, 2002).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales de la zona

El presente estudio se está realizando en el cantón Sigchos, perteneciente a la provincia de Cotopaxi. El cantón Sigchos se encuentra ubicado en el extremo nor-occidental de la provincia de Cotopaxi, a $00^{\circ} 42' 03''$ de latitud sur y a $78^{\circ}53'14''$ de latitud oeste. Colinda con los cantones Latacunga, Pujilí y La Maná de la misma provincia; con el cantón Santo Domingo de los Colorados de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas y con el cantón Mejía de la provincia de Pichincha (GAD SIGCHOS, 2018).



Figura 1. División administrativa cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Sigchos, 2015

El cantón Sigchos fue creado el 21 de Julio de 1992 y su cabecera cantonal es Sigchos. Tiene una extensión de 1266.6 km² y una población de 23236 habitantes aproximadamente. La

temperatura media anual es de 13 °C y una precipitación anual que van entre los 500 a 1000 mm. La parroquia urbana es Sigchos y las parroquias rurales son Chugchillán, Isinliví, Las Pampasy Palo Quemado. En el área rural del cantón se encuentra concentrada un 93.8% de la población de Sigchos. La población femenina alcanza el 50.6%, mientras que la masculina, el 49.4%. El analfabetismo en mujeres se presenta en 37.55% de la población femenina, mientras que en varones es del 24.16%. De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, alcanza el 93,84% de la población total del cantón (GAD SIGCHOS, 2018).

3.2. Materiales

Entre los materiales utilizados se tiene, computador; Programa SPSS, versión 21.00 para Windows; Programa LINDO; Formularios de encuestas de datos generales y agronómicos; Formularios de encuestas de costos de producción; Vehículo; Materiales de oficina; Mapas geográficos; GPS; y bases de datos estadísticas de los diferentes organismos nacionales e internacionales.

3.3. Metodología

3.3.1. Estadística descriptiva

El presente estudio forma parte de la investigación de la cadena de valor de la mora a nivel nacional. Se basa en una muestra de 66 sistemas de producción de mora de la provincia de Cotopaxi, que se obtuvo utilizando la siguiente fórmula (Sukhatme, 1953):

$$n = \frac{\frac{t^2(\alpha)}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{x}_N^2}}{1 + \frac{1}{N} x \frac{t^2(\alpha)}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{x}_N^2}}$$

En donde t es el valor tabular de "t" de Student al 95% (1.96), ε es el error permisible al 4% (0.04), S^2 es la varianza de la superficie con mora (0,13), \bar{X}_N es la media de la superficie de mora (1.39 ha), N es el número de fincas que poseen mora (1367 fincas) y n es el tamaño de la muestra calculado (66 fincas).

El equipo de recolección de datos estuvo compuesto por cinco técnicos del INIAP. De ellos, cuatro estuvieron encargados de entrevistar a los productores de mora usando la modalidad de

entrevistas cara-a-cara. Uno de estos técnicos realizó el papel de supervisor, lo que consistía en revisar las encuestas ya terminadas para determinar si existían errores y unificar criterios.

El formato de los módulos para procesar la información fue realizado por el supervisor de los encuestadores en el programa Excel. Se realizó capacitación a los digitadores para el ingreso al sistema de la información.

Para el efecto, se usó como instrumento de investigación un cuestionario a nivel de productor que estuvo compuesto por variables generales donde recogió los datos demográficos a nivel de la finca; características y composición del hogar a nivel individual (miembro del hogar), nivel de educación, trabajo fuera de la finca; actividades pecuaria, venta de productos de origen animal, características de la finca a nivel de lote, producción de mora, variedades, cantidad cosechada, meses de mayor producción, meses de menor producción, toma de decisiones en cuanto al cultivo a nivel de lote, costos de producción de mora (fertilización, controles fitosanitarios, uso de insecticidas, uso de abonos foliares uso de herbicidas, fertilización orgánica) a nivel del área total de producción de mora, mano de obra utilizada para todas las labores de manejo del cultivo, comercialización del producto a nivel de producción total de mora, control de la calidad de la mora, crédito y acceso a la información; y finalmente, finalmente información acerca de los bienes del hogar. Dado que el jefe del hogar es el principal tomador de decisiones, se analizaron las variables de edad, género, educación para los jefes de hogar solamente.

Para el análisis de la información se utilizó el programa SPSS versión 21.0, con estadísticas descriptivas como frecuencias, promedios, desviación estándar, valores mínimos y valores máximos para cada una de las variables en estudio.

Para definir las estrategias para mejorar la productividad y sostenibilidad, que permitan obtener grupos homogéneos de los sistemas de producción de mora que se diferencien entre sí a nivel del catón Sigchos, se utilizó el método multivariado: análisis de componentes principales y análisis de conglomerados. Para el análisis se utilizaron los datos primarios recogidos a través de una encuesta representativa a 66 productores de mora (Barrera et al., 2017), así como información primaria relacionada con los costos de producción de los sistemas de producción de mora de cada grupo que se establezca en el análisis. El método multivariado permitió agrupar a los sistemas de producción en grupos homogéneos tomando en cuenta variables tales como posesión y uso del suelo, productividad de la mora, mecanismos de comercialización y egresos económicos para la producción de mora (Tabla 1-3).

Tabla 1-3. Estadísticas descriptivas de las variables discriminantes de la tipificación de los hogares productores de mora del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Variables en estudio	\bar{x}	s
V ₁ = Edad del jefe del hogar (años)	40.77	14.28
V ₂ = Escolaridad del jefe de hogar (años)	7.24	4.38
V ₃ = Hogares con jefe de hogar hombres (%)	84.80	
V ₄ = Días en la semana que trabaja en la producción de mora	4.39	1.62
V ₅ = Superficie del lote de mora (ha)	0.86	0.39
V ₆ = Rendimiento de mora (kg ha ⁻¹)	7525	1118.30
V ₇ = Experiencia como productor de mora (años)	19.68	9.48
V ₈ = Superficie que tiene sembrado con mora de castilla (%)	99.70	1.73
V ₉ = Producción de mora en los meses de mayor producción (kg)	4908.20	2522.10
V ₁₀ = Producción de mora en los meses de menor producción (kg)	1915.30	901.03
V ₁₁ = Beneficios netos (\$ ha ⁻¹)	4042.30	1828.00
V ₁₂ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario minorista	19.70	40.08
V ₁₃ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario mayorista	6.06	24.04
V ₁₄ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario transportista	74.24	44.07
V ₁₅ = Años que ha estado vendiendo al intermediario minorista	2.88	7.45
V ₁₆ = Años que ha estado vendiendo al intermediario mayorista	0.48	2.10
V ₁₇ = Años que ha estado vendiendo al intermediario transportista	10.65	8.95
V ₁₈ = Costo del transporte de mora durante todo el año (\$ año ⁻¹)	132.85	60.75
V ₁₉ = Porcentaje de hogares que controlan la calidad de la fruta	1.50	
V ₂₀ = Porcentaje de hogares que cosechan mora en el envase de venta	97.00	

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

Lejos de definir grupos de agricultores usando criterios como la escala de producción, se tomó en cuenta otros factores que podrían influir en su decisión de pertenecer a cierto grupo de sistemas de producción. Esto implica que los sistemas de producción de mora serán tipificados dentro de un conjunto de características que se traducen a una alternativa para mejorar la productividad y sostenibilidad.

3.3.2. Análisis multivariado

3.3.2.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El ACP es una técnica estadística muy útil usada para encontrar patrones similares en datos de alta dimensión. Es decir, ACP permite reducir un grupo grande de variables a un grupo más pequeño y ayudará, además, a crear índices con variables que miden cosas similares (conceptualmente). Esto es, ACP estandariza las variables seleccionadas bajo la forma de Z-scores, asignándoles media = 0 y desviación estándar = 1 (Romesburg, 1990). Este procedimiento permitirá eliminar los efectos de escala y unidades de medición, de manera que cada variable tendrá un mismo peso estadístico al momento del análisis. La estandarización se realizará usando la siguiente expresión:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$$

en donde: Z_{ij} representa los valores individuales, x_{ij} representa un valor de la variable en análisis, y μ_j y σ_j representan la media y desviación estándar ($i = 1, \dots, 66$ sistemas de producción o unidad de producción agropecuaria-UPA) de las variables ($j = 1, \dots, 21$).

3.3.2.2. Análisis de clúster o conglomerados

El método de conglomerados se basa en la teoría de que información con similares características estadísticas puede agruparse y diferenciarse con aquellas que presenten otro tipo

de tendencias (Aldenderfer y Blashfield, 1984). Para conducir el análisis de conglomerados se seguirán cuatro pasos: 1) selección de una medida de distancia, 2) selección de un algoritmo de conglomerados, 3) determinación del número de conglomerados, y 4) validación del análisis.

Paso 1: Selección de una medida de distancia

Una vez que las variables sean convertidas en Z-scores a través del ACP, se establecerán espacios dimensionales en donde cada eje represente las variables en análisis. La medida de distancia apropiada para este análisis es la Distancia Euclidiana Ajustada (DEA) (Everitt, 1993). Los coeficientes de la DEA se calcularán entre cada par de sistemas de producción, eliminando el efecto -positivo o negativo- sobre la dirección del coeficiente de la distancia. La magnitud de cada uno de estos coeficientes medirá como similares o no similares cada par en el espacio Euclidiano. Los sistemas de producción serán más semejantes cuando tengan coeficientes de Distancia Euclidiana bajos y menos semejantes cuando tengan coeficientes de Distancia Euclidiana altos.

Paso 2: Selección de un algoritmo de conglomerados

El algoritmo de conglomerados seleccionado será el método de Ward o método de mínima varianza ya que reducirá al mínimo la varianza dentro de los grupos y agrupa los sistemas de producción con el menor incremento en la suma de cuadrados del error a lo largo de cada etapa del proceso aglomerativo (Ward, 1963).

Paso 3: Determinación del número de conglomerados

Este algoritmo de Ward comienza localizando cada sistema de producción como grupo individual, continúa con una serie de combinaciones sucesivas entre los sistemas de producción que serán los más similares; finalmente, el algoritmo terminará de realizar combinaciones cuando los sistemas de producción se agrupen en conglomerados o grupos únicos basado en la DEA. La suma de cuadrados del error será calculada de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\sum e^2 = \sum_{i=1}^I (Z_{ij} - \mu_j)^2$$

dónde: μ_j representa la media de cada grupo a través de la j -ésima variable, e I es el número de sistemas de producción en cada grupo. Cuando los grupos sean formados por un solo sistemas

de producción con valores idénticos para todos los Z_{ij} , la suma de cuadrados de error del grupo será igual a cero, que es el valor más deseable para la formación homogénea de grupos (Ward, 1963).

Paso 4: Validación del análisis.

Finalmente, para realizar la validación del análisis se usará un Análisis de Varianza Univariadas (ADEVA), con el modelo matemático del Diseño Completamente al Azar (DCA), para cada una de las variables que se seleccionaron para definir los modelos de los sistemas de producción, utilizando los grupos de unidades de producción como tratamientos. Con estos análisis, se determinarán, a través de una prueba de *F estadística*, si existen o no diferencias estadísticas al nivel del 1% y 5% de probabilidad, entre las medias aritméticas de los tipos de los sistemas de producción establecidos. El modelo utilizado para el análisis será el General Modelo Lineal Completamente al Azar (Steele y Torri, 1960), tal como se muestra a continuación:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} = Observación del tratamiento i en la observación j

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i

ε_{ij} = Error residual del tratamiento i y la observación j

La hipótesis nula H_0 : Grupo 1 = Grupo 2 = Grupo n, significa que los valores promedios de los grupos son iguales, lo cual indicará que los grupos de sistemas de producción son homogéneos; en cambio, las hipótesis alternativa H_A : Grupo 1 \neq Grupo 2 \neq Grupo n, significa que existen diferencias entre los valores promedios de los grupos, lo cual indicará que los grupos evaluados tendrán diferente respuesta en las variables consideradas para el análisis.

3.3.3. Metodología para la maximización de los sistemas de producción

3.3.3.1. Programación lineal

El método de programación lineal se aplicó para propósitos de maximizar los beneficios de los grupos de sistemas de producción de mora existentes en la provincia de Cotopaxi, bajo

constricciones lineales de desigualdad y cubriendo en etapas sucesivas los siguientes aspectos. 1) Determinar los procesos de producción que optimizan el uso de recursos con maximización de los ingresos netos actuales; y 2) proponer alternativas de producción que optimicen económicamente los sistemas de producción de mora actuales.

Para obtener la solución óptima económica se utilizó el programa LINDO, creado por el Departamento de Nutrición y Economía de la Universidad de Florida, EEUU. Este programa permitió trabajar un gran número de variables y restricciones y por lo tanto solucionar las dificultades planteadas con el método manual cuando las variables se presentan en cantidades superiores a veinte o más. En este estudio el programa permitió resolver problemas de maximización de beneficios económicos por medio de programación lineal.

3.3.3.2. Información básica utilizada

La información básica empleada para la elaboración de los coeficientes de las variables que caracterizan los distintos procesos de producción de mora fue obtenida de los datos primarios recogidos a través de una encuesta representativa a 66 productores de mora de la provincia de Cotopaxi (Barrera *et al.*, 2017), la información experimental existente en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y el conocimiento adquirido por el trabajo realizado en la zona de estudio durante varios años en el cultivo de mora. Los ajustes de algunos coeficientes de las variables en estudio se establecieron a través de la recopilación de información en 15 sistemas de producción de mora, principalmente de los costos de producción elaborados con los productores, durante un día de trabajo con cada productor.

3.3.3.3. Los procesos de producción

Es importante señalar que el Método Cuantitativo de Grupos determinó que, para el caso de productores de mora de la provincia de Cotopaxi, existen dos grupos de hogares, que se diferencian por algunos factores socio-económicos, pero no se diferencian por la productividad que finalmente se traduce en beneficios económicos; por ello, para la optimización económica se consideró como un solo grupo de productores.

3.3.3.4. Variables utilizadas

Las variables que se muestran a continuación son parte del proceso de producción de los hogares encontrados para la provincia de Cotopaxi:

X_1 = Hectáreas de mora.

X_2 = Consumo de mora de una familia.

X_3 = Fertilización de ingrediente activo de N para la implementación.

X_4 = Fertilización de ingrediente activo de P para la implementación.

X_5 = Fertilización de ingrediente activo de K para la implementación.

X_6 = Fertilización orgánica para la implementación.

X_7 = Plantas para la implementación.

X_8 = Fertilización de ingrediente activo de N para el mantenimiento.

X_9 = Fertilización de ingrediente activo de P para el mantenimiento.

X_{10} = Fertilización de ingrediente activo de K para el mantenimiento.

X_{11} = Fungicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.

X_{12} = Insecticidas de ingrediente activo para el mantenimiento.

X_{13} = Herbicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.

X_{14} = Foliares de ingrediente activo para el mantenimiento.

X_{15} = Postes para el tutoreo.

X_{16} = Cantidad de alambre para tutoreo.

X_{17} = Mano de obra para preparación de suelo.

X_{18} = Mano de obra para trazado de suelo.

X_{19} = Mano de obra para hoyado de suelo.

X_{20} = Mano de obra para plantación.

X_{21} = Mano de obra para tutoreo.

X_{22} = Mano de obra para hoyado para postes.

X_{23} = Mano de obra para la fertilización en la implementación.

X_{24} = Mano de obra para la fertilización en el mantenimiento.

X_{25} = Mano de obra para controles fitosanitarios.

X_{26} = Mano de obra para la aplicación de herbicidas.

X_{27} = Mano de obra para poda.

X_{28} = Mano de obra para deshierba.

X_{29} = Mano de obra para cosecha.

3.3.3.5. Las funciones lineales objetivo

La función lineal objetivo que se maximizó fue los beneficios totales en consideración a 29 variables que representan la alternativa de producción de mora y sus ingresos netos. La función económica a maximizar en este estudio fue la siguiente:

Ciclo de producción incluido implementación y mantenimiento:

$$\text{Max (Z)}= 5036X_1 - 0.95X_2 - 0.7X_3 - 0.8X_4 - 0.76X_5 - 0.12X_6 - 0.63X_7 - 0.7X_8 - 0.8X_9 - 0.76X_{10} - 12.75X_{11} - 18.20X_{12} - 5.57X_{13} - 7.73X_{14} - 0.08X_{15} - 1.67X_{16} - 15X_{17} - 15X_{18} - 15X_{19} - 15X_{20} - 15X_{21} - 15X_{22} - 15X_{23} - 15X_{24} - 15X_{25} - 15X_{26} - 15X_{27} - 15X_{28} - 15X_{29}$$

Ciclo de producción solo mantenimiento:

$$\text{Max (Z)}= 7194X_1 - 0.95X_2 - 0.7X_8 - 0.8X_9 - 0.76X_{10} - 12.75X_{11} - 18.20X_{12} - 5.57X_{13} - 7.73X_{14} - 0.08X_{15} - 1.67X_{16} - 15X_{21} - 15X_{22} - 15X_{24} - 15X_{25} - 15X_{26} - 15X_{27} - 15X_{28} - 15X_{29}$$

3.3.3.6. Coeficientes técnicos

$5036X_1$ = La producción de mora por hectárea es de 5301 kg por el precio de kg de mora para la venta al intermediario que es de 0.95 USD (Ciclo de producción incluido implementación y mantenimiento).

$0.95X_2$ = Precio del kg de mora para el consumo familiar es de 0.95 USD.

$0.7X_3$ = Precio del kg de ingrediente activo de N para la implementación es de 0.7 USD.

$0.8X_4$ = Precio del kg de ingrediente activo de P para la implementación es de 0.8 USD.

$0.76X_5$ = Precio del kg de ingrediente activo de K para la implementación es de 0.76 USD.

- 0.12X₆= Precio del kg de materia orgánica para la implementación es de 0.12 USD.
- 0.63X₇= Precio de una planta de mora para la implementación es de 0.63 USD.
- 0.7X₈= Precio del kg de ingrediente activo de N para el mantenimiento es de 0.70 USD.
- 0.8X₉= Precio del kg de ingrediente activo de P para el mantenimiento es de 0.80 USD.
- 0.76X₁₀= Precio del kg de ingrediente activo de K para el mantenimiento es de 0.76 USD.
- 12.75X₁₁= Precio del kg de ingrediente activo de fungicida para el mantenimiento es de 12.75 USD.
- 18.20X₁₂= Precio del kg de ingrediente activo de insecticida para el mantenimiento es de 18.20 USD.
- 5.57X₁₃= Precio del kg de ingrediente activo de herbicida para el mantenimiento es de 5.57 USD.
- 7.73X₁₄= Precio del kg de ingrediente activo de fertilizante foliar para el mantenimiento es de 7.73 USD.
- 0.08X₁₅= Precio de un poste para tutoreo es de 0.08 USD.
- 1,67X₁₆= Precio del kilogramo de alambre para tutoreo es de 1.67 USD.
- 15X₁₇= Precio del jornal para preparación de suelo es de 15 USD.
- 15X₁₈= Precio del jornal para trazado de suelo es de 15 USD.
- 15X₁₉= Precio del jornal para hoyado de suelo para las plantas es de 15 USD.
- 15X₂₀= Precio del jornal para plantación de mora es de 15 USD.
- 15X₂₁= Precio del jornal para tutoreo es de 15 USD.
- 15X₂₂= Precio del jornal para hoyado para postes es de 15 USD.
- 15X₂₃= Precio del jornal para la aplicación de fertilizantes en implementación es de 15 USD.
- 15X₂₄= Precio del jornal para la aplicación de fertilizantes en mantenimiento es de 15 USD.
- 15X₂₅= Precio del jornal para controles fitosanitarios es de 15 USD.
- 15X₂₆= Precio del jornal para la aplicación herbicidas es de 15 USD.
- 15X₂₇= Precio del jornal para poda es de 15 USD.
- 15X₂₈= Precio del jornal para deshierba es de 15 USD.
- 15X₂₉= Precio del jornal para cosecha es de 15 USD.

3.3.7. Restricciones

$$X_1 \leq 0.98$$

Las hectáreas del cultivo deben ser menores o iguales a 0.98 ha.

$$5301X_1 \geq 68$$

La producción de mora por hectárea de 5301 kg ha⁻¹ debe ser mayor o igual al consumo familiar que es de 68 kg año⁻¹ (Ciclo de producción incluido implementación y mantenimiento).

$$X_2 \geq 68$$

Los kg de mora para el autoconsumo de la familia de 6 miembros deben ser mayor o igual a 68 kg año⁻¹.

$$X_3 - 12X_1 \geq 0$$

La fertilización nitrogenada para mora debe ser mayor o igual a 12 kg ia ha⁻¹ de N para la implementación.

$$X_4 - 11X_1 \geq 0$$

La fertilización fosfórica para mora debe ser mayor o igual a 11 kg ia ha⁻¹ de P para la implementación.

$$X_5 - 18X_1 \geq 0$$

La fertilización potásica para mora debe ser mayor o igual a 18 kg ia ha⁻¹ de K para la implementación.

$$X_6 - 100X_1 \geq 0$$

La fertilización orgánica para mora debe ser mayor o igual a 100 kg ha⁻¹ de materia orgánica para implementación.

$$X_7 - 1608X_1 \geq 0$$

La cantidad de plantas por hectárea para el cultivo de mora debe ser mayor o igual a 1608 por ha para la implementación.

$$X_8 - 18X_1 \geq 0$$

La fertilización nitrogenada para mora debe ser mayor o igual a 18 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ de N para mantenimiento.

$$X_9 - 19X_1 \geq 0$$

La fertilización fosfórica para mora debe ser mayor o igual a 19 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ de P para mantenimiento.

$$X_{10} - 10X_1 \geq 0$$

La fertilización potásica para mora debe ser mayor o igual a 10 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ de K para mantenimiento.

$$X_{11} - 14.50X_1 \geq 0$$

Los kg de fungicidas comerciales para el cultivo deben ser mayores o iguales a 14.50 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ (al 0.1%) para mantenimiento.

$$X_{12} - 11.20X_1 \geq 0$$

Los kg de insecticidas comerciales para el cultivo deben ser mayores o iguales a 11.20 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ (al 0.1%) para mantenimiento.

$$X_{13} - 13.50X_1 \geq 0$$

Los kg de herbicidas comerciales para el cultivo deben ser mayores o iguales a 13.50 kg ia ha⁻¹ año⁻¹ (al 0.1%) para mantenimiento.

$$X_{14} - 28.50X_1 \geq 0$$

Los kg de fertilizante foliar para el cultivo deben ser mayores o iguales a $28.50 \text{ kg ia ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (al 0.1%) para mantenimiento.

$$\mathbf{X_{15} - 3022X_1 \geq 0}$$

La cantidad de postes por hectárea para tutorar el cultivo de mora debe ser mayor o igual a 3022.

$$\mathbf{X_{16} - 107X_1 \geq 0}$$

La cantidad de alambre por hectárea para tutorar el cultivo de mora debe ser mayor o igual a 107 kg.

$$\mathbf{X_{17} - 9X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la preparación del suelo previo a la implementación del cultivo de mora es de 9 jornales en promedio.

$$\mathbf{X_{18} - 3X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para el trazado del suelo previo a la implementación del cultivo de mora es de 3 jornales en promedio.

$$\mathbf{X_{19} - 4X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para el hoyado del suelo previo a la implementación del cultivo de mora es de 4 jornales en promedio.

$$\mathbf{X_{20} - 5X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la plantación del cultivo de mora es de 5 jornales.

$$\mathbf{X_{21} - 3X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para el tutoreo de mantenimiento en el cultivo de mora es de 3 jornales.

$$\mathbf{X_{22} - 3X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para el hoyado para puestas de postes para tutorar en el cultivo de mora es de 3 jornales.

$$\mathbf{X_{23} - 2X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la aplicación de fertilizantes de implementación en el cultivo de mora es de 2 jornales.

$$\mathbf{X_{24} - 2X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la aplicación de fertilizantes de mantenimiento en el cultivo de mora es de 2 jornales.

$$\mathbf{X_{25} - 5X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para los controles fitosanitarios de mantenimiento en el cultivo de mora es de 5 jornales.

$$\mathbf{X_{26} - 2X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la aplicación de herbicidas de mantenimiento en el cultivo de mora es de 2 jornales.

$$\mathbf{X_{27} - 6X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la poda de mantenimiento en el cultivo de mora es de 6 jornales (Ciclo de producción incluido implementación y mantenimiento).

$$\mathbf{X_{28} - 7X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para la deshierba de mantenimiento en el cultivo de mora es de 7 jornales.

$$\mathbf{X_{29} - 58X_1 \geq 0}$$

La mano de obra por hectárea para cosecha del cultivo de mora es de 58 jornales (ciclo de producción incluido implementación y mantenimiento).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características generales de los productores y del cultivo de mora

El 16.84 % de productores de mora a nivel país pertenecen a la provincia de Cotopaxi; de este porcentaje, el total pertenece al cantón Sigchos, parroquia Chugchilan (Tabla 1-4).

Tabla 1-4. Productores de mora encuestados en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.

Cantón	Número de productores	Porcentaje %
Sigchos (Chugchilang)	66	100
Total	66	100

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza.Alexandra, 2019

La edad de los agricultores de la provincia de Cotopaxi, se ubicó en un promedio de 40.77 años (tabla 2-4); es decir que presentan madurez, compromiso con la producción de mora y el campo es su modo de vida.

Los jefes de hogar hombres representan el 84.85% y el 15.15% son mujeres. Los productores de Cotopaxi, en su mayoría hablan kichwa y español (81.82%), lo que se podría utilizar como ventaja frente a los productores que hablan únicamente el español. En promedio, el 62.12% de los jefes de hogar poseen teléfono celular. El hecho de que los productores posean este tipo de tecnología podría mejorar la producción y comercialización de mora ya que es una herramienta de fácil adopción para acceder a información, así como precios del mercado y la comunicación con los intermediarios. De acuerdo a Travis (2015), el uso de mensajes de texto vía teléfono celular para promocionar el Manejo Integrado de Plagas (MIP) en papa, ayudó a que los productores que recibieron estos mensajes, adoptaran estas prácticas en tasas más altas comparados con los que no los recibieron. Asimismo, Herforth (2015) evidencia que quienes poseen teléfono celular muestran mayor probabilidad de involucrarse en las cadenas modernas de comercialización de mora, ya que el principal mecanismo de los acuerdos de

comercialización es verbal, lo que implica la necesidad de comunicarse más frecuentemente entre los productores y los compradores.

En la variable correspondiente al nivel de educación, se indica que los jefes de hogar tienen un promedio de 7.24 años de escolaridad, con una desviación estándar de 4.38; lo que indica, que disponen de educación primaria. Este promedio, concuerda con el análisis de adopción, de acuerdo a Pannell *et al.* (2006), nuevas prácticas agrícolas son adoptadas más rápidamente por productores con niveles de educación más altos. En el caso de comercialización de mora, Herforth (2015) encontró que la educación del jefe del hogar está positivamente relacionada a participación de los productores en las cadenas modernas de oferta ya que productores con niveles de educación más altos pueden ser capaces de entender mejor los estrictos requerimientos impuestos por estas cadenas y podrían también mostrar más confianza y capacidad de decisión para entrar en cadenas de comercialización formales.

En nuestro país, las remesas representan ingreso importante para las familias. Sin embargo, en los hogares productores de mora en Cotopaxi, solo el 3.03% reportaron recibir remesas (Tabla 2-4), por lo que se atribuye que el principal ingreso de las familias encuestadas proviene de la producción de mora.

En lo que tiene que ver productores encuestados trabajaron fuera de la finca (Tabla 2-4), estos, se reportó que por falta de fuentes de trabajo y recursos económicos han emigrado el 13.64% de los encuestados hacia otras provincias para conseguir mejores ingresos. Pero la mayoría, el 86.36% de los encuestados residen permanentemente en la finca y consideran la mejor fuente de ingresos el cultivo de mora, porque le genera ingresos que le permiten mejorar su calidad de vida. Pannell *et al.* (2006), indican no necesariamente percibir ingresos, es el objetivo principal de los productores que salen de las fincas; sino que más bien están motivados por mantener la seguridad financiera de sus familias, lo que significa que el retorno económico influiría en el comportamiento de los productores.

De los jefes del hogar que trabajan en la finca en producción de mora, en promedio, estos dedican 4.53 días de la semana a la producción de mora. Es decir que, para quienes se dedican a la producción de mora éste es básicamente un trabajo a tiempo completo y que el campo es su modo de vida.

Con respecto a los años de experiencia que tienen los productores que cultivan mora, el promedio se ubicó en 19 años y con respecto a la edad de los cultivos de mora, se registró en 16 años, es decir que presentan compromiso con la producción de mora. De acuerdo a Martínez

(2014), con un buen manejo, la plantación puede alcanzar entre 25 y 30 años de edad, y se obtiene la mayor producción cuando ésta alcanza los dos años en adelante. Estas plantaciones se mantienen cercanas al número de años recomendados por los especialistas en mora.

Como muestra la Tabla 2-4, los lotes de mora, tienen una superficie promedio de 0.86 hectáreas. Estas superficies son medianas comparadas con otras provincias que tienen menores superficies, por lo que se puede decir que es un cultivo extensivo debido principalmente a las condiciones topográficas del terreno.

El rendimiento de mora se encuentra, en promedio, en 7524.86 kg/ha-1. El costo por kg de mora, en promedio, es de 0.95 USD kg-1; a veces se tiene precios muy bajos debido principalmente a la falta de vías de comunicación, específicamente en la época lluviosa (camino con lodo y fangoso) y acceso a los mercados mayoristas en esta provincia.

En cuanto a los beneficios brutos del cultivo, con un promedio de \$ 7132.43. Las explicaciones para el mayor beneficio constituyen la permanente actualización tecnológica de los productores y que se venda en menor porcentaje 7.58%, al mercado mayorista.

Tabla 2-4. Variables socioeconómicas que identifican a los productores de mora provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.

Denominación	Promedio	S
Edad de jefes de hogar (años)	40.77	14.28
Porcentaje de hombres	84.85	
Jefes de hogar que hablan kichwa (%)	81.82	
Jefes de hogar que tienen celular (%)	62.12	
Hogares que recibieron remesas (%)	3.03	
Jefes de hogar que trabajaron fuera de la finca (%)	13.64	
Años de educación formal	7.24	4.38
Días por semana que el jefe de hogar trabaja en mora	4.53	1.44

Años de experiencia que tiene produciendo mora	19.68	9.48
Edad en años del cultivo de mora	16.44	8.94
Superficie de los lotes de mora en ha	0.86	0.39
Rendimiento de mora en kg/ha-1	7524.86	1 118.34
Precio de la mora en USD kg	0.95	0.20
Beneficios brutos en USD kg/ha ⁻¹ año ⁻¹	7 132.43	1 874.00
Costos totales en USD ha ⁻¹ año ⁻¹	3 090.17	988.18
Beneficios netos en USD ha ⁻¹ año ⁻¹	4 042.25	1 827.96
Mora que vendió al intermediario mayorista (%)	7.58	
Años que ha estado vendiendo al intermediario mayorista	0.48	2.10
Costo de transporte de mora en USD año ⁻¹	132.85	60.75
Hogares que recibieron crédito (%)	18.20	

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

En lo referente a los costos de producción del cultivo, la provincia de Cotopaxi reporta un valor alto \$ 3090.17 y buenos rendimientos, lo que podría implicar que tiene un manejo de recursos eficiente. En cuanto a los beneficios netos del cultivo, la provincia de Cotopaxi reporta beneficios acordes a lo invertido \$ 4042.25 USD.

Tabla 3-4. Principales problemas en la producción de mora provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.

Problema	Ranking	Porcentaje de productores que rankearon cada problema
Plagas y enfermedades	1	53
	2	2
	3	3
Falta de conocimiento en el manejo del	1	8

cultivo	2	42
	3	-
Plantas de mala calidad	1	-
	2	4
	3	12
Alto costo de producción	1	2
	2	3
	3	19
Falta de mercado	1	-
	2	5
	3	15
Falta de crédito	1	1
	2	1
	3	5
Disponibilidad de mano de obra	1	-
	2	1
	3	2

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

La Tabla 3-4, muestra los principales problemas que los productores categorizaron entre los principales. Para la categorización se usó una escala de 1 al 3, siendo 1 el más importante y 3 el menos importante. El 53% de los productores de la provincia de Cotopaxi, indica que el principal problema en la producción de mora es “plagas y enfermedades”; el segundo problema en la producción de mora es la “falta de conocimiento en el manejo del cultivo” con el 42%; le sigue los “altos costos de producción” con el 19%; y finalmente el menos importante “mala calidad de las plantas”.

Tabla 4-4. Actividades que realiza el miembro del hogar, relacionadas con el cultivo de mora. provincia de Cotopaxi - Ecuador, 2019.

Actividad	Miembro del hogar	Porcentaje de miembros del hogar
	Jefe	72.93
Compra de insumos	Esposo/a	50.00
	Hijo/a	3.03

	Hermano	-
	Padre/madre	-
	Jefe	74.24
	Esposo/a	46.97
Manejo de mora	Hijo/a	1.52
	Hermano	-
	Padre/madre	-
	Jefe	71.21
	Esposo/a	50.00
Manejo de personal	Hijo/a	1.52
	Nieto	1.52
	Hermano	-
	Padre/madre	-
	Jefe	69.70
	Esposo/a	53.03
Comercialización	Hijo/a	1.52
	Hermano	-
	Padre/madre	-

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

Con relación a las actividades que realiza el miembro del hogar, en la Tabla 4-4, se muestra que el jefe del hogar es quien, mayormente, toma las decisiones de todas las actividades: compra de insumos (72.93%); manejo de mora (74.24%); manejo de trabajadores o de personal (71.21%) y comercialización (6.70%); y la segunda persona que toma este tipo de decisiones es el/la esposo/a del jefe del hogar.

4.2. Estrategias para optimizar los sistemas de producción de mora

4.2.1. Análisis de Componentes Principales

En la Tabla 5-4 se puede observar el porcentaje de la varianza que cada variable aporta para la conformación de los factores (Comunalidad). En este estudio, la mayoría de las variables contribuyeron con un buen porcentaje de la varianza; sin embargo, la variable V₂₁, no fue un buen aporte para la determinación de los componentes principales, ya que se esperaba que al menos cada variable contribuya con un 50% de la Comunalidad (0.50).

La Tabla 5-4, también muestra los valores de la varianza multivariada (Eigenvalue), es decir el peso de cada factor en donde se concentraron las variables que tienen relación entre sí. Para este estudio, las 21 variables en estudio se redujeron a 7 factores o componentes, los cuales representan el 77.75% de la varianza acumulada.

Tabla 5-4. Comunalidad, varianza y porcentaje de la varianza explicada por los factores encontrados en el Análisis de Componentes Principales. cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Componente	Comunalidad	Eigenvalue	% de Variance	% de Varianza Acumulada
1	0.845	4.18	19.88	19.88
2	0.711	3.32	15.81	35.69
3	0.499	2.43	11.55	47.25
4	0.577	2.38	11.33	58.58
5	0.912	1.54	7.32	65.89
6	0.801	1.39	6.61	72.51
7	0.799	1.10	5.24	77.75
8	0.757			
9	0.876			
10	0.763			
11	0.810			
12	0.912			
13	0.960			

14	0.930
15	0.875
16	0.944
17	0.762
18	0.922
19	0.567
20	0.750
21	0.355

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

La Tabla 6-4 muestra la matriz de correlación entre las variables estandarizadas versus cada uno de los componentes principales en los que se agruparon. El criterio que se utiliza para conjugar las variables en un componente es el que se usa para el análisis de correlación, siendo el valor máximo 1, que representa una correlación significativa o altamente significativa.

Tabla 6-4. Matriz de Componentes Principales o Factores extraídos de las 21 variables seleccionadas cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Variables	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
V ₁	0.345	0.159	0.800	0.181	0.113	-0.065	-0.107

V ₂	-0.236	-0.274	-0.730	-0.200	0.018	-0.071	-0.052
V ₃	-0.182	0.438	0.217	0.216	-0.078	0.015	-0.418
V ₄	0.289	-0.044	0.199	-0.258	0.206	0.045	0.584
V ₅	0.800	0.470	-0.189	0.023	-0.041	-0.108	0.051
V ₆	0.123	0.029	-0.396	0.308	0.263	0.643	-0.225
V ₇	0.367	0.162	0.659	0.445	0.037	0.066	0.025
V ₈	-0.153	0.113	0.119	0.094	-0.701	0.422	0.165
V ₉	0.765	0.433	-0.303	0.021	-0.071	-0.002	0.072
V ₁₀	0.723	0.243	-0.386	0.158	0.064	0.061	-0.015
V ₁₁	-0.455	0.068	-0.027	0.495	0.214	0.541	-0.122
V ₁₂	-0.345	0.732	0.029	-0.492	0.057	0.027	-0.104
V ₁₃	-0.387	0.235	-0.153	0.777	0.049	-0.251	0.249
V ₁₄	0.525	-0.794	0.057	0.023	-0.079	0.112	-0.042
V ₁₅	-0.077	0.829	0.212	-0.351	0.086	0.072	-0.020
V ₁₆	-0.324	0.229	-0.212	0.749	0.034	-0.292	0.305
V ₁₇	0.605	-0.535	0.238	0.143	-0.066	0.168	0.006
V ₁₈	0.803	0.413	-0.307	0.095	0.001	0.059	0.026
V ₁₉	-0.173	0.225	0.020	-0.185	0.259	0.471	0.404
V ₂₀	0.163	-0.147	0.034	0.030	0.789	-0.180	-0.214
V ₂₁	-0.186	-0.155	0.123	-0.163	0.376	0.146	0.304

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

Respecto de los componentes encontrados se puede indicar que en el caso del componente 1 (Tabla 6-4), éste presentó el mayor peso con un valor de 4.18 (Tabla 5-4), y estuvo relacionado con la producción y comercialización con los transportistas de mora, en donde estaban

correlacionas las siguientes variables: V_5 (Superficie del lote de mora en ha), V_9 (Producción de mora en los meses de mayor producción en kg), V_{10} (Producción de mora en los meses de menor producción en kg), V_{14} (Porcentaje de mora que vendió al intermediario transportista), V_{17} (Años que ha estado vendiendo al intermediario transportista) y V_{18} (Costo del transporte de mora durante todo el año en USD año⁻¹).

4.2.2. Análisis de los grupos de agricultores

La Tabla 7-4 muestra el número de grupos o conglomerados de los hogares para el cantón Sigchos. Para obtener los grupos o conglomerados de hogares se utilizaron las nuevas variables o factores encontrados con el ACP, mientras que para la denominación de los grupos se tomó en cuenta las variables más relevantes de las 21 variables que fueron parte del análisis. El análisis de clúster determinó dos grupos de hogares productores de mora y distribuidos de la siguiente manera: Grupo 1: 47% de los hogares y Grupo 2: 53% de los hogares.

Tabla 7-4. Análisis de conglomerados del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Grupos de Hogares	
1 (47% de hogares)	2 (53% de hogares)
Hogares con mayor superficie, más créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios minoristas y transportistas.	Hogares con menor superficie, menos créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios transportistas.

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra.

4.2.3. Confiabilidad de la diferencia entre grupos

En la Tabla 8-4 se muestran los valores de F calculados y la significación o probabilidad de variables que se seleccionaron para definir los grupos de hogares que producen mora; estos valores muestran que a excepción de la variable V_1 , V_2 , V_4 , V_8 , V_{14} , V_{15} , V_{17} y V_{18} , el resto de las variables en el análisis mostraron diferencias estadísticas al nivel del 1% y 5% de

probabilidad, entre las medias aritméticas de los tres tipos de hogares establecidos; es decir, cada grupo de hogares es diferente y presenta sus propias características.

Tabla 8-4. Estadísticas que definen los modelos de hogares que producen mora en el cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Variables en estudio	Fc.	Sig.
V ₁ = Años de edad del jefe del hogar	0.30	0.59ns
V ₂ = Años de escolaridad del jefe de hogar	0.28	0.60ns
V ₄ = Días en la semana que trabaja en la producción de mora	5.79	0.02*
V ₅ = Superficie del lote de mora en hectáreas	6.13	0.02*
V ₆ = Rendimiento de mora en kg ha ⁻¹	0.11	0.74ns
V ₇ = Años de experiencia como productor de mora	0.42	0.52ns
V ₈ = Porcentaje de la superficie sembrado con mora de castilla	2.34	0.13ns
V ₉ = Producción de mora en kg en los meses de mayor producción	2.74	0.10ns
V ₁₀ = Producción de mora en kg en los meses de menor producción	3.13	0.08ns
V ₁₁ = Beneficio Neto en USD ha ⁻¹	0.25	0.62ns
V ₁₂ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario minorista	24.51	0.00**
V ₁₃ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario mayorista	5.03	0.03*
V ₁₄ = Porcentaje de mora que vendió al intermediario transportista	41.21	0.00**
V ₁₅ = Años que ha estado vendiendo al intermediario minorista	13.20	0.00**
V ₁₆ = Años que ha estado vendiendo al intermediario mayorista	4.17	0.05*
V ₁₇ = Años que ha estado vendiendo al intermediario transportista	10.58	0.00**
V ₁₈ = Costo en dólares del transporte de mora durante todo el año	4.25	0.04*

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

Fc.= F calculado; Sig.= Significación estadística.

ns= no significativo; * significativo al 5%; ** altamente significativo al 1%.

4.3. Estrategias de los medios de vida de los grupos establecidos

En la Tabla 9-4 se puede apreciar los promedios de las variables que caracterizan las estrategias de los medios de vida de los hogares que producen mora en la provincia de Cotopaxi.

Tabla 9-4. Promedios de las variables que caracterizan los grupos de hogares productores de mora a nivel del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Variable en estudio	Grupo 1 (47%)	Grupo 2 (53%)
Hogares que hablan kichwa (%)	77.40	85.70
Total de miembros de la familia	4.87	5.20
Sexo del jefe del hogar (% hombres)	74.20	94.30
Sexo del jefe del hogar (% mujeres)	25.80	5.70
Edad del jefe del hogar (años)	39.74	41.69
Escolaridad del jefe de hogar (años)	7.55	6.97
Días en la semana que trabaja en la producción de mora	3.90	4.83
Superficie del lote de mora (ha)	0.98	0.75
Rendimiento de mora (kg ha ⁻¹)	7573.00	7482.00
Experiencia como productor de mora (años)	18.87	20.40
Superficie sembrada con mora de castilla (%)	99.35	100.00
Producción de mora en los meses de mayor producción (kg)	5447.10	4430.86
Producción de mora en los meses de menor producción (kg)	2120.32	1733.71
Beneficios brutos (USD ha ⁻¹)	7397.40	6897.74
Costos totales (USD ha ⁻¹)	3235.40	2961.37
Beneficios netos (USD ha ⁻¹)	4161.80	3936.37

Precio de mora (USD kg ⁻¹)	0.97	0.92
Porcentaje de mora que vendió al intermediario minorista	41.94	0.00
Porcentaje de mora que vendió al intermediario mayorista	12.90	0.00
Porcentaje de mora que vendió al intermediario transportista	45.16	100.00
Años que ha estado vendiendo al intermediario minorista	6.13	0.00
Años que ha estado vendiendo al intermediario mayorista	1.03	0.00
Años que ha estado vendiendo al intermediario transportista	7.10	13.80
Costo del transporte de mora (USD año ⁻¹)	148.83	118.66
Controlan la calidad de la fruta con manejo agronómico (%)	3.20	0.00
Cosechan la mora directamente en el empaque de venta (%)	93.50	100.00
Hogares que recibieron créditos (%)	29.00	8.60

Fuente: Barrera *et al.*, 2017.

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

4.3.1. Grupo 1: Hogares con mayor superficie, más créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios minoristas y transportistas.

Los hogares de este grupo se caracterizan por poseer como miembros de familia un promedio de cinco personas. En este grupo, no se prioriza la participación del hombre como responsable del manejo del hogar (74%), mismo que posee un nivel educativo de 7.55 años de estudio en promedio. La edad promedio del responsable del hogar es de 40 años. Los responsables de los hogares que hablan kichwa en este grupo es relativamente alto con un 77.40%. Este grupo de hogares reporta un promedio de superficie dedicada al cultivo de mora de 0.98 ha que representa el más alto de las áreas productoras de mora en Cotopaxi. El 100% de los productores de este grupo no dispone de agua para riego, lo cual indica que la producción de la mora se realiza con la temporada de lluvias. En este grupo, los productores se dedican a producir mora al menos 3.90 días por semana y presentan una experiencia en el manejo de la mora de al menos 18.87 años. Los beneficios netos en este grupo de hogares son de USD 4162 dólares por hectárea y por año, producto de los rendimientos, 7573 kg ha⁻¹, y del precio más alto del producto de mora que reciben los productores, 0.97 USD kg⁻¹; los costos totales de producción son los más altos con un valor de USD 3235 dólares por hectárea. Se debe señalar que el 99.35% de los hogares producen la variedad mora de castilla. El 93.50% de los hogares de este grupo cosechan

directamente la mora en el empaque de venta que puede ser canastos, baldes y tarrinas, principalmente; el 3.20% de los hogares poseen mecanismo para mejorar la calidad de la fruta a través del manejo agronómico de la mora. Un 29% de los hogares reportó haber recibido crédito que se lo dedicó específicamente para el cultivo de mora. Es importante recalcar que los hogares de este grupo priorizan la venta de mora con los intermediarios minoristas en el 41.94% de los casos y con los intermediarios transportistas en el 45.16% de los casos, a los cuales les llevan vendiendo su producto por aproximadamente 6.13 y 7.10 años en promedio, respectivamente.

4.3.2. Grupo 2: Hogares con menor superficie, menos créditos para usar en mora y con ventas a los intermediarios transportistas.

Los hogares de este grupo se caracterizan por poseer como miembros de familia un promedio de cinco personas. En este grupo, se prioriza la participación del hombre como responsable del manejo del hogar (94%), mismo que posee un nivel educativo de 6.97 años de estudio en promedio. La edad promedio del responsable del hogar es de 42 años. Los responsables de los hogares que hablan kichwa en este grupo es el más alto de la provincia con un 85.70%. Este grupo de hogares reporta un promedio de superficie dedicada al cultivo de mora de 0.75 ha que representa el más bajo de las áreas productoras de mora en Cotopaxi. El 100% de los productores de este grupo no dispone de agua para riego, lo cual indica que la producción de la mora se realiza con la temporada de lluvias. En este grupo, los productores se dedican a producir mora al menos 4.83 días por semana y presentan una experiencia en el manejo de la mora de al menos 20.40 años. Los beneficios netos en este grupo de hogares son de USD 3936 dólares por hectárea y por año, producto de los rendimientos, 7482 kg ha⁻¹, y del precio más bajo del producto de mora que reciben los productores, 0.92 USD kg⁻¹; los costos totales de producción son los más bajos con un valor de USD 2961 dólares por hectárea. Se debe señalar que el 100% de los hogares producen la variedad mora de castilla. El 100% de los hogares de este grupo cosechan directamente la mora en el empaque de venta que puede ser canastos, baldes y tarrinas, principalmente; los hogares de este grupo no poseen mecanismo para mejorar la calidad de la fruta a través del manejo agronómico de la mora. Solamente el 9% de los hogares reportó haber recibido crédito que se lo dedicó específicamente para el cultivo de mora. Es importante recalcar que el 100% de los hogares de este grupo priorizan la venta de mora con los intermediarios transportistas, a los cuales les llevan vendiendo su producto por aproximadamente 13.80 años en promedio.

4.4. Resultados de la optimización de productores de mora en el cantón Sigchos

4.4.1. Maximización de beneficios para el Modelo Original.

El resultado obtenido para el problema de programación lineal planteado en este estudio se presenta en la Tabla 10-4, en donde se puede observar que la solución final es la maximización de beneficios con USD 1116 para el primer ciclo de producción, que comprende la fase de implementación y de mantenimiento durante el primer año, y USD 4271 para el segundo ciclo de producción, que corresponde a la fase de mantenimiento promedio de los años de mejor producción de la mora. Para obtener este beneficio los productores de mora, en términos generales mantienen el componente de producción de mora que se encuentra representado por la siembra de 0.98 ha.

El manejo del sistema de producción de mora comienza con las labores de preparación del terreno en forma convencional, que se inicia con una limpieza del terreno de forma manual (dos jornales de deshierba) y/o química con la aplicación de una dosis de dos litros de glifosato por hectárea. Previo a la plantación se realiza un trazado de la parcela a sembrar y se utilizan un promedio de 1608 plantas por hectárea; en cuanto a la fertilización de implementación y mantenimiento, al momento de la siembra, en los hoyos se aplica materia orgánica en proporciones entre 141 kg ha⁻¹, los mismos que se mezclan con fertilizantes en dosis de aproximadamente 12-11-18 kg ha⁻¹ de N-P-K, respectivamente. Para el mantenimiento se mezcla 18-19-10 kg ha⁻¹ de N-P-K, respectivamente, y se aplican en forma de corona a cada una de las plantas de mora proporcionalmente. La fertilización foliar es compensada por una amplia gama de fertilizantes foliares que básicamente están compuestos por aminoácidos, quelatos y elementos menores ricos en Calcio, Hierro, Fósforo y Boro en diferentes cantidades, entre los que se pueden destacar el Borax, Engromax, Citomag, Amicsur, Kafir, Evergreen, en cantidades promedio de 28.50 l ha⁻¹ año⁻¹ (tabla 10-4).

Tabla 10-4. Maximización de los beneficios económicos de los sistemas de producción del cultivo de mora en dos ciclos de producción, según el modelo original. cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Componentes del sistema	Unidad	Primer ciclo	Segundo ciclo
X ₁ = Hectáreas de mora.	Ha	0.98	0.98
X ₂ = Consumo de mora de una familia.	kg año ⁻¹	68.00	68.00

X ₃ = Fertilización de ingrediente activo de N para la implementación.	Kg	11.76	
X ₄ = Fertilización de ingrediente activo de P para la implementación.	Kg	10.78	
X ₅ = Fertilización de ingrediente activo de K para la implementación.	Kg	17.64	
X ₆ = Fertilización orgánica para la implementación.	Kg	98.00	
X ₇ = Plantas para la implementación.	Número	1576	
X ₈ = Fertilización de ingrediente activo de N para el mantenimiento.	Kg	17.64	17.64
X ₉ = Fertilización de ingrediente activo de P para el mantenimiento.	Kg	18.62	18.62
X ₁₀ = Fertilización de ingrediente activo de K para el mantenimiento.	Kg	9.80	9.80
X ₁₁ = Fungicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	14.21	14.21
X ₁₂ = Insecticidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	10.98	10.98
X ₁₃ = Herbicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	13.23	13.23
X ₁₄ = Foliar de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	27.93	27.93
X ₁₅ = Postes para el tutoreo (varas).	Número	2962	
X ₁₆ = Cantidad de alambre para tutoreo.	Kg	104.86	
X ₁₇ = Mano de obra para preparación de suelo.	Jornales	8.82	
X ₁₈ = Mano de obra para trazado de suelo.	Jornales	2.94	
X ₁₉ = Mano de obra para hoyado de suelo.	Jornales	3.92	
X ₂₀ = Mano de obra para plantación.	Jornales	4.90	
X ₂₁ = Mano de obra para tutoreo.	Jornales	2.94	

X ₂₂ = Mano de obra para hoyado para postes.	Jornales	2.94	
X ₂₃ = Mano de obra para la fertilización en la implementación.	Jornales	1.96	
X ₂₄ = Mano de obra para la fertilización en el mantenimiento.	Jornales	1.96	1.96
X ₂₅ = Mano de obra para controles fitosanitarios.	Jornales	4.90	4.90
X ₂₆ = Mano de obra para la aplicación de herbicidas.	Jornales	1.96	1.96
X ₂₇ = Mano de obra para poda.	Jornales	5.88	5.88
X ₂₈ = Mano de obra para deshierba.	Jornales	6.86	6.86
X ₂₉ = Mano de obra para cosecha.	Jornales	56.84	81.34
Maximización de Beneficios (Dólares por ciclo)		1116	4271

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

El control de malezas lo realizan con herbicidas como el Gramoxone, Glifosato y King, en forma fraccionada de tres a cuatro aplicaciones por año y en cantidades que superan los 13.50 l ha⁻¹. Manualmente se realiza la labor de corona con la finalidad de eliminar malezas que compiten con el cultivo. En cuanto a la utilización de fungicidas para el control de enfermedades tales como *Botritis sp.*, *Oidium sp.*, *Peronospora*, se realiza entre 1 y 12 controles por año para prevenir el ataque de estas enfermedades, para lo cual se utiliza fungicidas entre preventivos y curativos de una diversidad de nombres comerciales, tales como: Daconil, Lanhero, Balear, Topsin, Zakura y Preventor, en dosis que se encuentran en alrededor de 14.50 kg o l ha⁻¹ año⁻¹. Para el control de plagas del cultivo de mora se realizan entre 1 y 12 controles por año, para lo cual se utiliza insecticidas de amplio espectro como: Corax, Gladiador, Rangoli, Dimetoato y Lambda en cantidades promedio de 11.20 kg o l ha⁻¹ año⁻¹.

La mano de obra para la implementación del cultivo de la mora, en donde constan actividades como preparación del suelo, trazado, hoyado, plantación, hoyado para postes, tutoreo y fertilización, suman un total de 38 jornales aproximadamente, los mismos que son proporcionados por la mano de obra familiar. La mano de obra que demanda las labores culturales de mantenimiento del cultivo de mora tales como podas de renovación al inicio del periodo lluvioso y las podas bimensuales están en alrededor de 6 jornales, y en deshierbes o

control de malezas manual en 7 jornales. La cosecha es una labor muy importante que demanda la utilización de alrededor de 58 jornales. La mano de obra familiar de los productores de mora del cantón Sigchos, parroquia Chugchilán, sector Sarahuasi es de aproximadamente el 70% del total que se utiliza.

4.4.2. Maximización de beneficios con prácticas de cultivo mejoradas por el INIAP

Una vez que el modelo original de producción fue validado en relación a los beneficios que los productores reciben, se procedió a plantear opciones de optimización basados en el mejoramiento de la productividad que puede obtener este grupo con las alternativas tecnológicas desarrolladas por el INIAP para la zona en estudio. Se creyó conveniente variar en el modelo original las opciones de fertilización inorgánica en la implementación y mantenimiento del cultivo, la fertilización foliar en el mantenimiento, la utilización de fungicidas de baja toxicidad y de origen biológico, así como también la optimización del uso de mano de obra para el manejo del cultivo en las labores culturales que éste requiere, principalmente en la poda.

Con las alternativas tecnológicas propuestas, los resultados obtenidos para el problema de programación lineal planteado en este estudio (Tabla 11-4), muestran que la solución final de la maximización de beneficios es de USD 1661 para el primer ciclo de producción que comprende la fase de implementación y de mantenimiento durante el primer año, y USD 5700 para el segundo ciclo de producción, que corresponde a la fase de mantenimiento promedio de los años de mejor producción de la mora.

El manejo del sistema de producción de mora comienza con el análisis de suelos para conocer su estado nutricional; las labores de preparación del terreno, así como las labores limpieza del terreno y trazado se hacen manualmente. Previo a la plantación, se realiza un trazado de la parcela a sembrar y se utilizan 1776 plantas por hectárea. En cuanto a la fertilización de implementación, al momento de la siembra, en los hoyos se aplica 6664 kg ha⁻¹ de materia orgánica mezclada con fertilizante químico en dosis de 39-46-71 kg ha⁻¹ de N-P-K, respectivamente, en ingrediente activo; Para el mantenimiento de la plantación, después de la primera cosecha, se aplica una dosis similar al de la implementación, que se aplica en forma de corona a cada una de las plantas de mora, proporcionalmente. La fertilización foliar es compensada por una amplia gama de fertilizantes foliares que básicamente están compuestos de Quelatos a base de Zinc, Hierro, Boro y Calcio, en cantidades de 8 l ha⁻¹ que se aplican en diferentes atapas del cultivo.

El control de malezas se recomienda hacer manualmente con la finalidad de no dañar el suelo y las plantas de mora; también se realiza, manualmente, la labor del metro alrededor de la planta cada cierto tiempo con la finalidad de eliminar malezas que compiten con el cultivo. En cuanto a la utilización de fungicidas para el control de enfermedades tales como *Botritis sp.*, *Oidium sp.* y *Peronospora*, se recomienda utilizar 28 kg ha⁻¹ año⁻¹ de fungicidas, entre preventivos y curativos de baja toxicidad, tales como: Caldo Bordelex, Topas, *Beauveria*, *Trichoderma*, los mismos que se utilizan alternadamente de acuerdo a la presencia de la enfermedad. Para el control de plagas del cultivo de mora se recomienda utilizar productos de baja toxicidad tales como Cipermetrina y Acarín, en no más de 18 l ha⁻¹ año⁻¹.

La mano de obra para la implementación del cultivo de la mora, en donde constan actividades como preparación del suelo, trazado, hoyado, plantación, hoyado para postes, tutoreo, fertilización y controles fitosanitarios es de 54 jornales que son proporcionados por la mano de obra familiar. La mano de obra que demanda las labores culturales de mantenimiento del cultivo de mora, tales como: podas de renovación y poda cada mes, la cual se conoce como poda de producción, ya que se realiza los cortes de las ramas que han terminado de producir, asciende a 45 jornales por hectárea por año. La cosecha es una labor muy importante que demanda la utilización de jornales contratados que se incrementa de acuerdo al incremento de la producción, para lo cual se utiliza 100 jornales que en su mayoría es familiar y los demás son contratados. Si el productor realiza todas estas labores lograría obtener rendimientos que oscilan entre 9000 y 18000 kg ha⁻¹ por año. Sin embargo, muchos de los productores solo utilizan parte de estas tecnologías en sus sistemas de producción.

Tabla 11-4. Maximización de los beneficios económicos de los sistemas de producción del cultivo de mora en dos ciclos de producción, con prácticas mejoradas por el INIAP. Cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Componentes del sistema	Unidad	Primer ciclo	Segundo ciclo
X ₁ = Hectáreas de mora.	Ha	0.98	0.98
X ₂ = Consumo de mora de una familia.	kg año ⁻¹	68.00	68.00
X ₃ = Fertilización de ingrediente activo de N para la implementación.	Kg	9.80	

X ₄ = Fertilización de ingrediente activo de P para la implementación.	Kg	19.60	
X ₅ = Fertilización de ingrediente activo de K para la implementación.	Kg	9.80	
X ₆ = Fertilización orgánica para la implementación.	Kg	686.00	
X ₇ = Plantas para la implementación.	Número	1741	
X ₈ = Fertilización de ingrediente activo de N para el mantenimiento.	Kg	28.42	28.42
X ₉ = Fertilización de ingrediente activo de P para el mantenimiento.	Kg	25.48	25.48
X ₁₀ = Fertilización de ingrediente activo de K para el mantenimiento.	Kg	6.86	6.86
X ₁₁ = Fungicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	27.44	27.44
X ₁₂ = Insecticidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	7.93	7.93
X ₁₃ = Herbicidas de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	17.64	17.63
X ₁₄ = Foliar de ingrediente activo para el mantenimiento.	Kg	7.84	7.84
X ₁₅ = Postes para el tutoreo.	Número	490.00	
X ₁₆ = Cantidad de alambre para tutoreo.	Kg	78.40	
X ₁₇ = Mano de obra para preparación de suelo.	Jornales	3.13	
X ₁₈ = Mano de obra para trazado de suelo.	Jornales	1.96	
X ₁₉ = Mano de obra para hoyado de suelo.	Jornales	5.88	
X ₂₀ = Mano de obra para plantación.	Jornales	7.84	
X ₂₁ = Mano de obra para tutoreo.	Jornales	5.88	

X ₂₂ = Mano de obra para hoyado para postes.	Jornales	4.90	
X ₂₃ = Mano de obra para la fertilización en la implementación.	Jornales	2.28	
X ₂₄ = Mano de obra para la fertilización en el mantenimiento.	Jornales	3.49	3.49
X ₂₅ = Mano de obra para controles fitosanitarios.	Jornales	19.77	19.76
X ₂₆ = Mano de obra para la aplicación de herbicidas.	Jornales	2.62	2.62
X ₂₇ = Mano de obra para poda.	Jornales	29.40	29.40
X ₂₈ = Mano de obra para deshierba.	Jornales	14.70	14.70
X ₂₉ = Mano de obra para cosecha.	Jornales	81.34	120.54
Maximización de Beneficios (Dólares por ciclo)		1661	5700

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

4.2.3. Maximización de los beneficios de los sistemas de producción de mora en el cantón Sigchos ante nuevas condiciones creadas

Dado que la producción de mora es una alternativa variable para el productor y su familia, debido principalmente a que el precio del kg de mora en el mercado es inestable, se creyó necesario realizar un análisis de sensibilidad, basado en el precio promedio del kilogramo que caracteriza al grupo de productores, esto es, USD 0.95 dólares, ya que este permitiría observar los beneficios económicos que recibirían los productores cuando el precio se vea incrementado y las pérdidas que sufrirían cuando el precio se vea reducido; es decir, se consideró que si la oferta es baja el coeficiente del precio promedio original de mora podría incrementarse un 25%, y si la oferta es alta el coeficiente del precio original de mora podría disminuirse en un 25%, siendo los resultados que constan en la Tabla 12-4.

Tabla 12-4. Maximización de los beneficios en el sistema de producción de mora ante nuevos escenarios para los productores del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2019.

Ciclos	Precio en USD kg ⁻¹ de mora		
	0.71	0.95*	1.19
Primer Ciclo (implementación y mantenimiento)	-49	1116	2334
Segundo Ciclo (mantenimiento)	2526	4271	6018

Realizado por: Ormaza Alexandra, 2019

* Precio promedio en USD del kg de mora

En la Tabla 12-4 se aprecia que, al variar el precio del kg de la mora en los valores establecidos para este análisis, los modelos de optimización determinan que los máximos beneficios que pueden alcanzar los productores y sus familias tienen una tendencia lineal definida, es decir que a medida que se incrementa el precio de la mora los beneficios se incrementan y a medida que se disminuye el precio los beneficios disminuyen. En el caso del primer ciclo, cuando el precio se incrementó de USD 0.95 a USD 1.19 los beneficios se incrementaron en un 109%; en cambio, cuando el precio pasó de USD 0.95 a USD 0.71, los beneficios disminuyeron en un 104%. Para el caso del segundo ciclo, cuando el precio se incrementó de USD 0.95 a USD 1.19 los beneficios se incrementaron en un 142%; en cambio, cuando el precio disminuyó de USD 0.95 a USD 0.71 los beneficios disminuyeron en un 59%.

Por lo anteriormente señalado, a pesar de que el cultivo de mora puede ser rentable cuando las condiciones del precio en el mercado se establecen en valores mayores a USD 0.95, el productor corre riesgos muy grandes cuando el precio de la mora disminuye. También es relevante señalar que en el caso de los precios de la mora estos están afectados por la intervención de los intermediarios y se podría decir que ese 25% estimado en el incremento del precio al promedio que reciben, es la ganancia que se llevan los intermediarios.

CONCLUSIONES

- En el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, fueron establecidos dos grupos de hogares de productores de mora, los mismos que se diferencian principalmente porque son hogares con diferentes superficies, uso de crédito en los diferentes procesos del cultivo de mora y en las ventas a los diferentes intermediarios, sean estos minoristas, mayoristas o transportistas.
- Se han establecido los procedimientos con implicación económica que utilizan los productores de mora en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, así como los coeficientes técnicos para cada variable en estudio que forma parte del manejo de los sistemas de producción de mora, en base a la información primaria de 66 productores de mora del cantón y la información secundaria de las alternativas de producción generadas por el INIAP para el cultivo de mora.
- Los productores, con las alternativas tecnológicas del INIAP, propuestas para maximizar los beneficios de los sistemas convencionales de producción de mora en los productores establecidos en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi: fertilización inorgánica en la implementación y mantenimiento del cultivo, la fertilización foliar en el mantenimiento, la utilización de fungicidas de baja toxicidad y de origen biológico, uso adecuado de las podas, así como también la optimización del uso de mano de obra para el manejo del cultivo en las labores culturales, incrementan los beneficios netos en comparación a los sistemas convencionales de producción, maximizando sus beneficios en 1661 USD año⁻¹ en el ciclo de implementación y mantenimiento, y en 5700 USD año⁻¹ en el ciclo de mantenimiento (productividad).
- Los modelos de optimización para nuevas condiciones creadas, como el caso de los precios, determinaron a manera de estrategia, que los máximos beneficios que pueden alcanzar los productores y sus familias tienen una tendencia lineal definida, es decir, cuando el precio sube, los beneficios también se incrementan y a medida que se reduce el precio, los beneficios también disminuyen. Para el caso del segundo ciclo, en donde se encuentra estabilizada la producción, cuando el precio se incrementó de USD 0.95 a USD 1.19 los beneficios se incrementaron en un 142%; en cambio, cuando el precio disminuyó de USD 0.95 a USD 0.71 los beneficios disminuyeron en un 59%; es decir que, los beneficios brutos de los hogares están influenciados por los precios que les pagan los intermediarios, sean estos minoristas, mayoristas o transportistas.

RECOMENDACIONES

- Los agricultores de mora de Sarahuasi, cantón Sigchos, deben emplear las alternativas tecnológicas del cultivo de mora que el INIAP dispone, debido a que se maximizan los beneficios desde el primer año pese a que el valor de implementación del cultivo es alto. Estas alternativas tecnológicas del INIAP tienen que ver con la fertilización inorgánica en la implementación y mantenimiento del cultivo, la fertilización foliar en el mantenimiento, la utilización de fungicidas de origen biológico, el reducido número de mano de obra para el manejo del cultivo en las labores culturales.
- Utilizar modelos de optimización como herramientas útiles para diseñar alternativas tecnológicas bio-económicas que mejoran la productividad y sostenibilidad del cultivo de mora.
- Buscar estrategias de venta (asociativa) del productor hacia el mercado de Sarahuasi, cantón Sigchos, a los intermediarios, ya que con los precios bajos que recibe el productor muchas veces pierden y prefieren dejar la fruta en campo. Mientras que si se eleva el precio del producto en el mercado se pueden observar que las ganancias se incrementan, incluso con los mismos rendimientos que tienen actualmente los productores de mora.
- Validar en campo de los productores de mora, las alternativas tecnológicas propuesta en los modelos de optimización económica, para que luego sean implementadas por los productores de mora de la provincia de Cotopaxi.
- Los agricultores de la parroquia Chugchilán, cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi, deben renovar sus cultivos de mora por poseer un promedio de 16 años y así, disminuir la presencia de plagas y enfermedades en lotes y en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldenderfer, M. y Blashfield. 1984. Cluster Analysis; Series: Quantitative Applications in the Social Science. Beverly Hills. SAGE University Paper.
- Apollin, F. y Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. Ecuador: Quito, 237
- Álvarez, C. (1993). Cómo se modela la investigación científica. La Habana: MES.
- Barrera, V.; Alwang, J. y Cruz, E. 2010. Experiencias en el manejo integrado de los recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador. INIAP–SANREM CRSP–SENACYT. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador. 316 pp.
- Barrera, V.; Alwang, J.; Andrango, G.; Domínguez, J.; Escudero, L. y Martínez, A. 2017. Estudio de la cadena de valor de la mora en Ecuador. INIAP. Editorial ABYA-YALA. Quito, Ecuador. pp.
- Bello, C. (2006). Manual de la producción para PYMES. Bogotá: ECO Ediciones Ltda. ISBN: 9580-648-436.
- Corrales J., Gámez L., Valenzuela J., Zamora J. (2016). In SlideShare. La economía agrícola como ciencia social aplicada. Trabajo universitario. Valle del Fuerte, Colombia. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JOSEMIGUELCORRALESME/la-economia-agricola-como-ciencia-aplicada>
- Da Rocha, P. y Martínez, C. (2016). Desarrollo Sostenible y Productividad en Cadenas Globales de Suministro. Cadenas Globales de Suministro, Trabajo Docente y Estrategias Sindicales. Sao Paulo, Brasil. Recuperado de <https://actrav-courses.itsilo.org/es/a2-59007/a2-59007-presentations/desarrollo-sostenible-y-productividad-en-cadenas-globales-de-suministro-pablo-da-rocha-y-carlos-martinez>
- Duarte T. O., Ríos G. G., y Silva Z. J. (s.f.). Conceptos básicos sobre la metodología de sistemas de producción. Programa Nacional de Agro ecosistemas. Santa Fe de Bogotá, Colombia. MSc. Programa Regional de investigación en Sistemas de Producción, CORPOICA, Rcg. 3. CII22 No. 14-30.
- Estrada, D. (2002). La programación lineal como herramienta para la construcción de modelos. Seminario Análisis de Cuencas Hidrográficas (p. 41). El Angel-Ecuador: MANRECUR.

- Everitt, B. 1993. Cluster Analysis. New York: Edward Arnold A Division of Hodder & Stoughton, Third Edition.
- FAO. (2010). Programa Mundial del Censo Agropecuario. Roma: FAO.
- Garcés, Venegas, A. (2015). La cadena de comercialización y su impacto en la rentabilidad de los pequeños productores de fresa de la provincia de Tungurahua (Tesis de pregrado) pág.- 40. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Gómez, C. (2006). La investigación científica en preguntas y respuestas. Buenos Aires: Corporación Uniandes.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). Metodología de la Investigación. Bogotá-Colombia: Formas e Impresos S.A.
- Herforth, N.; Theuvsen, N.; Vásquez, W. y Wollni, M. 2015. Understanding participation in modern supply chains under a social network perspective- evidence from blackberry farmers in the Ecuadorian Andes. Global Food. February 2015, ISSN (2192-3248).
- Holle, M. (1990). El concepto de sistemas y una metodología de investigación agropecuaria. Puno-Perú: Taller enfoque y análisis de sistemas agropecuarios andinos.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura- IICA. 2015. Documento Técnico “Una productividad competitiva, incluyente y sustentable: oportunidad para el continente americano” Encuentro de Ministros de Agricultura de las Américas 2015 y Decimoctava Reunión Ordinaria de la JIA. IICA/JIA/Doc. 370 (15) 19-23 de octubre, 2015.Cancún, México.
- IICA, (2018). Manual 5: el mercado o y la comercialización/ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – San José, Costa Rica 105 p.; 21,6 cm X 27,9 cm. – (Programa de Fortalecimiento de Capacidades Agroempresariales y Asociativas; no 5). Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7088/1/BVE18040224e.pdf>
- INEC. (2013). Censo de población y Vivienda. Quito, Ecuador: CPV 2010.
- León-V., C. U. & Barrera, V. H. 2003. Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador. Quito, Ecuador. 187 p.
- Meneu, G. R., Pérez J. M., González S. y Ventura M. M. 1999. Fundamentos de optimización matemática en economía. Programación no lineal. Valencia-España. Repro-exprés, S.L.

- Roveda, G., Cabra, L. y Ramírez, M. 2008. Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Primera. Bogotá, D.C.: Produmedios, 2008. págs. 11 - 25. ISBN 978-958-8311-76-0.
- Palacios, V. y Barrientos, J. (2014). Caracterización técnica y económica de los agrosistemas de producción en dos resguardos indígenas del Putumayo (Colombia). *Socio ecológica*, 7(2), 65-83
- Quinn, J. B. (1993). Estrategias para el cambio. En H. Mintzberg & J.B. Quinn (Eds), *El proceso estratégico. Conceptos contextos y casos*. México: Prentice-Hall.
- Ramírez, C. (2002). *Guía Básica para la utilización de LINDO*. México.
- Recompensa J. C. y Angarica F. L. (2015). *Introducción a la Economía Agrícola (Apuntes Para Un Libro De Texto)*. Universidad Agraria de la Habana. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.c.u/link/libros/agronomia/leconomia.pdf>
- Romesburg, C. (1990). *Cluster Analysis for Researchers*. Malabar: Robert E Kieger Publishing Company.
- Santillán M. H., Beltrán Z. J., y Armijos Z. J. (2013). “Estudio para la optimización de la gestión de producción”. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Guayas, Ecuador.
- Steel, R. y T. J. (1960). *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw.
- Uriel, E; Aldás J. (2005). *Análisis multivariante aplicado. Aplicaciones al Marketing, Investigación de mercados, Economía, Dirección de Empresas y Turismo*. THOMPSON. 531 p. Madrid, España.
- Verdezoto V. V., Viera P. J. (2018). *Caracterización de Sistemas de Producción Agropecuarios en el proyecto de riego Guarguallá-Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. (tesis pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo- UTEQ. Quevedo, Ecuador. (2018) 11(1) p 45-53 ISSN 1390-4051; e-ISSN 1390-4043.
- Verdejo, M. E. (2003). *Diagnóstico Rural Participativo DRP*. Ciudad Nueva-República Dominicana: Centro Cultural Pveda.
- Ward, H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize and Objective Function. *Journal of the American Statistical Association* 58, 301, 236-244.

ANEXOS

ANEXO A. Costos de producción del cultivo de mora según el modelo original, provincia de Cotopaxi -Ecuador, 2019.

ACTIVIDADES IMPLEMENTACIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Preparación química (aplicación glifosato)	Jornales	2	15	30.00
Glifosato	litro	2.00	4.50	9.00
Preparación manual (deshierba)	Jornales	3	15	40.00
Rastrada	Tractor	2	30	60.00
MO preparación de suelo	Jornales	9	15	140.00
Total preparación del suelo				279.00
Mano de obra para trazado	Jornales	3	15	50.00
Mano de obra para hoyado	Jornales	4	15	60.00
Mano de obra para plantación	Jornales	5	15	81.88
Costo de plantas	Unidades	1608	0.63	1004.84
Total plantación				1196.72
Tutoreo				
Tutoreo	Jornales	3	15.00	41.25
Hoyado para postes	Jornales	3	15.00	45.00
Postes	Unidades	3022	0.08	249.32
Alambre	kg	107	1.67	178.32
Total tutoreo				513.89
Fertilizantes químicos				
Nitrógeno (N)	Kg	12	0.70	8.40
Fósforo (P)	Kg	11	0.80	8.80
Potasio (K)	Kg	18	0.76	13.68
Total fertilizantes químicos		41		30.88
Fertilizantes orgánicos				
Materia orgánica	kg	100.00	0.12	12.00

Total fertilizantes orgánicas		100.00	0.12	12.00
Total mano de obra de Fertilización	Jornales	2	15	30.00
Total costos de implementación (A)				2031.61
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Fertilizantes foliares				
Borax	litro	4.00	7.00	28.00
Engromax	litro	6.00	6.70	40.20
Citomag	kg	4.00	8.70	34.80
Amicsur	litro	4.50	6.00	27.00
Kafir	litro	5.00	9.00	45.00
Evergren	litro	5.00	9.00	45.00
Total abonos foliares		29.00		220.00
Promedio fertilización foliar		4.75	7.73	36.73
Fertilización química				
Nitrógeno (N)	Kg	18.00	0.70	12.60
Fósforo (P)	Kg	19.00	0.80	15.20
Potasio (K)	Kg	10.00	0.76	7.60
Total fertilización química		47.00		35.40
Mano de obra de fertilización	Jornales	2.00	15.00	30.00
Herbicidas				
Gramoxone	litro	4.00	8.00	32.00
Glifosato	litro	6.50	4.50	29.25
King	litro	3.00	4.20	12.60
Total herbicidas		13.50		73.85
Promedio herbicidas			5.57	
Mano obra herbicida	Jornales	2.00	15.00	30.00
Fungicidas				
Daconil	litro	3.00	22.00	66.00

Lanchero	kg	2.50	12.00	30.00
Balear	litro	3.00	18.00	54.00
Topsin	litro	2.00	28.00	56.00
Zakura	kg	2.00	15.00	30.00
Preventor	kg	2.00	7.00	14.00
Total fungicidas		14.50		250.00
Promedio de fungicidas			12.75	
Insecticidas				
Corax	kg	1.00	18.00	18.00
Gladiador	litro	2.20	20.00	44.00
Rangoli	litro	2.00	21.00	42.00
Dimetoato	litro	4.00	15.00	6000
Lambda	kg	2.00	17.00	34.00
Total insecticidas		11.20		198.00
Promedio de insecticidas			18.20	
Mano obra controles fitosanitarios	Jornales	5.00	15.00	75.00
labores de mantenimiento				
Poda (implementación + mantenimiento)	Jornales	6.00	15.00	90.00
Deshierbas	Jornales	7.00	15.00	105.00
Total		15.83		195.00
Cosecha				
Envases (implementación + mantenimiento)	Unidades	26.92	0.67	17.94
Mano de Obra para cosecha	Jornales	58.00	15.00	870.00
Total cosecha		125.52		887.94
Total costo de mantenimiento (B)				2031.93
Total costos (A+B)				4063.53
Producción primer ciclo (kg)				5301.10
Producción segundo ciclo (kg)				7573.00
Precio del kg de mora (\$)				0.95

ANEXO B. Costos de producción del cultivo de mora, según prácticas mejoradas por el INIAP, provincia de Cotopaxi -Ecuador, 2019.

Actividades implementación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Análisis de suelos	Muestra	0.00	25.00	-
Roturado del suelo	Tractor	4.00	25.00	100.00
Arada	Tractor	1.60	25.00	40.00
Rastrada	Tractor	1.00	25.00	25.00
Mano de obra preparación suelo	Jornales	3.00	12.00	36.00
Total preparación del suelo				201.00
Mano de obra para trazado	Jornales	3.00	12.00	36.00
Mano de obra para hoyado	Jornales	8.00	12.00	96.00
Mano de obra para plantación	Jornales	6.00	12.00	72.00
Costo de plantas	Unidades	1,475.00	0.50	737.50
Total labores culturales				941.50
Tutoreo				
Postes	Unidades	400.00	0.50	200.00
Alambre	Kg	80.00	2.00	160.00
Tutoreo	Jornales	4.00	12.00	48.00
Hoyado para postes	Jornales	3.00	12.00	36.00
Total tutoreo				444.00
Fertilizantes químicos				
Nitrógeno (ia)	Kg	10.00	0.70	7.00
Fosforo (ia)	Kg	20.00	0.80	16.00
Potasio (ia)	Kg	10.00	0.76	7.60
Total fertilizantes químicos		40.00		30.60
Fertilizantes Orgánicos				
Materia Orgánica	kg	600.00	0.12	72.00
Total fertilizantes orgánicos			0.24	72.00
Total mano de obra fertilización	Jornales	2.08	12.00	24.96
Total costos implementación (A)				1714.06
Actividades de mantenimiento				
Fertilizantes foliares				
Q Hierro	Lt	2.00	9.20	18.40
Q Boro	Lt	2.00	9.20	18.40
Q Zinc	Lt	2.00	9.20	18.40

Calcio	Lt	2.00	9.20	18.40
Total abonos foliares		8.00		73.60
Promedio fertilización foliar			7.36	8.18
Fertilización química				
Nitrógeno	Kg	29.00	0.70	20.30
Fósforo	Kg	26.00	0.80	20.80
Potasio	Kg	7.00	0.76	5.32
Total fertilización química		62.00		46.42
Fertilizantes orgánicos				
Humus	Kg		0.12	-
Materia organica	Kg	500.00	0.12	60.00
Total fertilizantes orgánicos				60.00
Promedio fertilización orgánica				42.69
Mano de obra fertilización	Jornales	5.25	12.00	63.00
Herbicidas				
Glifosato	Lt	4.80	6.49	31.15
Gramoxone	Lt	4.00	7.04	28.16
Total de herbicidas		8.80		59.31
Promedio de herbicidas		4.40	6.77	29.66
Mano obra herbicida	Jornales	3.55	12.00	42.60
Fungicidas				
Caldo Bordelex	Lt	18.00	6.00	108.00
Score	Kg	2.00	90.00	180.00
Bauveria	Lt	2.00	36.00	72.00
Trichoderma	Kg	2.00	23.00	46.00
Topas	Kg	4.00	50.00	200.00
Total de fungicidas		28.00	41.00	606.00
Insecticidas				
Cipermetrina	Lt	5.00	18.28	91.40
Vertimek	Lt	3.00	17.85	53.55
Total de insecticidas		8.00		144.95
Promedio de insecticidas			18.07	
Mano obra controles	Jornales	23.42	12.00	281.04
Labores de mantenimiento				
Poda	Jornales	30.00	12.00	360.00
Riego	Jornales	10.00	12.00	120.00
Deshierbas	Jornales	15.00	12.00	180.00
Total		55.00		660.00
Cosecha				
Envases	Unidades	100.00	0.30	30.00
Mano de obra cosecha	Jornales	55.00	12.00	660.00

Total cosecha				690.00
Total mantenimiento (B)				2663.92
Total costos (A+B)				4377.98
Producción primer ciclo (kg)				900.00
Producción segundo ciclo (kg)				12000.00
Precio del kg mora (USD)				0.87



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Maricela Alexandra Ormaza Molina</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Instituto de Posgrado y Educación Continua
Título a optar: <i>Magíster en Economía y Administración Agrícola</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.

**LUIS
ALBERTO
CAMINO
S
VARGAS**

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS

Nombre de
reconocimiento (DN):
c=EC, l=RIOBAMBA,

serialNumber=0602766
974 cn=LUIS ALBERTO



0011-DBRA-UPT-IPEC-2022