



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Efecto de la participación de la agricultura familiar y campesina en la producción de alimentos para la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo

Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingenieras en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autores: Dayana Victoria Soria Valle

Paola Elizabeth Vargas Ipaz

Tutor: Dr. Christian David Franco Crespo

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Christian David Franco Crespo

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 27 de junio del 2023

Dr. Christian David Franco Crespo

C.I. 171709060-7

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotras Dayana Victoria Soria Valle y Paola Elizabeth Vargas Ipaz, manifestamos que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingenieras en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Dayana Victoria Soria Valle

C.I. 1804147666

AUTORA



Paola Elizabeth Vargas Ipaz

C.I. 0605176692

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizamos a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedemos los Derechos en línea patrimoniales de nuestro Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además aprobamos la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando nuestros derechos de autor.



Dayana Victoria Soria Valle

C.I. 1804147666

AUTORA



Paola Elizabeth Vargas Ipaz

C.I. 0605176692

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del tribunal

Dr. Freddy Geovanny Del Pozo León

C.I. 180244627-6

Mg. Oscar Eduardo Ruiz Robalino

C.I. 180268358-9

Ambato, 17 de agosto de 2023

DEDICATORIA

A dios por guiar mi camino y ser mi fortaleza; a mi mamá Liliana Soria y mi Abuelita Elsa Valle por ser mi motivación y soporte, mi guía en este camino y sobre todo el sacrificio y esfuerzo que han dado para sacarme adelante. Por eso les doy las gracias ya que sin ustedes no hubiese sido posible todo lo que he conseguido; a mi tía Lourdes Soria por ser un apoyo siempre. Gracias por ser parte de mi proceso de instrucción académica y estar pendiente de mí; a mi prima Nicole Peralvo por brindarme su apoyo cuando lo he necesitado. Gracias por estar ahí y tu ayuda.

Dayana

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía durante toda mi vida, por darme la fuerza para poder culminar mi carrera; a mis padres Jonny Vargas y Nely Ipaz quienes son los que me han apoyado durante todo momento gracias por ser ese pilar fundamental en mi vida, sobre todo por brindarme su amor y apoyo incondicional ayudándome a entender que puedo seguir superándome si me lo propongo, gracias nuevamente por ser los mejores padres que Dios me pudo dar; a mi hija Micaela Lara quien se convirtió en mi mayor motivación durante toda la carrera, quien fue la persona que más me motivo a seguir luchando y me hizo entender que yo era capaz de lograrlo. A mi esposo Juan Lara por ser mi compañero de vida, mi guía, mi amigo, mi consejero quién me ayudo a entender que la etapa universitaria es difícil pero no imposible, gracias por brindarme tu apoyo incondicional en todo momento y por estar siempre cuando más lo he necesitado; a mis hermanos Jonny, Danny, Fernando y Anthony por estar conmigo en las buenas y en las malas; a mis sobrinos Julieth y Didier por ser ese motivo de superación; a mi cuñada Gladys por estar en todo momento. Gracias por formar parte de este sueño; a mi amiga y compañera de tesis Dayana por ser la mejor amiga y compañera durante toda la carrera y por ayudarme a terminar la tesis gracias infinitas.

Paola

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia ya que ellos han sido mi motivación y motor siempre para salir adelante y cumplir mis sueños.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, autoridades y docentes por brindarme los conocimientos para cumplir mi proceso de formación profesional y así llegando a cumplir con mis metas ya que hicieron de las aulas un espacio de enseñanza.

A mi tutor

A mis amigas Paola, Priscila y Jennifer que siempre estuvieron ahí y pude contar con ellas en todo momento, compartimos momentos memorables y apoyándonos mutuamente hasta el final de la carrera.

A mi mejor amiga Lisbeth que siempre estuvo ahí ayudándome y apoyándome en cualquier momento que lo necesitaba. Siendo una persona muy importante que tuve la dicha de conocer ya que compartimos momentos inolvidables en toda la carrera.

Dayana

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por cada una de las bendiciones que me ha brindado durante toda mi vida y sobre todo por haberme permitido conocer amigos y compañeros durante mi etapa universitaria.

Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional que me siguen brindando, por la confianza y apoyo que me han dado e incluso por la gran ayuda con mi hija por el cuidado que le han dado mientras yo asistía a clases, gracias por cada una de sus palabras de superación que me dan lo logramos papi y mami esto es de ustedes.

También agradezco a mi esposo Juan por ayudarme a culminar esta etapa que no fue fácil pero que lo logré, en especial mi hija que es mi motor y que sin duda alguna pienso que ser madre no impide superarse, sé que cada madrugada cada mala noche valieron la pena gracias a los dos por ser mi motor y la luz de mi vida.

Agradezco de forma especial a nuestro tutor Dr. Christian Franco quién nos ha guiado de buena manera y sobre todo nos ha tenido demasiada paciencia durante la realización de este proyecto.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por los conocimientos adquiridos y los recuerdos que quedarán grabados en mi memoria.

Finalmente, a mis mejores amigos Dayana, Priscila, Jenifer, Javy y Marco, quienes me han ayudado durante toda mi etapa de la carrera gracias por cada consejo y por no dejarme rendirme gracias por formar parte de mi vida y por la hermosa amistad que hemos formado.

Paola

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Tipología de la agricultura familiar.....	6
1.3. Producción de la biodiversidad y los monocultivos.....	7
1.4. Tecnología tradicional	9
1.5. Seguridad Alimentaria.....	10
1.6. Fundamentos de la importancia de la seguridad alimentaria.....	11
1.7. Relación de la Agricultura Familiar con la seguridad Alimentaria.....	11
1.8. Dificultades que presenta la Agricultura Familiar.....	12
1.9. Conceptos principales acerca de la investigación	12
1.9.1. Definición de Seguridad Alimentaria.....	12
1.9.2. Agricultura familiar campesina.....	13
1.9.3. Producción agrícola.....	13
1.9.4. Efectos del cambio climático	13
1.9.5. Planificación agrícola.....	14
1.9.6. Factores que intervienen en la planificación agrícola	14
1.9.7. Modelo	15
1.9.8. Modelo de simulación	15
1.9.9. Programación Lineal	15

1.9.10.	Requerimiento de Tierra	15
1.9.11.	Disponibilidad de Tierra	16
1.9.12.	Requerimiento de agua.....	16
1.9.13.	Disponibilidad de agua.....	16
1.9.14.	Requerimiento de mano de obra	16
1.9.15.	Disponibilidad de mano de obra	17
1.9.16.	Requerimiento de inversión	17
1.10.	Objetivos.....	17
1.10.1.	Objetivo General	17
1.10.2.	Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II.....		18
METODOLOGÍA		18
2.1.	Metodología.....	18
2.2.	Modalidad bibliográfica- documental	19
2.3.	Modalidad aplicada	19
2.4.	Población y muestra	19
2.5.	Agricultura familiar en Tungurahua.....	20
2.6.	Producción Agrícola.....	21
2.6.1.	Producción de cultivos en el cantón Píllaro	22
2.6.2.	Producción de cultivos en el cantón Tisaleo	24
2.6.3.	Producción de cultivos en cantón Mocha.....	25
2.7.	Técnicas de instrumento	26
2.7.1.	Técnicas.....	26
2.7.2.	Instrumento	26
2.8.	Análisis de información recopilada	27
2.9.	Datos de la agricultura y seguridad alimentaria de los encuestados.	28
2.10.	Diseño del modelo.....	30
2.11.	Elaboración de resultados e interpretación.....	33
2.12.	Medición de indicadores se seguridad alimentaria.....	33
CAPÍTULO III.....		35

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1. Datos demográficos	35
3.2. Limitaciones que afectan a la producción de alimentos	44
3.3. Factores que afectan en la producción de los alimentos.....	49
3.4. Validación del modelo.....	55
3.5. Determinación de los factores de la producción de los cultivos mediante GAMS	58
3.6. Discusión de resultados	62
CAPÍTULO IV	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1. Conclusiones.....	66
4.2. Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción agrícola de los diferentes tipos de cultivo que producen en Latinoamérica.....	3
Tabla 2. Tipos de cultivo en Ecuador.....	5
Tabla 3. Características tipológicas de la Agricultura Familiar	6
Tabla 4. Tipos de cultivos en el cantón Píllaro	23
Tabla 5. Tipos de cultivos en el cantón Tisaleo	24
Tabla 6. Tipos de cultivos en el cantón Mocha.....	25
Tabla 7. Datos de la agricultura alimentaria de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo	28
Tabla 8. Variables de la agricultura y seguridad alimenticia de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo.....	29
Tabla 9. Indicadores de Disponibilidad.....	34
Tabla 10. Datos del ANOVA de un factor	50
Tabla 11. Datos de producción y rendimiento de los cantones de estudio (Píllaro, Mocha y Tisaleo).....	52
Tabla 12. Determinación de la variable tierra	58
Tabla 13. Determinación de la variable agua de riego.....	58
Tabla 14. Determinación de la variable mano de obra.....	59
Tabla 15. Determinación de la producción	59
Tabla 16. Determinación de la producción	60
Tabla 17. Determinación de la producción	61
Tabla 18. Determinación de la variable z (función objetivo).....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de alimentos en las comunidades familiares	8
Figura 2. Producción láctea en Ecuador.....	9
Figura 3. Cantones de la provincia de Tungurahua	21
Figura 4. Género	35
Figura 5. Edad.....	36
Figura 6. Nivel de Instrucción.....	36
Figura 7. Miembros del grupo familiar.....	37
Figura 8. Dependencia económica.....	38
Figura 9. Apoyo de gastos familiares.....	38
Figura 10. Apoyo de gatos en el hogar	39
Figura 11. Ingreso mensual.....	40
Figura 12. Ingreso semanal por venta de productos.....	40
Figura 13. Ingresos de otros miembros de la familia.....	41
Figura 14. Fuente de financiamiento.....	42
Figura 15. Monto de financiamiento.....	42
Figura 16. Uso del financiamiento.....	43
Figura 17. Costos de insumo agrícola para la producción de alimentos.....	44
Figura 18. Abandono del cultivo por plagas	45
Figura 19. Abandono de cultivos por escasez disponible de agua de riego.....	46
Figura 20. Abandono de cultivos por bajo precio de ventas.....	47
Figura 21. Consumo de productos frescos	47
Figura 22. Consumo de productos procesados.....	48
Figura 23. Producción de cultivos en el cantón Píllaro.....	53
Figura 24. Producción de cultivos en el cantón Mocha	54
Figura 25. Producción de cultivos en el cantón Tisaleo	55

RESUMEN EJECUTIVO

La agricultura familiar es importante en todo el Ecuador, debido a que esta es la fuente principal de trabajo y alimentación para toda la población. Sin embargo, la producción de los alimentos debe ser planificada para evitar así el exceso y como consecuencia exista una sobreproducción y se ponga en peligro la seguridad alimentaria.

La metodología que se empleó en el trabajo comprende de un modelo matemático para determinar las zonas de producción en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo. Para lo cual, se utilizó el software GAMS (General Algebraic Modeling System), el mismo que está diseñado para resolver problemas de sistemas lineales y no lineales, además la utilización de SPSS Statistics el cual nos permite realizar análisis y descripciones estadísticas entre otros. A partir de los datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas a las 244 familias campesinas de los tres cantones y la recolección de datos de los principales cultivos por medio del MAGAP nos ayudó a determinar la producción y rendimiento de los cultivos que más se cosechan en cada cantón.

Por tal motivo, los resultados obtenidos indican que la producción agrícola actual garantiza la disponibilidad de los alimentos durante todo el año, asegurando así que todas las personas tengan acceso en todo momento garantizando así la seguridad alimentaria de toda la población.

Palabras Clave: Agricultura Familiar, Seguridad Alimentaria, modelo matemático, producción agrícola, Píllaro, Mocha, Tisaleo

ABSTRACT

Family farming is important throughout Ecuador because it is the main source of work and food for the entire population. However, food production must be planned in order to avoid excess and, as a consequence, overproduction, thus endangering food security.

The methodology used in this work includes a mathematical model to determine the production zones in the cantons of Píllaro, Mocha and Tisaleo. For this, we used the GAMS (General Algebraic Modeling System) software, which is designed to solve problems of linear and nonlinear systems, as well as the use of SPSS Statistics, which allows us to perform statistical analysis and descriptions, among others. The data obtained from the surveys of 244 farming families in the three cantons and the collection of data on the main crops through MAGAP helped us determine the production and yield of the most harvested crops in each canton.

Therefore, the results obtained indicate that the current agricultural production guarantees the availability of food throughout the year, ensuring that all people have access at all times, thus guaranteeing food security for the entire population.

Key words: Family Farming, Food Security, mathematical model, agricultural production, Píllaro, Mocha, Tisaleo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

El sistema de producción agrícola se basa en características tradicionales, especialmente la producción familiar, que responden a factores externos como: tecnología insuficiente, escasas de capital, cambio climático y distorsión del mercado (**Barrera, 2019**). Por tanto, la Agricultura Familiar (AF) se distingue por su pequeña producción y en gran medida por su diversificación, así como por la modificación de bienes y servicios que se orientan a su venta o autoconsumo, generando un mayor ingreso en la población. Por lo tanto, la AF promueve prácticas agrícolas mediante el aumento de los recursos endógenos y el acceso a una apropiada tecnología, lo que contribuye a la seguridad alimentaria (**Fonseca et al., 2019**).

Para **Valarezo (2020)** considera a la agricultura familiar como un desarrollo económico que aporta a los países a través de la producción de los alimentos y fuentes de trabajo. En cambio, para **Águila et al. (2021)** se destaca como resultado del trabajo realizado por campesinos que producen alimentos a pequeña escala. Mientras que, para **Martínez & Villarino (2016)** consideran como la forma de vivir y trabajar de los agricultores, cuyo trabajo lo realizan los integrantes de una misma familia, sin embargo, para **Alcázar & Gómez (2016)** indican que la AF es parte de la vida cotidiana de los campesinos y del desarrollo de la tierra utilizando mano de obra familiar para la producción de los alimentos.

Por otro lado, la agricultura familiar juega un papel considerable por parte de los pequeños agricultores, es por ello que en el 2014 la Asamblea General de las Organizaciones Unidas declaró que los pequeños productores son la base principal para obtener una producción sustentable de productos alimenticios (**Duché et al., 2017**).

En cuanto a la agricultura familiar, las actividades que realizan los agricultores son múltiples, ya que se encargan de la producción de sistemas diversificados como: la acuicultura, la apicultura, la pesca, la producción láctea y agrícola. Los mismos que se

asocian a actividades heterogéneas debido a sus factores socioeconómicos y tecnológicos (**Nolberto et al., 2021**).

De esta forma, en América Latina se evidencia que el 50% de los agricultores chilenos se dedica a la producción de leche, mientras que a nivel nacional de Ecuador un 55-60% se concentra en la producción de hortalizas que son producidas por pequeños agricultores (**Alul & González, 2003**). Sin embargo, **Altieri (2014)** indica que el tamaño de una finca en América Latina ronda las 1,8 hectáreas, las mismas que solo el 34,5% representa la tierra cultivada, en los cuales podemos encontrar diferentes tipos de cultivos como: 61% papas, 77% frijol y 51% maíz estos son algunos de los ejemplos de producción de alimentos en América Latina que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Producción agrícola de los diferentes tipos de cultivo que producen en Latinoamérica.

Países	Producción Agrícola
México	Maíz (65%) Frijol (14,3%) Sorgo (6,6%)
Ecuador	Maíz suave (76%) Papa (64%) Arroz (49%) Leche (42%) Maíz duro (46%) Frijol (71%)
Chile	Hortalizas (45%) Maíz, trigo y arroz (43%) Leche y carne (40%)
Bolivia	Maíz y arroz (70%)
Brasil	Yuca (87%) Frijol (70%) Maíz (46%) Café (38%) Arroz (34%) Trigo (21%) Soya (16%) Leche (58%)
Paraguay	Banano (93%) Frijol (94%) Tomate y melón (97%)
Uruguay	Leche (13%) Hortalizas (17%) Frutas (4%) Cereales (3%)

Fuente: IICA, (2016)

En la Tabla 1 se presentan los productos más representativos de los países latinoamericanos, a través de los cuales es posible apreciar la diversificación agrícola, permitiendo a los consumidores tener más variedad de alimentos en su dieta diaria, adquiriendo productos saludables que garanticen la seguridad alimentaria.

Según el censo Agropecuario ecuatoriano indica que el 63% representa la productividad en terrenos menores a 5ha, de los cuales el 29% son menores a 1ha en exportaciones. Debido a esto el 37% de las comunidades rurales están vinculadas a la AF, ya que según estudios realizados las parcelas pequeñas son más eficientes y productivas, al contrario de las extensas hectáreas que se caracterizan por los monocultivos. Por lo tanto, la importancia de la producción de las pequeñas tierras se debe al aporte de productos para el consumo, donde encontramos: papa (63%), arroz (48%), maíz (46%) y leche (41%) (**Comunidad Andina, 2011**).

Por otro lado, Ecuador se caracteriza por ser un país agrícola debido a que la mayoría de las provincias se dedican a la agricultura familiar, asimismo se establecen actividades económicas en las zonas rurales. La misma que está destinada a cubrir tanto la demanda interna como el autoconsumo (**Lechón & Chicaiza, 2019**).

Según **Guilcamaigua & Chancusig (2019)** señalan que en Ecuador el 56% corresponde a la tierra de los pequeños agricultores de los cuales solo el 3% son dueños de sus terrenos, pero esto no limita a la producción, ya que se dedican al cultivo de hortalizas y a su vez el 46% indica que cosechan maíz y leguminosas como la papa (30%), las mismas que son cultivadas por los productores del modelo de agricultura familiar campesina.

De igual manera, para **Fonseca et al. (2020)** menciona que el cultivo de mora en Ecuador es el más popular debido a sus características agroecológicas y climáticas bastantes aptas, lo que permite cosecharla en ciclos continuos y obtenerla durante todo el año, lo que hace que la demanda sea alta. Por lo tanto, el cultivo de mora es uno de los frutales que se puede encontrar durante todo el año, lo que convierte a este cultivo muy rentable para los agricultores del Ecuador.

Por otro lado, según **Palacios (2018)** indica que la producción agrícola es diversificada porque satisface la dieta en los diversos hogares, donde ayuda a la disponibilidad y acceso a los alimentos de la canasta básica. De igual manera, el **Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021)** menciona que el 80% representa las cantidades de producción agrícola, donde la superficie agrícola es del 17%, siendo el 64% responsable del abastecimiento de los alimentos.

Entre los principales cultivos que se encuentran en el Ecuador se pueden mencionar aquellos que son producidos por los campesinos tanto de la costa como de la sierra ecuatoriana donde encontramos los siguientes tipos de cultivo tales como:

Tabla 2. Tipos de cultivo en Ecuador

Producto	Producción(t)	Rendimiento (t/ha)
Cacao	302,094	0,56
Maíz duro seco	1.669,370	4,64
Arroz	1.504,214	4,42
Palma de aceite	2.418,855	15,86
Banano	6.684,916	40,74
Caña de azúcar	11.372,505	87,21
Plátano	763,455	6,81
Maíz suave seco	42,813	0,92
Café	4,917	0,17
Fréjol seco	17,717	0,60
Maíz suave choclo	84,818	3,76
Caña de azúcar para otros	299,195	15,12
Papa	244,749	12,82
Naranja	117,382	6,89
Soya	20,077	1,07
Yuca	96,210	5,51
Mango	124,167	7,68
Maracuyá	65,195	6,91
Cebada	14,681	1,51
Fréjol tierno	17,677	1,94
Trigo	10,898	1,81
Tomate de árbol	6,742	6,68

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021)

En la Tabla 2 se presentan una muestra de los productos agrícolas producidos en el Ecuador, cuya producción y rendimiento son indicadores importantes que ayudan a identificar los cultivos más rentables para los pequeños agricultores.

En el estudio realizado por el **Ministerio de Agricultura y Ganadería (2014)** destaca que la AF en la provincia de Tungurahua constituye la principal actividad de la economía ya que el 40% representa la población activa. Por otro lado, Tungurahua es una de las provincias que cuenta con una gran variedad de suelos, lo que contribuye a tener cultivos diversificados como: hortalizas, papa, maíz, claudia, manzana, peras, moras, durazno y habas sin dejar a un lado la ganadería ya que estas dos actividades contribuyen a la económica de la provincia.

1.2. Tipología de la agricultura familiar

Según **Samper (2019)** afirma que a nivel latinoamericano se ha planteado diversas tipologías de la AF, con distintas opiniones las mismas que están relacionadas con: los mercados, tamaño de finca, mano de obra familiar o no familiar, plusvalía y valores de producción. Por lo tanto, es claro que para clasificar las tipologías se deben tomar en cuenta varios factores tales como: las características del suelo, clima, agua, maquinaria y área que tienen los agricultores. Estas características diferirán según las regiones en que hayan sido estudiadas por lo que se establece tres tipos:

Tabla 3. Características tipológicas de la Agricultura Familiar

Tipología	Concepto	Autores
Subsistencia	Trabajo integrado por miembros del grupo familiar. Producción para autoconsumo. Disponibilidad de terrenos e ingresos.	(Mochi et al., 2019)
Transición	Utilización de mano de obra familiar. Producción para la venta en los mercados locales. Producción agrícola tradicional.	(Acevedo & Jiménez, 2019)
Consolidada	Trabajadores que perciben un salario. Producción para comercialización en mercados exteriores y nacionales. Considerado como un marco de la economía capitalista.	(Buñay, 2016)

La Tabla 3 presenta la clasificación de los tipos de agricultura, las cuales se caracterizan por los alimentos destinados al autoconsumo, venta local, nacional o para mercados externos.

1.3. Producción de la biodiversidad y los monocultivos.

Una contribución importante en la AF son los huertos familiares los cuales constituyen un aporte importante en la conservación de la biodiversidad agrícola. De esta forma, se puede decir que los huertos están encaminados a mantener el sistema alimentario de la población, logrando obtener beneficio económico y apoyo a la agricultura local (Calvet et al., 2014).

De acuerdo con **Hernández et al. (2019)** afirman que los agricultores cuentan con huertos familiares los mismos que son utilizados para la producción y diversificación de alimentos. De igual forma, contribuyen a la producción de productos que tienen valor de uso y de cambio, complementando el valor nutricional y económico de los campesinos. De la misma manera **Cortez (2016)** destaca que el huerto familiar es un espacio donde los campesinos utilizan para cultivar diferentes tipos de alimentos, los cuales deben estar ubicados cerca de la vivienda para que tengan un mejor acceso a los cultivos.

Por otro lado, existe un predominio de los monocultivos y la ganadería que cada vez es más evidente porque generan mayores ingresos, pero en cambio modifican los ecosistemas y la biodiversidad de los cultivos (**Acevedo et al., 2020**).

Según **Peñuela (2021)** menciona que los monocultivos son una práctica agrícola que requiere grandes extensiones de tierra, lo que supone la eliminación de los ecosistemas con una gran biodiversidad de cultivos. Además, el uso de plaguicidas y pesticidas afecta negativamente a la biodiversidad agrícola y fertilidad del suelo, ya que no hay la posibilidad de recuperar los nutrientes.

De igual forma, la producción primordial de los monocultivos se centra en leguminosas, tubérculos y cereales cultivados en los terrenos, lo cual afecta negativamente en la nutrición de las familias, ya que no es equilibrada ni diversa. En la investigación de **Pacheco (2018)**, se evidencia los diferentes tipos de cultivo que se producen en el Ecuador, teniendo como mayor porcentaje: cebada (65,6%), maíz (65,6%), chocho (84,4%) y papa (84,4%). En cambio, el 14.5% son hortalizas y el 3% frutas que son indispensables en los huertos familiares, estos afectan en la dieta por tanto la seguridad alimentaria y la salud familiar corre peligro.

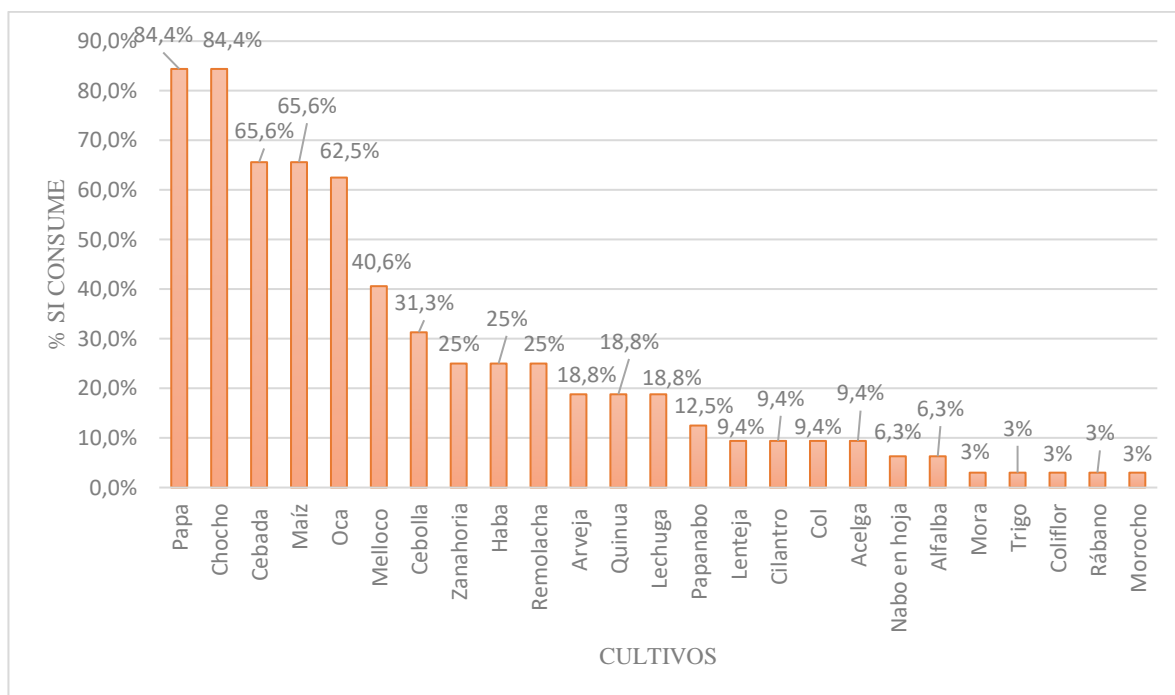


Figura 1. Producción de alimentos en las comunidades familiares

Fuente: Pacheco, (2018)

Sin embargo, **Sánchez (2017)** menciona que los agricultores han optado por sembrar monocultivos con el fin de obtener mejores ingresos económicos, rechazando la posibilidad de sembrar diversos productos agrícolas. A diferencia de la región Sierra, la producción agrícola es muy variada con cultivos de subsistencia como: haba, cebada, papa, frijol, maíz tierno, pero una de las dificultades que presenta es la disponibilidad de agua ya que en los páramos más se dedican al pastoreo, lo que dificulta el acceso a los alimentos (**Sánchez & Garcés, 2012**).

De igual forma, la ganadería extensiva representa un aporte a la actividad económica de los agricultores ya que crían ganado de dos formas para su venta o para la producción de leche, quesos y carne. Estas actividades les ayudan a generar ingresos destinados a la adquisición de alimentos para la dieta familiar (**Amaya, 2015**).

Según **Franco et al. (2019)** plantean que los agricultores familiares no solo se dedican a la agricultura sino también a la producción de leche como en Ecuador: en la cual tenemos que el 64% de producción se da en la Sierra, 30% en la Costa y 6% en el Oriente. Según el **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2019)**, la

producción de lácteos es del 76% (4,26 millones de litros) la cual se destina a su comercialización. Donde se puede ver en la Figura 2.

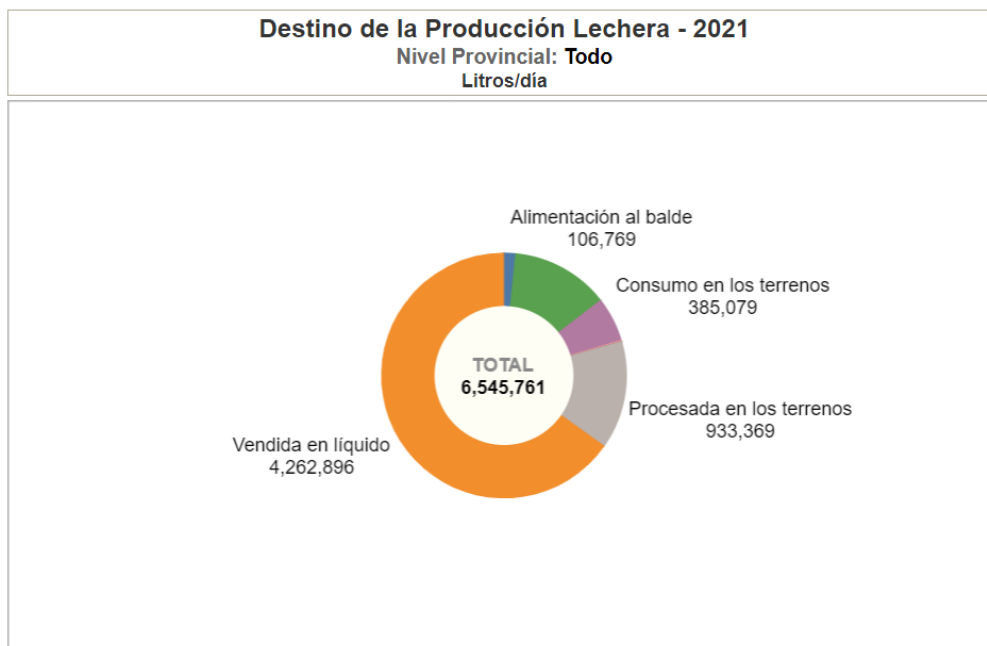


Figura 2. Producción láctea en Ecuador

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2021).

En la Figura 2 se encuentra la representación de la producción lechera a nivel nacional en donde podemos evidenciar que su principal distribución es mediante la comercialización en líquido, la cual es enviada especialmente a plantas procesadoras de lácteos con un total de 4.262,896 l/día y como subsiguiente tenemos lo que es la procesadora en los terrenos y la alimentación al balde. Por lo tanto, podemos destacar que gran parte de los agricultores se dedican a la ganadería por los beneficios que ganan en poco tiempo y con inversiones menores.

1.4. Tecnología tradicional

Por otro lado, en la agricultura familiar se siguen utilizando tecnologías antiguas donde siguen patrones ancestrales como el uso de semillas reutilizables de diversos cultivos, por ejemplo: sorgo, frijol, maíz, arroz. De igual manera, utilizan plaguicidas orgánicos hechos a base de ajo y ruda. Mientras que para el almacenamiento de alimentos se usa costales donde se utiliza ceniza y cal para la conservación (**Laborde, 2021**).

Para, **Teobaldo et al. (2017)** mencionan que la AF se basa en técnicas básicas, que requieren el uso de mano de obra familiar y aplica tecnologías tradicionales basadas en el conocimiento antiguo de los cultivos, por otra parte, la agricultura familiar tiene un enfoque básico en la producción de los alimentos, debido a que los agricultores desconocen de normas de seguridad alimentaria que deben tener los alimentos para que estos sean aptos para el consumo.

El uso de las técnicas tradicionales según **Certis Growing Together (2022)** indica que hacer uso de estas técnicas tiene las siguientes ventajas: asegurar que los cultivos puedan darse en periodos cortos, reduciendo así el precio de los productos por no tener herramientas, tecnologías y técnicas avanzadas lo que permite a los agricultores comercializarlos en precios bajos. Finalmente, un beneficio que se presenta al usar herramientas sencillas es la optimización en los costos, por lo que no requieren de grandes inversiones

1.5. Seguridad Alimentaria

La definición de seguridad alimentaria SA se dio a conocer hace 50 años, en el momento en que se dio la crisis alimentaria mundial. De modo que la oferta global llegó a presentar un déficit de productos alimenticios, los mismos que debían satisfacer con la demanda de la población (**Mariscal et al., 2017**).

Sin embargo, en el 2007 – 2008 se produjo la crisis alimentaria que en ocasiones hizo que la SA pase a ocupar un lugar importante en la política. Esto se debe a que se alcanzó un porcentaje de índices de pobreza bajos, lo que presentó un efecto negativo, donde se plantea que la SA sin duda debe cumplir con la disponibilidad y acceso a los alimentos nutritivos que sean seguros para el ser humano (**Gómez, 2018**).

Por otro lado, en la década de los 90 se estableció que la seguridad alimentaria es un derecho que tienen todas las personas a una alimentación segura y nutritiva (**Sánchez, 2018**). Así **Poveda et al. (2021)** afirman que en la década de 1996 la SA fue definida por la Cumbre Mundial, la cual establece que “la seguridad alimentaria se cumple cuando todas las personas pueden acceder de manera física y económica a alimentos nutritivos que satisfagan las necesidades nutricionales, logrando así llevar una vida saludable”.

Por lo tanto, la SA es un factor clave en la accesibilidad universal de los alimentos, ya que garantiza la accesibilidad y disponibilidad en todo momento. Para lo cual, se necesita garantizar las cadenas alimentarias con la finalidad de que todas las personas puedan tener acceso de los alimentos durante todo el año.

1.6. Fundamentos de la importancia de la seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria propone garantizar que todas las personas tengan acceso estable a todos los alimentos nutritivos e inocuos que están destinados a que los consumidores puedan tener una dieta saludable (**Restrepo et al., 2019**). Según **IICA (2010)**, la SA es un derecho humano que garantiza el acceso a alimentos de calidad y cantidad suficiente, respetando la biodiversidad y la economía, sin poner en riesgo las necesidades esenciales. Además, la seguridad alimentaria es primordial ya que tiene como finalidad proteger la vida y la salud del consumidor y de los agricultores.

Por otra parte, los tres pilares fundamentales de la SA son: acceso, disponibilidad y consumo de los alimentos; este último es crucial para todos los individuos ya que los productos alimenticios deben cumplir con el aporte nutricional que requieren por cada miembro del hogar. (**Pacheco, 2018**).

Un problema que encuentran los consumidores es la disponibilidad de consumo de productos alimenticios, debido a la limitada escasez de alimentos en los diferentes mercados a nivel del Ecuador. Dado que la distribución y la venta se ve afectada por la baja producción de los agricultores, por tal razón existe un menor índice de producción agrícola (**Comunidad Andina, 2011**).

1.7. Relación de la Agricultura Familiar con la seguridad Alimentaria

Se estima que en América Latina una fracción limitada de la comunidad rural se dedica a la producción agrícola, la cual mantiene la agricultura familiar en sus hogares y a su vez cubre las necesidades de la población. Por ello, la AF ayuda a erradicar la pobreza rural gracias a que se puede orientar a los agricultores en sus producciones y así evitar el desabastecimiento de sus productos (**Piza et al., 2016**).

A su vez, dentro de la seguridad alimentaria se tiene en cuenta la AF, que es la que produce alimentos saludables para su venta en los supermercados, provocando que los productores formen organizaciones para su producción de alimentos. Por ello, se aplican políticas agrícolas para asegurar los programas alimentarios (**Figueroa, 2003**).

Por otra parte, se aplican modelos de agronegocio para asegurar la introducción de productos en el mercado. En consecuencia, la AF se distingue por su biodiversidad de alimentos distribuidos en el territorio local (**Manzanal et al., 2015**). Sin embargo, **Shiavoni (2001)** indica que dentro del contexto de la seguridad alimentaria se tiene en cuenta que la AF tiene la propiedad de generar alimentos saludables para los mercados nacionales, lo que incentiva a los productores a la formalización de sus organizaciones.

1.8. Dificultades que presenta la Agricultura Familiar

La AF debe afrontar distintas dificultades por los bajos precios de los productos y los altos costos de los insumos que necesitan para cultivar y producir alimentos sanos y nutritivos. Mencionando así que el acceso a los mercados está delimitado, a su vez estos presentan inconvenientes para acceder a los créditos para poder obtener la producción y servicios básicos (**Morales, 2020**).

Castillo & Reyes (2020) indican que la agricultura familiar presenta varios problemas en las políticas públicas, ya que el principal objetivo es mejorar las actividades agrícolas proporcionando las semillas para que tengan una sostenibilidad económica buena, en tal sentido que puedan mejorar la nutrición y la economía. Sin embargo, los principales recursos como la tierra y el agua han sido tomados por empresas agroindustriales, reduciendo así los terrenos para que los agricultores no la utilicen, por lo que ha sido necesario que los agricultores se organicen para formar una empresa con el fin de obtener su propio beneficio (**Saleta et al., 2017**).

1.9. Conceptos principales acerca de la investigación

1.9.1. Definición de Seguridad Alimentaria

Se sabe que la seguridad alimentaria se cumple en tanto todas las personas tengan acceso tanto; físico, económico y social a alimentos nutritivos e inocuos de forma que

satisfagan las necesidades energéticas y alimentarias necesarias para tener una vida sana y activa (Ayala, 2020).

1.9.2. Agricultura familiar campesina

La agricultura familiar es un sector clave para erradicar el hambre y lograr una transición hacia sistemas agrícolas sostenibles en América Latina, el Caribe y el mundo (Salcedo & Guzmán, 2014). Por ello, Martínez (2013) expone que “la agricultura familiar campesina es vista como un elemento de la economía campesina” donde logra determinar que la explotación familiar está conformada principalmente por la unidad primaria y básica de la sociedad campesina, dicho de otra forma, son los integrantes de la familia quienes participan en el trabajo de la agricultura.

La agricultura familiar se originó a mediados del siglo XX en el concepto de "unidad económica familiar", definida como "una propiedad agrícola lo suficientemente grande para mantener a una familia, pero que no requiere mano de obra remunerada para operar, sino que está disponible para el servicio" con la mano de obra familiar (Salcedo & Guzmán, 2014).

1.9.3. Producción agrícola

La producción agrícola es la fuente principal de alimentos a nivel de todo el mundo porque ayuda a erradicar la pobreza y el hambre. De igual manera, es la que promueve el desarrollo agrícola con el fin de garantizar al cliente un alimentos sano y nutritivo que cumpla con los requerimientos que busca (Cedeño, 2018).

En cambio, para Navarro et al. (1993), es el resultado del aprovechamiento de la tierra para la obtención de bienes, alimentos tales como: cereales, frutas, hortalizas y diversos vegetales. Esta actividad pertenece al sector primario de la economía y se caracteriza por el desarrollo fuera de las ciudades.

1.9.4. Efectos del cambio climático

Los efectos del cambio climático son un factor principal que influyen en la producción de alimentos, ya que afecta a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria como son: acceso, disponibilidad, utilización y estabilidad. Este efecto pone en peligro la SA,

porque las personas pobres no pueden pagar alimentos nutritivos, por lo que se ven obligados a comprar alimentos adaptivos que reemplazan los cultivos nutritivos (Mencos, 2019).

1.9.5. Planificación agrícola

La planificación agrícola es un proceso que ayuda a determinar cuándo, cómo y qué cultivos se deben sembrar, lo que permite a los agricultores ahorrar tiempo y, a su vez, mejorar su proceso al maximizar la producción y las ventas. Además, la planificación tiene un impacto ya que ayuda a realizar los procesos de cultivo de forma organizada (Mamani, 2018).

1.9.6. Factores que intervienen en la planificación agrícola

A continuación, se presenta una síntesis de Rojas (2017), sobre los factores que intervienen en la planificación agrícola:

- **Factores naturales o ambientales:** Clima, suelos, disponibilidad del agua, cubierta o manto vegetal (bosques).
- **Factores económicos:** Mercados y condiciones de comercialización de productos, precios de los insumos, disponibilidad de insumos físicos, disponibilidad de servicios de créditos y asistencia técnica, impuestos, incentivos diversos (subsídios y extensiones), eficiencia de la mano de obra de las maquinarias y equipo.
- **Factores organizativos e institucionales:** Régimen de posesión y uso de la tierra (tenencia), tamaño de la realización, eficiencia de los servicios oficiales, política oficial, organizaciones rurales y asociaciones, organizaciones de la investigación básica y aplicada.
- **Factores culturales:** Dinámica de las comunidades rurales, nivel de conocimiento de los agricultores, estructura social y valores culturales, proceso de cambio sociocultural, barreras y resistencia a las innovaciones, divulgación de los conocimientos.

Todos estos factores son los que influyen en la producción agrícola, la cual también dependerá de la ubicación geográfica de los tres cantones y tipos de cultivo que crecen en mayor cantidad en la tierra.

1.9.7. Modelo

Es importante señalar que el modelo es una representación numérica o gráfica del sistema real, es decir, es la forma en que se utiliza. Lo cual permite predecir algunas características importantes como: analizar y explicar un evento en el futuro, tomando en cuenta variables y características que lo requiera con el fin de encontrar el resultado deseado (**Rodríguez et al., 2018**).

1.9.8. Modelo de simulación

La simulación del modelo está representada por un conjunto de ecuaciones, que incluyen diversos procesos y variables, que se relacionan con fenómenos reales. Por lo tanto, es posible conocer el comportamiento de las diferentes variables. Por otro lado, la simulación es útil ya que permite realizar una evaluación de forma rápida y económica, logrando evaluar las variables, para así proponer una solución a un problema o a su vez establecer diferentes alternativas con la finalidad de cumplir con el objetivo (**Candelaria et al., 2011**).

1.9.9. Programación Lineal

La programación lineal es un método matemático eficiente que permite maximizar o minimizar la función objetivo-propuesta, la cual está limitada por restricciones representadas por medio de ecuaciones (**Murota, 2020**).

1.9.10. Requerimiento de Tierra

La necesidad de tierra es un recurso limitado que permite la siembra de diversos tipos de cultivos, cuyo fin es optimizar la producción agrícola. Donde a su vez, se puede utilizar para implementar diferentes métodos de tratamiento de suelos (**Clirsen & Sigarro, 2011**).

1.9.11. Disponibilidad de Tierra

Es el área de cultivos por hectárea disponible para la producción agrícola, el suelo es uno de los recursos más importantes en la diversidad de actividades de desarrollo **(Nieto et al., 2018)**. Por ello, es importante resaltar que la superficie agropecuaria es de 4.872.049,88 ha y el 19% se utiliza en la agricultura y ganadería **(Pilataxi, 2016)**.

1.9.12. Requerimiento de agua

El requerimiento de agua se considerada como la cantidad necesaria que necesitan los agricultores para el sistema de riego, el mismo que está determinado por la cantidad y tipo de sales que posee la misma con la finalidad de que cumplan con las condiciones óptimas para el crecimiento y producción **(Guerrero et al., 2021)**. Por esta razón, la cantidad de agua de riego va a variar según los requerimientos que necesiten los cultivos, esto a su vez según el clima y tipo de cultivo que cosechen **(Cadena, 2018)**.

1.9.13. Disponibilidad de agua

Hace referencia al volumen total de agua disponible a nivel mundial donde el promedio anual de este líquido corresponde a 1,386 km³ del cual solo el 2,5% corresponde al agua dulce, la cual se la ocupa para diferentes actividades entre ellas la agricultura en donde es necesario el agua de riego para sus cultivos **(FUNCAGUA, 2020)**. Por lo tanto, el agua es un factor importante para los agricultores ya que es un insumo esencial para la producción agrícola y desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria **(AQUAE, 2021)**.

1.9.14. Requerimiento de mano de obra

Es el esfuerzo y la cantidad de personas que se requieren para realizar una actividad agropecuaria básica como: cosecha, cultivo, riego, siembra entre otros. Esto ocurre de manera directa (fácil/económica) e indirecta (gastos de producción) **(Anríquez et al., 2016)**.

1.9.15. Disponibilidad de mano de obra

Se define como la cantidad de recursos humanos que se utiliza de forma positiva para realizar una actividad en un tiempo y lugar establecidos, además, la mano de obra es un componente importante para el proceso productivo de los alimentos (**Botero, 2022**).

1.9.16. Requerimiento de inversión

Es el monto total de los costos y la implementación de los recursos tanto humanos como materiales que se requieren en las actividades agrícolas, estos con el fin de obtener una mejor producción de los alimentos y una óptima rentabilidad (**FAO, 2014**).

1.10. Objetivos

1.10.1. Objetivo General

- Analizar el efecto de la participación de la agricultura familiar y campesina en la producción de alimentos para la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo.

1.10.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores que afectan en la producción de alimentos en la agricultura familiar de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo.
- Aplicar un modelo matemático para la producción de alimentos que contribuyan a la seguridad alimentaria del consumidor.
- Determinar las limitaciones que afectan a la producción de alimentos para mejorar la seguridad alimentaria de los pequeños y medianos productores.
- Validar el modelo matemático por medio del programa GAMS empleando información observada de las explotaciones analizadas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Metodología

En el presente trabajo se realiza la investigación de la agricultura familiar incidiendo en la seguridad alimentaria, la misma que se efectúa por primera vez en la provincia de Tungurahua en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo.

En el presente trabajo de investigación se pretende aplicar un paradigma del positivismo, que permita analizar el estudio a través de la certeza cuantificable, observable y medible mediante el uso de herramientas, procedimientos y técnicas con el fin de obtener un fin. A su vez, se da el análisis de la investigación cuantitativa en relación a las variables de la producción de la agricultura familiar, donde se indica que a través de la compilación de la base de datos se puede asegurar los indicadores de la seguridad alimentaria, la misma que afirma que los productos cultivados son saludables.

Según **Masabanda (2019)**, en su trabajo de investigación sobre el “Análisis económico de la producción agrícola y su incidencia en la rentabilidad de los productores de la parroquia Juan Benigno Vela, provincia de Tungurahua” establece en su metodología que según su investigación aplicó un método cuantitativo y cualitativo, la misma que buscó verificar las variables de la producción y rentabilidad agropecuaria, para lo cual se aplicaron encuestas y diagramas que facilitaron el análisis de las variables estudiadas, con el fin de conocer la situación agrícola de la parroquia.

Por su parte, **Tubón (2022)**, en su tema de titulación sobre la “Aplicación de modelos matemáticos para la determinación de zonas de producción en el cantón Píllaro para garantizar la seguridad alimentaria” destaca que para el estudio de la producción agrícola se toman en cuenta diferentes variables como: agua de riego, inversión, sistema de producción actual y mano de obra. A su vez, se aplicó un modelo matemático que ayudó a determinar las zonas con mayor producción de Píllaro, por lo que, se utilizó el programa GAMS (General Algebraic Modeling System) con la finalidad de resolver problemas de sistemas lineales y no lineales, los mismos que

necesita de datos de encuestas para lograr determinar la seguridad alimentaria de los productos agrícolas.

2.2. Modalidad bibliográfica- documental

La presente investigación se realizó de manera bibliográfica y documental utilizando documentos, libros, páginas web, tesis, artículos científicos y revistas relacionadas con el tema de investigación. Estos documentos se los utiliza con la finalidad de analizar y presentar resultados coherentes. Ya que el objetivo de esta metodología es sustentar el marco teórico de la investigación.

2.3. Modalidad aplicada

El tema de investigación es de tipo aplicado, ya que busca obtener soluciones que puedan ser aplicadas a corto o largo plazo. La investigación aplicada se dirige a la solución de problemas prácticos y en el estudio de conocimientos obtenidos. Este tipo de aplicación requiere de un marco teórico, el cual se va a basar en generar soluciones a problemas específicos que se necesiten resolver. Conjuntamente, se utilizarán diversas técnicas de recopilación y análisis de datos, pero estos dependerán del problema de investigación y a su vez los objetivos planteados.

Para llevar a cabo el estudio completo, se utilizará la investigación cuantitativa como cualitativa. La investigación cuantitativa nos permite utilizar diferentes técnicas como: análisis de datos y encuestas, mientras que para la investigación cualitativa se toma en cuenta las variables de las encuestas con la finalidad de continuar con el análisis de los datos obtenidos.

2.4. Población y muestra

Para la investigación se tomó en cuenta los tres cantones a estudiar, en donde se evidencia un total de 57.271 habitantes **INEC (2010)**, de tal manera que para la recopilación de datos se realizó una encuesta a los agricultores de los cantones Píllaro Mocha y Tisaleo, en consecuencia, se tomó en cuenta un total de 400 familias, por lo cual, se aplicó el siguiente cálculo de muestreo para conocer la cantidad de encuestas a realizar:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

Z: unidad estándar correspondiente al nivel de confianza empleado (95% el mismo que corresponde a 1,96)

e: porcentaje de error 5%

σ : desviación estándar de la población

$$n = \frac{400(0.5)^2(1.96)^2}{(400 - 1)(0.05)^2 + (0.5)^2(1.96)^2}$$

$$n = \frac{384.16}{1.9579}$$

$$n = 244$$

Una vez calculado el tamaño de la muestra, se logró identificar el número total de encuestas, la misma que se realizó a un total de 244 familias campesinas distribuidas en los tres cantones.

2.5. Agricultura familiar en Tungurahua

Tungurahua es una de las provincias que se ubica en la zona central del Ecuador en el valle interandino y tiene una superficie de 3.369 km², la misma que está conformada por 9 cantones los cuales se dedican a la agricultura familiar (**Viera et al., 2017**). En esta provincia se destaca la gran biodiversidad de cultivos, incluyendo legumbres, frutas y granos. De la misma manera, se reconoce la presencia de la agricultura familiar, la cual se caracteriza por ser una actividad económica que se desarrolla en

pequeñas unidades productivas, en donde la mano de obra es principalmente familiar (W. Franco et al., 2016).

En la provincia de Tungurahua (Figura 3) la agricultura familiar se ha convertido en uno de los principales ingresos económicos. Esta actividad se basa principalmente en la producción de diversos productos como: zanahorias, ajo, habas y papas. Los cuales son cultivados en varios sectores de las provincias donde las tierras son productivas, sin embargo, es importante destacar que la agricultura familiar no está enfocada solo en los ingresos económicos que genera, sino que también contribuye con el suministro de alimentos de primera necesidad (Franco et al., 2019).



Figura 3. Cantones de la provincia de Tungurahua

Fuente: Gobierno Provincial de Tungurahua, (2021)

2.6. Producción Agrícola

El sistema de producción agrícola se caracteriza por realizar varias actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias, la cual es realizada por un grupo familiar cuyo fin es garantizar la producción de diferentes alimentos, obteniendo como resultado la unión de distintos medios de producción tales como: capital, tierra y mano de obra los

cuales deben ser accesibles dentro del entorno socioeconómico de las personas **(Charco, 2010)**.

Por lo tanto, la actividad agrícola de Tungurahua representa el 40% de la economía activa de su población, esto se debe a que el 50% de la tierra es destinada a la producción agrícola. Por lo que, la diversidad de suelos que posee los cantones de Tungurahua permite que la producción sea abundante y diversificada tanto en raíces, tubérculos, frutas y hortalizas **(Pilla, 2014)**.

Según **Silva (2018)** menciona que la producción agrícola sobresaliente en Tungurahua se compone de cebada, trigo, avena, cebolla, papas, tomate, manzana, claudia, durazno y pera, y cada cantón presenta una producción específica de los alimentos incluidos. Por lo tanto, la provincia de Tungurahua posee una gran variedad de cultivos los mismos que garantizan la accesibilidad de los alimentos a todas las personas.

2.6.1. Producción de cultivos en el cantón Píllaro

Píllaro es uno de los cantones de la provincia de Tungurahua que se dedica a la producción agrícola, este cantón cuenta con una gran variedad de suelos, climas y disponibilidad de fuentes de agua **(García, 2021)**. Igualmente es considerado un cantón que ha diversificado pequeñas plantaciones siendo estas para su autoconsumo o venta local. Sin embargo, la importancia de la AF en este cantón se debe principalmente a la variedad de producción existente de hortalizas y frutas, de igual manera Píllaro es considerado el mayor productor de leche de buena calidad dentro de la provincia de Tungurahua **(Récalc, 2004)**.

La productividad de este cantón depende en gran medida de los pequeños agricultores, quienes han logrado aumentar la producción de alimentos gracias a su experiencia y tecnología. Además, la productividad también se ve influenciada por las características climáticas que varían según la altitud. En este sentido, los meses de febrero, marzo, mayo, octubre y noviembre son los que presentan mayor cantidad de precipitaciones, las mismas que van a afectar a la producción **(Espinoza, 2013)**.

El cantón Píllaro posee una amplia variedad de biodiversidad de cultivos debido a sus características territoriales, sin embargo, la población migra por motivos de trabajos o

estudios, lo que produce cambios en las actividades agrícolas por la ganadería (ganado de carne, bravo y en especial lechero), por lo que, las áreas de cultivos aplicados a la agricultura se destinan a la siembra de pastos como: avena, trébol, raygrass, alfalfa entre otros o a su vez la producción de monocultivos entre los más destacados están: tomate (2,87%), maíz (4,43%) y papa (6,39%). A pesar de esto, existen pequeños agricultores que siguen sembrando diferentes cultivos **GADMP (2015)**, entre los más relevantes tenemos:

Tabla 4. Tipos de cultivos en el cantón Píllaro

Cultivos	Ha	Porcentaje (%)
Papa	4.076,90	29,73
Maíz	2.827,76	20,62
Tomate de árbol	1.827,34	13,32
Frejol	830,61	6,06
Haba	669,10	4,88
Claudia	378,39	2,76
Lechuga	355,32	2,59
Aguacate	313,79	2,29
Durazno	203,04	1,48
Tomate riñón	158,55	1,16
Brócoli	156,89	1,14
Arveja	129,21	0,94
Manzana	129,21	0,94
Cebolla blanca	110,75	0,81
Mora	92,29	0,67
Cebada	73,83	0,54
Babaco	23,81	0,17
Trigo	9,23	0,07

Fuente: GADMP, (2015)

En la Tabla 4 se muestra la mayor cantidad de cultivos representativos del cantón Píllaro, donde se puede apreciar la biodiversidad agrícola cultivada por los pequeños agricultores, sea para autoconsumo o venta local. Además, se muestra la cantidad de

hectáreas cultivadas de cada alimento con su respectivo porcentaje, el cual sirve para determinar la superficie de tierra con la finalidad de que los campesinos mejoren los rendimientos de producción.

2.6.2. Producción de cultivos en el cantón Tisaleo

Tisaleo se caracteriza por ser un cantón agrícola que permite la siembra de cultivos de ciclo corto y de tipo frutales. Por lo tanto, se destaca que la economía del cantón se basa principalmente en actividades agrícolas. Donde las frutas son de gran interés comercial (Prat, 2014).

Según el MAGAP (2014a) indica que los cultivos más representativos que se encuentran en el cantón son: maíz suave y papa, sin embargo, con el paso de los años ha ido disminuyendo debido a que la superficie cultivada se ha utilizado para pastos, la misma que representa el 37,88% y a su vez existen espacios donde se cultivan: habas, papas, cebolla blanca y mora.

Tabla 5. Tipos de cultivos en el cantón Tisaleo

Cultivos	Ha	Porcentaje (%)
Maíz suave	1,200	23,10
Papa	775	14,92
Pasto cultivado	1,743	33,55
Mora	192	3,70
Frutilla	2	0,03
Otras frutas	1	0,10

Fuente: MAGAP, (2014a)

En la Tabla 5 se presentan los diferentes tipos de cultivo que se siembran en el cantón Tisaleo, donde se puede observar la superficie de hectáreas cultivables y el porcentaje de su producción. En donde se destaca que el maíz suave y el pasto son los cultivos que aprovechan mejor la tierra, ya que el cantón cuenta con una mayor cantidad de hectáreas de tierra.

2.6.3. Producción de cultivos en cantón Mocha

La actividad agrícola del cantón Mocha se basa principalmente en la producción de la tierra y cultivos de ciclo corto, aunque actualmente existe un mayor dinamismo en la actividad ganadera, razón por la cual se incrementa el cultivo de pastos utilizados en la producción láctea (MAGAP, 2014b).

Por tanto, la actividad agrícola del cantón se basa en tres zonas productivas: zona baja, media y alta. La zona baja presenta suelos arenosos en los que se cultivan principalmente: manzana, durazno, claudia y mora, mientras que en la zona media se encuentran cultivos de ciclo corto como: haba, cebolla paiteña y papa, mientras que, en la zona alta el suelo es utilizado para la ganadería porque en este sector existe la siembra de pastos (GAD Municipio Mocha, 2019).

Por tal motivo, los principales cultivos y rendimientos del cantón Mocha se pueden evidenciar a continuación:

Tabla 6. Tipos de cultivos en el cantón Mocha

Cultivo	Producción	Rendimiento (kg/ha)
Papa	783	10,73
Cebolla paiteña	448	8,95
Haba	26	1,01
Alverja	46	3,29
Frejol	4	1,25
Zanahoria amarilla	96	12,00
Mora	603	7,04
Pera	240	40,00

Fuente: GAD Municipio Mocha, (2019)

En la Tabla 6 se identifica los diferentes tipos de cultivos que se pueden encontrar en el cantón Mocha, observando así que la papa y la mora son cultivos de ciclo corto que se producen más en la zona baja, debido a que el cantón Mocha posee suelos arenosos, también un factor importante en estos cultivos es el agua debido a que existe robos en las zonas altas. En cambio, el estudio realizado por Sosa (2015) indica que los tipos

de cultivos que más se dan en la zona baja del cantón son: manzana durazno, claudia, pera, papa y maíz mencionando así que el problema que presentan los agricultores es el riesgo de heladas que producen por el descenso de temperatura.

2.7. Técnicas de instrumento

2.7.1. Técnicas

Para la técnica de estudio se tomó en cuenta el diseño de un modelo matemático que permita delimitar las zonas productivas de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo. Por ello, se aprecia los factores que actúan en la producción agrícola, tales como: tierra, riego, mano de obra, capital, inversiones y disponibilidad. Por lo tanto, el trabajo se realiza a través de encuestas obtenidas, las cuales son analizadas por medio de programas matemáticos, el análisis se realizará mediante el uso de GAMS y otros programas complementarios como: MS Excel y SPSS.

Por otro lado, para el desarrollo de la investigación se aplicó un modelo de programación lineal, siendo este un método matemático que ayuda a optimizar las dificultades de producción, teniendo en cuenta las variables y restricciones que se ven afectadas en la disposición de los recursos, técnicas y condiciones que definen al agricultor. Además, el modelo tiene una perspectiva cuantitativa donde se toman en cuenta las siguientes variables: la tierra, mano de obra, agua, fertilizantes y a su vez factores de producción (Alvarado, 2011).

2.7.2. Instrumento

El instrumento utilizado en la investigación es el uso de un cuestionario, el mismo que está compuesto por preguntas cerradas y abiertas el mismo que se encuentra en la parte de anexo 1, las mismas que fueron dirigidas a las familias de los agricultores pertenecientes a los cantones de estudio con el fin de saber si tienen conocimiento sobre la seguridad alimentaria; con el objetivo de estructurar alternativas que ayuden a mejorar los cultivos.

De igual manera se utiliza una base de datos obtenidos a través del MAGAP, donde se brindó información sobre la producción y rendimiento de los principales cultivos que se encuentran en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo.

2.8. Análisis de información recopilada

A través de la información recabada en las parroquias de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo en el año 2021 mediante las encuestas realizadas se recopiló la siguiente información; género, edad, tierra disponible, acceso a agua de riego, actividades agrícolas, rendimiento de los cultivos, gastos e ingresos de producción y seguridad alimentaria de cada cantón. Los cuales se realizaron a 244 familias campesinas, asimismo de una base de datos proporcionados por el MAGAP la cual ayudó con la información de producción y rendimiento de los principales cultivos de los cantones de estudio.

En el estudio se utilizó un muestreo de tipo probabilístico debido a que cada elemento poblacional debe tener la misma posibilidad de ser seleccionado, igualmente este se le utiliza para muestras grandes de información **(Otzen & Manterola, 2017)**. Por ello, para un mejor manejo de los datos se utiliza el programa SPSS (Statistical Product and Service Solutions) ya que cuenta con una interfaz en la cual ayuda a manipular la base de datos y lanzar el análisis a través de tablas y gráficos para un mejor análisis de los datos cuantitativos **(Rivadeneira et al., 2020)**.

Con los datos obtenidos en las encuestas realizadas se aplica el modelo matemático para determinar las zonas de producción de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo esto se realiza a través de diferentes programas como Microsoft Excel, Statistical Product and Service Solutions (SPSS) y General Algebraic Modeling System (GAMS).

2.9. Datos de la agricultura y seguridad alimentaria de los encuestados.

Tabla 7. Datos de la agricultura alimentaria de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo

Variables	Descripción	Medida
Dedicación agropecuaria	Labores agropecuarias que realizan los agricultores	1= Agrícola; 2= Pecuaria
Dedicación actividad agrícola	Que miembro de la familia realiza la actividad agrícola	Personas
Tendencias de la tierra – Actividad agrícola	Propietario o no de las tierras de siembra	1=Propio; 2=Arrendado; 3=Propio o arrendado
Tipos de cultivos	Principales cultivos o siembras	Alimentos
Costos insumos agrícolas	Monto de dinero necesario para la siembra agrícola	USD/\$
Abandono del cultivo por plagas	Dejar la siembra por motivos de enfermedades en los cultivos	1=Si; 2=No
Abandono del cultivo por altos costos de mantenimiento	Dejar la siembra por falta de dinero para el aprovechamiento de la siembra	1=Si; 2=No
Abandono del cultivo por escasa disponibilidad de agua de riego	Dejar la siembra por falta de agua de riego	1=Si; 2=No
Abandono del cultivo por bajo precio de venta	Dejar la siembra por los bajos precios en las ventas de los alimentos	1=Si; 2=No
Abandono del cultivo por competencia	Dejar la siembra por competencia de otros agricultores a precios más bajos	1=Si; 2=No
Conocimiento de seguridad alimentaria	Que conoce acerca de la seguridad alimentaria	1=Si; 2=No
Consumo de producción	Que parte de la producción es la que consume la familia	Porcentajes de la siembra
Venta de la producción	Que parte de la producción es la que se vende	Porcentaje de la siembra
Tipos de afecciones a la salud	Que tipos de enfermedades principales contrae el agricultor	Enfermedades
Alimentos causa de enfermedades	Los alimentos causan o no enfermedades	1=Si; 2=No

En la Tabla 7 se evidencia la descripción de las diferentes variables tomadas para la realización de las encuestas, siendo estas preguntas que ayudan a determinar la producción agrícola de los cantones de Píllaro, Tisaleo y Mocha. Así mismo se puede evidenciar que se describe cada variable con su respectiva medida con la finalidad de diferenciar a quienes van dirigidas.

Tabla 8. Variables de la agricultura y seguridad alimenticia de los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo

Variables	Unidades	Media	s.d.c	Máximo	Mínimo
Dedicación agropecuaria	1= Agrícola; 2= Pecuaria	2.27	0.97	4	1
Dedicación actividad agrícola	Personas	2.52	2.05	8	1
Tendencias de la tierra – Actividad agrícola	1=Propio; 2=Arrendado; 3=Propio arrendado	1.36	0.82	4	1
Tipos de cultivos	Alimentos	2.89	1.47	5	1
Costo insumos agrícolas	USD/\$	3.05	1.38	6	1
Abandono de cultivo por plagas	1=Si; 2=No	1.81	0.39	2	1
Abandono de cultivo por altos costos de mantenimiento	1=Si; 2=No	1.91	0.28	2	1
Abandono de cultivo por escasa disponibilidad de agua de riego	1=Si; 2=No	1.98	0.15	2	1
Abandono de cultivo por bajo precio de ventas	1=Si; 2=No	1.90	0.30	2	1
Abandono de cultivo por competencia	1=Si; 2=No	1.96	0.20	2	1
Conocimientos de seguridad alimentaria	1=Si; 2=No	1.49	0.50	2	1
Consumo de producción	Porcentajes de la siembra	2.08	1.63	6	1
Venta de la producción	Porcentaje de la siembra	3.58	1.33	6	1
Tipos de afecciones a la salud	Enfermedades	4.51	2.20	7	1
Alimentos causa de enfermedades	1=Si; 2=No	1.74	0.44	2	1

La Tabla 8 muestra los valores estadísticos descriptivos de: media, máximo, mínimo y sdc (desviación estándar) de las variables de las encuestas realizadas, estos datos obtenidos nos permiten diferenciar principalmente lo que es la desviación estándar de cada variable aplicada en donde los valores más pequeños nos indican que no existe una disección de estas variables mientras que para los valores altos de sdc la dispersión de estas variables son muy grandes lo cual podría estar afectando a la agricultura familiar y por ende a la seguridad alimentaria.

2.10. Diseño del modelo

El diseño del modelo productivo se basa en la capacidad productiva de la agricultura, además esta surgió del capital del agricultor para los agroquímicos y su respectiva maquinaria (Franco, 2017).

El método se basa en la resolución del modelo lineal que permite maximizar los beneficios de la producción sin las limitaciones de las restricciones agrícolas.

$$\text{MaxZ} = \sum_i MG_i x_i$$

Tal que:

$$\sum_i a_i x_i \leq b_i[\lambda]$$

y;

$$x \geq 0,$$

Para el modelo se debe considerar que x_0 corresponde a la superficie que se observa y se toma ε como un número positivo, para anticipar la dependencia de las restricciones, para lo cual se debe calibrar al valor dual ρ de tal forma que la formula se expresa de la siguiente manera:

$$\text{MaxZ} = \sum_i MG_i x_i$$

Tal que:

$$\sum_i a_i x_i \leq b_i[\lambda]$$

$$x \leq x_0 + \varepsilon[\rho]$$

$$x \geq 0,$$

Donde:

ρ : valores duales adaptados a las restricciones de calibración

(Franco, 2017).

Función objetivo adaptada

La función objetivo que se utilizó para el presente trabajo se basa en la maximización del rendimiento de producción (Jordán & Villamarín, 2021). En consecuencia, ayuda a maximizar el rendimiento del área de producción a través de las restricciones, los recursos disponibles y la función objetivo.

$$\max Z = \sum_i^n Rend * Xi - cost$$

Tal que: Rend: Rendimiento, X_i : precio, cost: Costo.

Restricciones:

La función objetivo está sujeto a ciertas restricciones según los recursos disponibles, sin embargo, el modelo matemático incluye variables y factores como: tierra, riego, mano de obra y capital que se adaptan a la fórmula del modelo antes mencionado (Jordán & Villamarín, 2021).

- **Restricción de tierra**

$$\sum_j^n reqtierra * Xi \leq dt$$

Tal que; reqtierra: requerimiento de tierra, X_i : precio, dt: disponibilidad de tierra.

- **Restricción de riego**

$$\sum_j^n reagua * Xi \leq da$$

Tal que; reagua: requerimiento de agua, Xi: precio, Da: disponibilidad de agua.

- **Restricción de mano de obra**

$$\sum_i^N reqmano\ de\ obra * Xi \leq mo$$

Tal que; reqmano de obra: requerimiento de mano de obra, Xi: Precio, Dmo: disponibilidad de mano de obra.

- **Restricción de capital**

$$\sum_i^N recapital * Xi \leq dc$$

Tal que; reqcapital: requerimiento de agua, Xi: precio, Dc: disponibilidad de a gua.

- **Restricción de inversión**

$$\sum_i^N reinversión * Xi \leq di$$

Tal que; reqinversión: requerimiento de agua, Xi: precio, Di: disponibilidad de inversión.

- **Condición de no negatividad**

$$Xi \geq 0$$

2.11. Elaboración de resultados e interpretación

Para la resolución de los resultados se aplica el programa matemático General Algebraic Modeling System (GAMS), el cual es un sistema de modelización que se utiliza para resolver problemas de optimización matemática como: programación lineal y no lineal, este software cuenta con su lenguaje propio el cual ayuda a implementar modelos matemáticos más complejos (**Vargas et al., 2021**).

Por consiguiente, el lenguaje de modelización del programa ayuda a formular y editar modelos matemáticos, lo que permite la aplicación de una secuencia de programas también conocidos como solvers, (**Jordán & Villamarín, 2021**). No obstante, este software permite encontrar las mejores zonas en las que el agricultor puede cultivar sus productos, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria de los alimentos de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo.

2.12. Medición de indicadores de seguridad alimentaria.

Para encontrar la medición de los indicadores, es fundamental conocer el estado de la seguridad alimentaria en un sector específico, con el fin de comprender el aporte que hacen los agricultores, por lo tanto, la medición de indicadores que ayuden a monitorear los resultados y cambios que se desarrollan aplicando un modelo de producción, en el que se utilizan los indicadores de disponibilidad alimentaria (**Botella, 2018**).

Tabla 9. Indicadores de Disponibilidad

Indicador	Definición	Operación
Suministro de energía Alimentaria	Ayuda a que todos los alimentos estén disponibles durante todo el año contra las necesidades promedios de las personas.	$\frac{Kcal\ disponible\ per\ cápita}{Req\ energético\ promedio} * 100$
Producción global de alimentos	Producción nacional de los alimentos producidos en un año versus la producción de un periodo.	$\frac{Producción\ Anual}{Producción\ por\ período} * 100$
Rendimiento por hectáreas de los principales alimentos básicos	Cantidad de los alimentos producidos en cada hectárea sembrada	$\frac{Cantidad\ producida\ del\ alimento}{Área\ cultivada}$

Fuente: García & Pérez, (2016)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en los datos de las encuestas realizadas a los agricultores, se elaboraron las siguientes figuras para una mejor representación de las variables que más se destacan de los productores en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo.

3.1. Datos demográficos

En base a los datos de las encuestas realizados a los agricultores, se elaboraron las siguientes figuras para una mejor representación de las variables que más se destacan de los productores en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo.

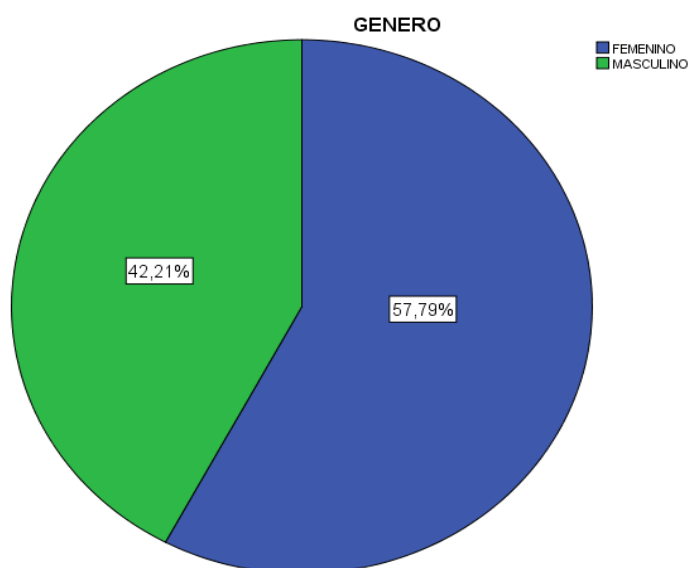


Figura 4. Género

En la Figura 4 se indican los valores obtenidos de los datos de género de los agricultores encuestados, donde se puede apreciar que el 57,79% corresponde al sexo masculino, demostrando así que los hombres son quienes pasan la mayor parte de su tiempo en el trabajo agrícola, mientras que en otros sectores las tareas son compartidas con el resto de los miembros de la familia y el 42,21% representa a las mujeres, por lo que, la muestra seleccionada mantiene una distribución adecuada en relación a la estructura de la población agrícola de la sierra ecuatoriana.

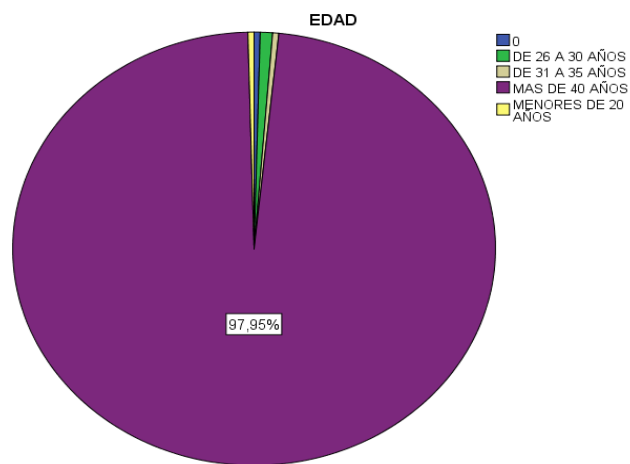


Figura 5. Edad

La Figura 5 muestra la distribución por edad de los productores, donde se puede apreciar que el 97,95% son personas mayores de 40 años. Donde se evidencia que la agricultura está en manos de personas mayores, por lo tanto, esto implica que existe una deficiencia en la participación de los jóvenes en las actividades agrícolas, lo que podría significar problemas a futuros por el relevo generacional que ocasionaría. Lo que a largo plazo poco a poco se perdería el enfoque de la agricultura familiar en los tres cantones.

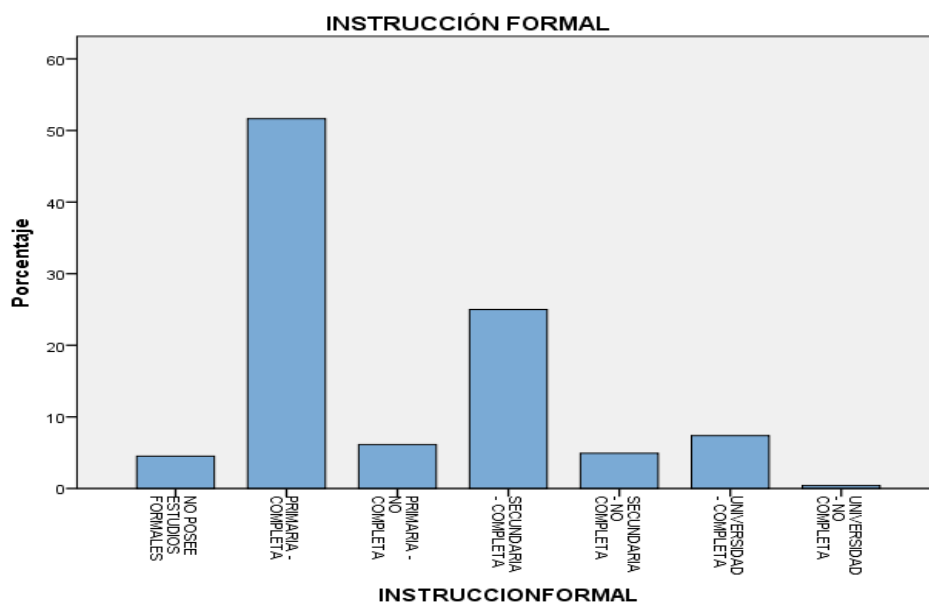


Figura 6. Nivel de Instrucción

En la Figura 6 se presenta la instrucción de los encuestados, donde se evidencia que el 51,6% terminó la primaria, el 25% la secundaria y el 7,4% completó la universidad mientras que el 4,5% representa a las personas que no tienen estudios. Esto indica que la mayoría solo logró culminar el nivel primario, lo cual podría deberse a que desde temprana edad se dedicaron a la agricultura. Por lo tanto, es importante destacar la relevancia del trabajo de los agricultores, ya que contribuyen al desarrollo del país.

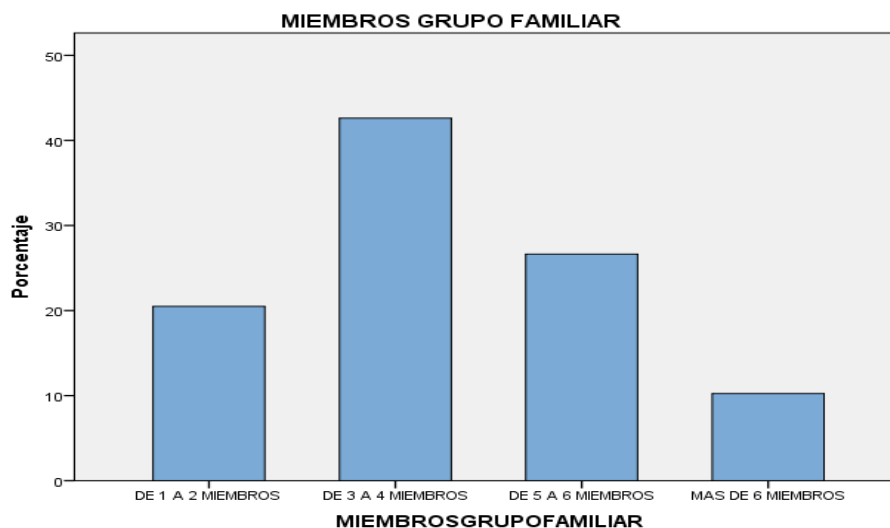


Figura 7. Miembros del grupo familiar

En la Figura 7 se muestran los integrantes del grupo familiar, donde se puede observar que el 42,6% de los miembros de la familia, pertenecen a familias de 3 – 4 miembros. Por otro lado, el 26,6% está conformado por 5 – 6 miembros; por lo tanto, podemos decir que cada vez menos integrantes del grupo familiar participan en la siembra de cultivos y su diversificación, esto se debe a los bajos ingresos que reciben, por esta razón los miembros familiares se dedican a otras actividades fuera de la parcela. Lo que conlleva a que la producción se vea afectada por la falta de mano de obra familiar.

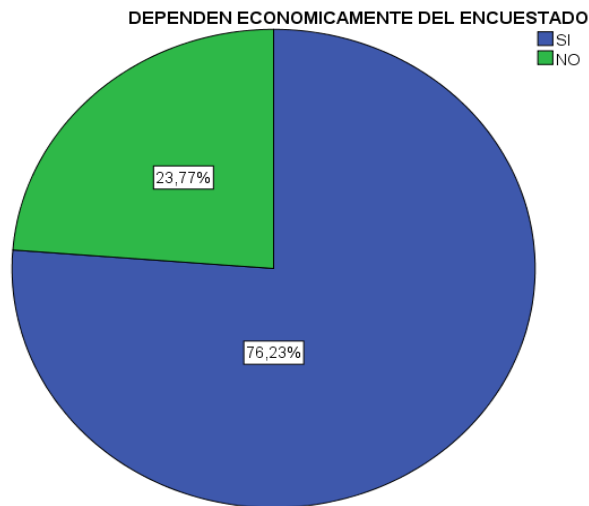


Figura 8. Dependencia económica

En la Figura 8 muestra la dependencia económica, donde se destaca que el 76,23% si depende del integrante principal para su sustento económico, mientras que el 23,77% no tiene ninguna dependencia. Destacando así que los integrantes de la familia dependen del jefe de hogar por ello todos los miembros ayudan en las actividades agrícolas con el fin de tener estabilidad económica y generar mayor producción, además, la dependencia sobre el miembro principal se ha convertido en un estilo de vida que se ha transmitido de generación en generación.

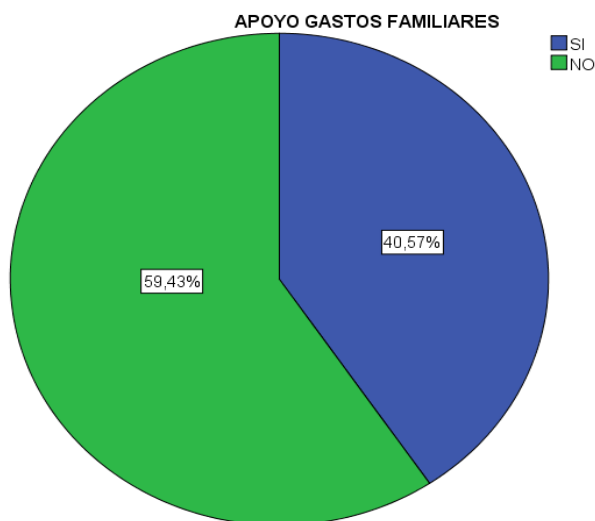


Figura 9. Apoyo de gastos familiares

En la Figura 9 se analiza el apoyo de los gastos familiares, en el que se puede observar que el 59,43% recibe apoyo por los miembros del grupo familiar mientras que el 40,57% no recibe ningún tipo de ayuda. En el estudio realizado por **Schneider (2014)** indica que al analizar los ingresos económicos se encontró que el 62,3% fue generado por ingresos no agrícolas los cuales son aportados por integrantes de la familia, los mismos que realizan actividades fuera de las parcelas con el fin de poder ayudar con los gastos familiares.

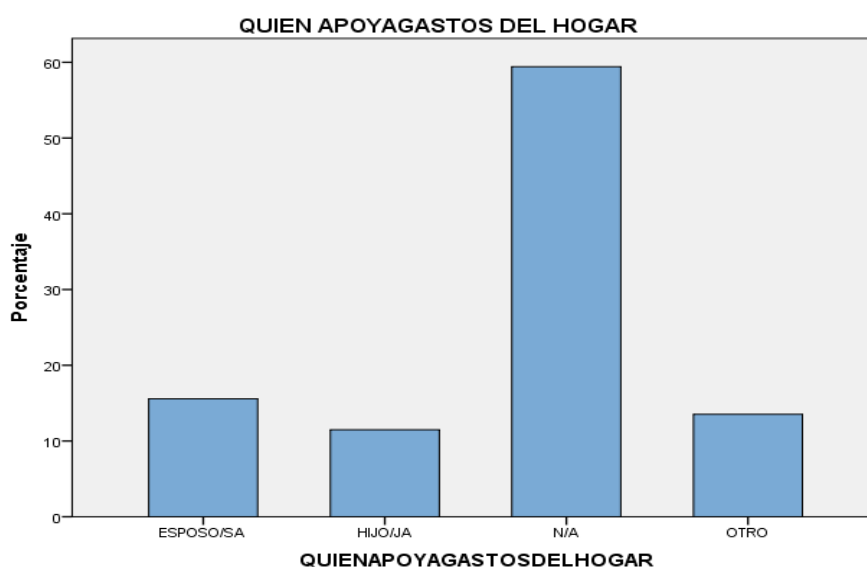


Figura 10. Apoyo de gastos en el hogar

La Figura 10 indica los resultados de los integrantes que aportan a los gastos familiares, en la cual se identificó que el 59,4% de los agricultores no depende de nadie, son ellos quienes generan sus ingresos con los cuales cubren sus necesidades, sin embargo, existe un 15,6% que corresponde al apoyo por parte de su cónyuge el cual le ayuda con los gastos del hogar.

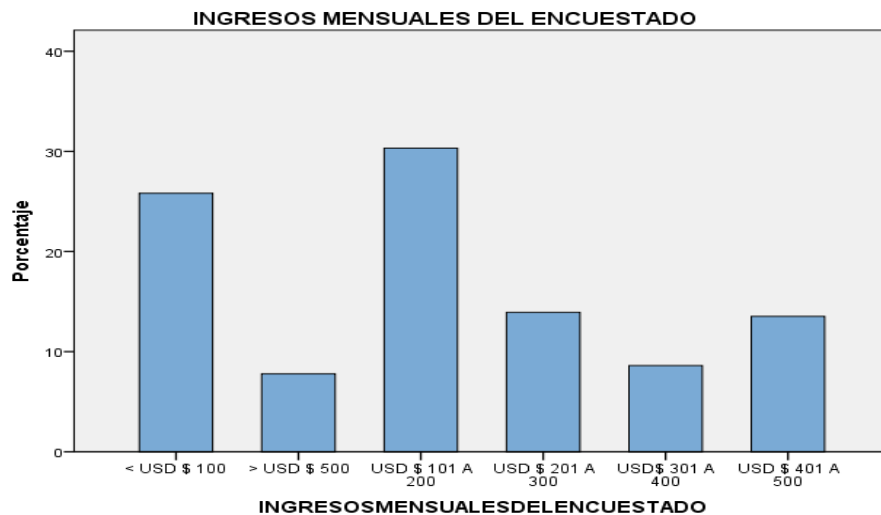


Figura 11. Ingreso mensual

La Figura 11 indica los resultados del ingreso mensual de los agricultores por su producción, según los datos obtenidos el 30,3% de los agricultores tiene un ingreso de \$101 a 200\$, seguido del 25,8% tiene un ingreso menor a 100 y el 19,9% para 201 a 400\$, por lo tanto, estos ingresos son considerados bajos y pueden llevar a los agricultores buscar otras fuentes de empleo o dedicarse a la cosecha de monocultivos, lo que a su vez hace que disminuya la agricultura y la biodiversidad de cultivos.

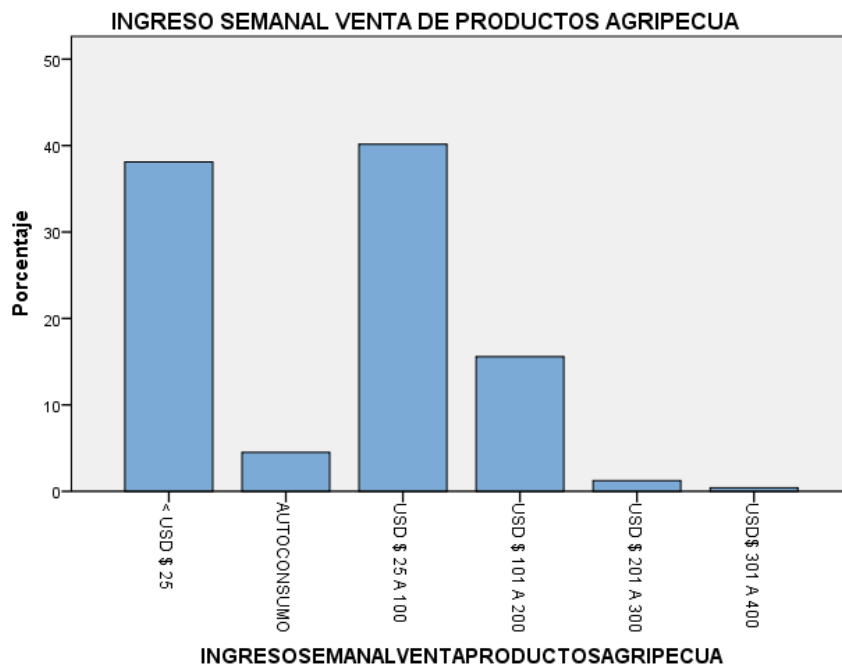


Figura 12. Ingreso semanal por venta de productos

En la Figura 12 se puede observar los datos obtenidos de los ingresos semanales de venta de productos agropecuarios, donde se demostró que el mayor porcentaje se obtuvo en el rango de 25 a 100\$ con un 40,2%, mientras que los ingresos menores a 25\$ representa el 38,1%. Además, la categoría de 301 a 400\$ solo estuvo representada por un 0,4%. Por lo tanto, se demostró que la gran mayoría de los encuestados se encuentran en un rango bajo de ingresos en relación a la venta de sus productos, esto se debe a diversos factores como la baja producción o falta de reconocimiento adecuado a los campesinos, lo que resulta en que no se les paga lo justo por sus alimentos.

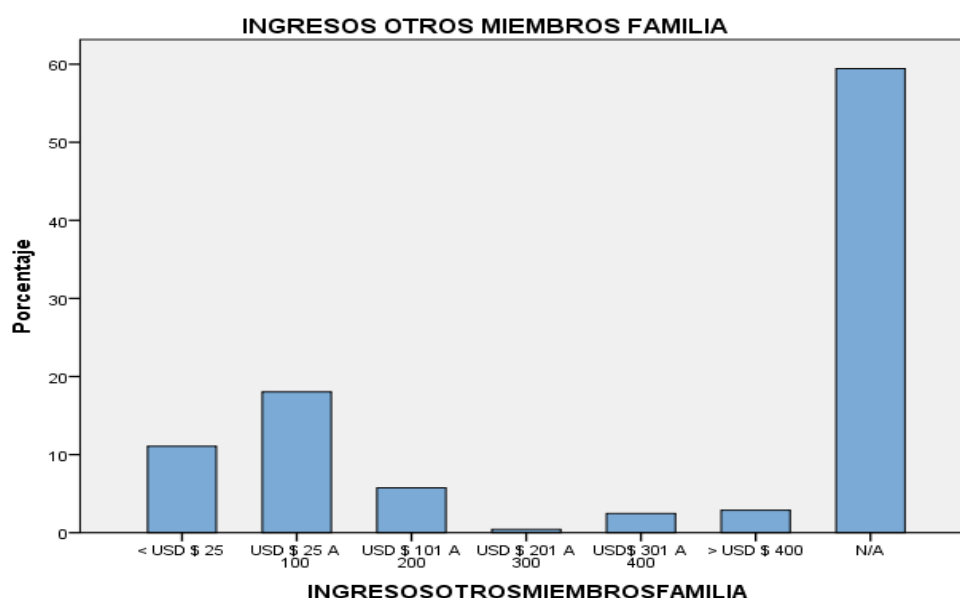


Figura 13. Ingresos de otros miembros de la familia

En la Figura 13 se presentan los resultados obtenidos para los ingresos de otros familiares, donde el 59,43% representa el mayor porcentaje de los ingresos el mismo que no se encuentra dentro de ningún rango específico, seguido del rango de 25 a 100\$ con un 18%, mientras que en el rango de 201 a 300\$ representan solo el 0,4%, lo que indica el porcentaje más bajo. Por lo tanto, de acuerdo a lo observado, se puede inferir que la gran mayoría de los agricultores no depende de un familiar sino solo de su trabajo y de lo que pueden generar a través de la agricultura, sin embargo, en ciertos casos, algunos familiares les ayudan a satisfacer las necesidades del hogar cuando no tiene un gran ingreso económico.

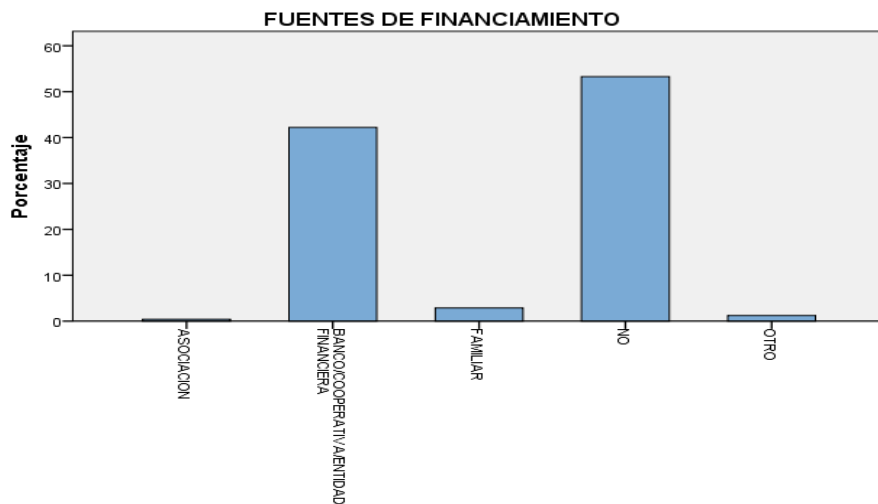


Figura 14. Fuente de financiamiento

En la Figura 14 se muestran las fuentes de financiamiento que utilizan los campesinos, en la cual podemos evidenciar que el 53,3% prefiere no solicitar préstamos a las entidades financieras para no endeudarse con intereses, sin embargo, el 42,2% de la población campesina realizan préstamos en bancos o cooperativas financieras por los beneficios que estas organizaciones brindan a los campesinos. Mientras que una pequeña parte del 0,4% solicita préstamos a determinadas asociaciones. Por ello, podemos decir que las fuentes de financiamiento son importantes para el desarrollo de los pequeños agricultores, mejorando su producción y diversificación de cultivos.

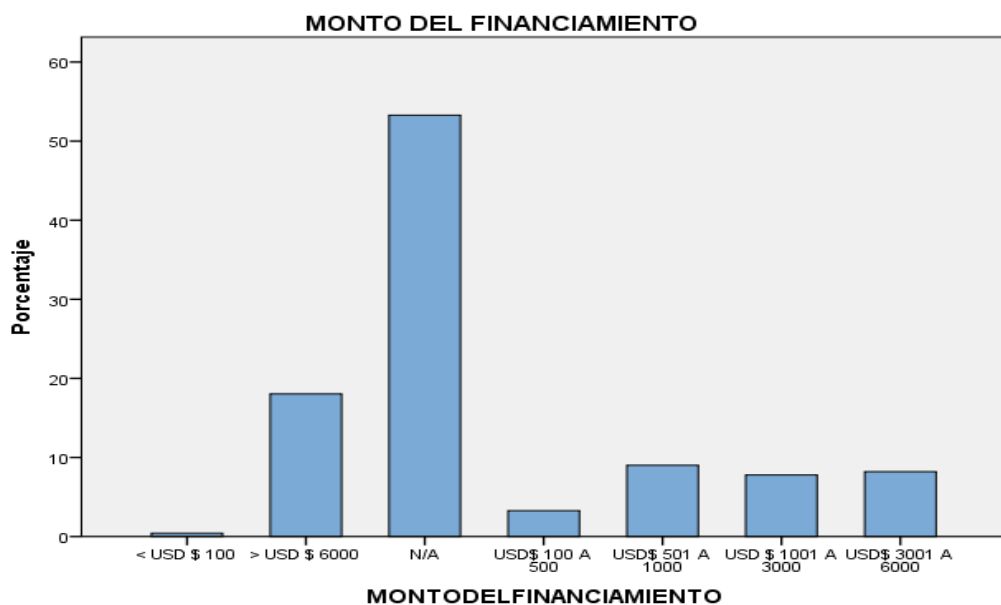


Figura 15. Monto de financiamiento

En la Figura 15 se indagó sobre el monto de financiamiento que necesitan los agricultores para sus cultivos, en el cual se logró identificar que la mayoría de los agricultores (53,28%) no cuentan con un monto específico, seguido por aquellos que requieren más de 6000\$ (18%), por otro lado, solo el 0,4% de la población necesita menos de 100\$. Estos montos varían debido a las diferentes necesidades básicas de los agricultores, pero se puede identificar que más del 50% de los agricultores no cuentan con un rango específico para el financiamiento, ya que depende de las necesidades que desean cubrir. Sin embargo, existe una cierta parte de la población donde su financiamiento es mayor a 500\$ hasta llegar a los 6000\$ los cuales son utilizados para las producciones de sus alimentos.

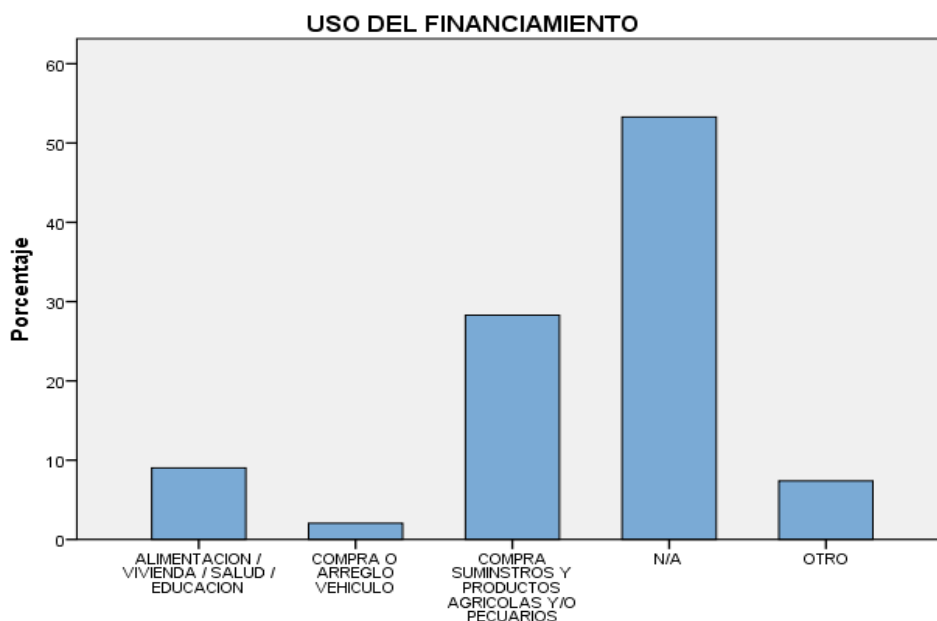


Figura 16. Uso del financiamiento

En la Figura 16 se muestran los resultados del uso que hacen los agricultores donde se destaca que no tienen un uso específico ya que lo utilizan para sus necesidades básicas o a su vez para cultivos con una participación del 53,28%, seguido del 28,3% utilizado para cultivo de compra de insumos agrícolas y pecuarios, mientras que un 9% se destina a la alimentación, vivienda, salud y educación y una parte mínima del 2% se utiliza en la compra o reparación de vehículos. Por lo tanto, el crédito es una guía que ayuda al desarrollo de la agricultura, por lo que el uso que le den los agricultores debe ser adecuado.

3.2. Limitaciones que afectan a la producción de alimentos

Según los datos obtenidos a través de las encuestas se identificó las limitaciones más relevantes que afectan a la producción de los alimentos las mismas que son: costos de insumos agrícolas, abandono de cultivos por plagas, abandono de cultivos por escasez de agua de riego, abandono de cultivos por bajo precio de venta, consumo productos frescos y consumo de productos procesados. Para poder abordar estas limitaciones se representó por medio de histogramas.

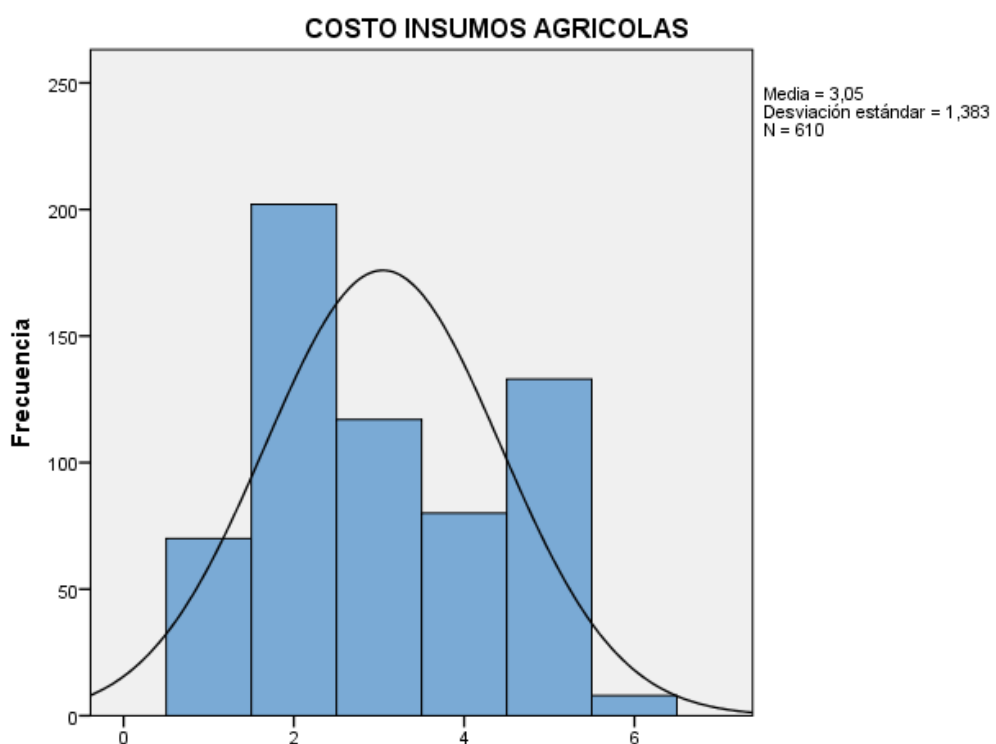


Figura 17. Costos de insumo agrícola para la producción de alimentos

En la Figura 17 se muestra el análisis del costo de insumos agrícolas, en el cual se puede observar que el rango de aceptabilidad más alto se encuentra entre 100 y 300 dólares, seguido por el rango de 1001 a 5000 dólares mensuales, con una media de 3,05 y una desviación estándar de 1,383. Este análisis sugiere que los costos de los insumos no afectan significativamente al agricultor, ya que la media se encuentra dentro del rango del conjunto de datos. Sin embargo, el estudio realizado por **Lizarzaburo (2021)** indica que desde el año 2020 ha ido incrementando los precios de los fertilizantes, insecticidas, fungicidas y estimulantes, lo que ha provocado un

aumento en el costo de la producción antes de su llegada a los consumidores. Por lo tanto, existe un aumento en los precios de los productos.

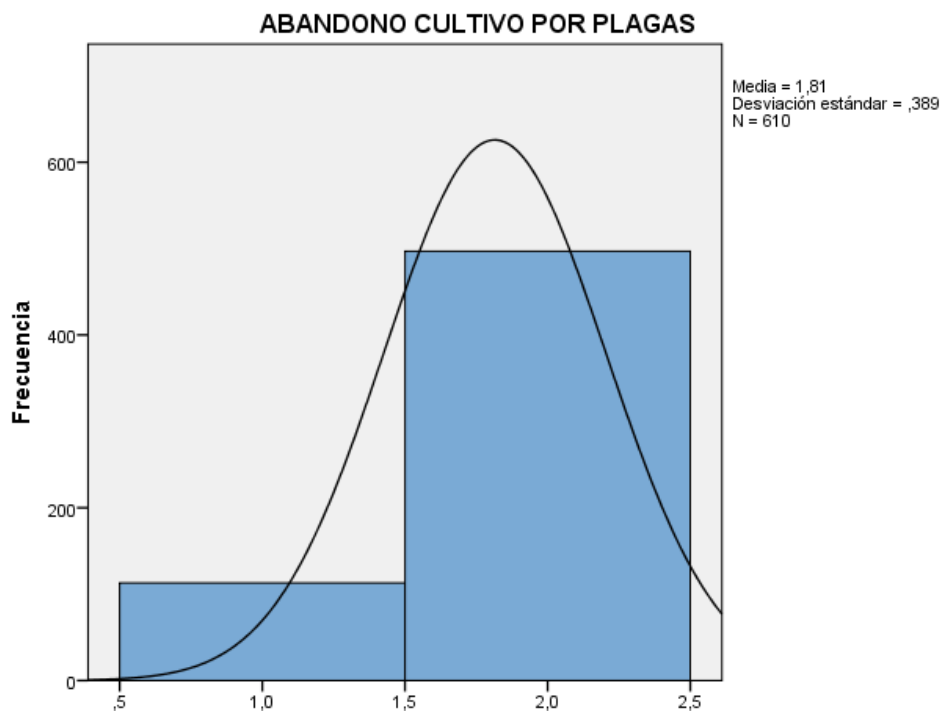


Figura 18. Abandono del cultivo por plagas

La incidencia del abandono de cultivos por plagas que se expone en la Figura 18 indica que, la mayoría de los cultivos se combinan con la siembra de otros cultivos debido a que utilizan para su autoconsumo. La media de este comportamiento es de 1,61 con una desviación estándar de 0,389, lo que indica que la rentabilidad del cultivo sembrado es el factor determinante para que los agricultores continúen con los cultivos a pesar de los factores que pueden afectar la cosecha. Por lo tanto, según la **FAO (2001)**, los agricultores pasan la mayor parte de su tiempo lidiando con plagas en sus cultivos, los cuales son combatidos con la finalidad de eliminar la mayor parte de ellas y salvar sus siembras.

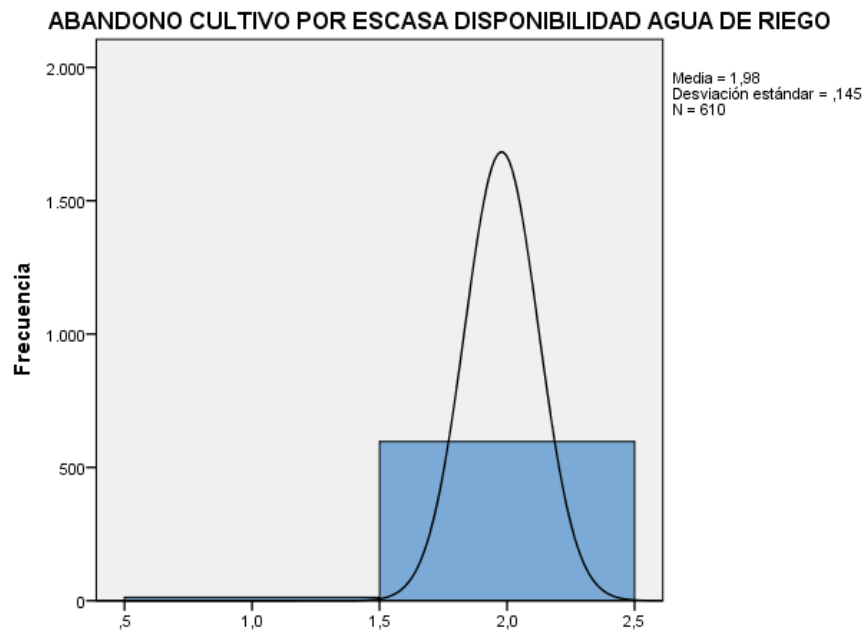


Figura 19. Abandono de cultivos por escasez disponible de agua de riego

El abandono de cultivos por escasez disponible de agua de riego, que se observa en la Figura 19, indica que la mayoría de los agricultores no abandonan sus cosechas, debido a que la disponibilidad de agua de lluvias es elevada gracias a la ubicación de los cantones en la zona sierra del Ecuador, donde se presentan precipitaciones en la gran mayoría del tiempo. La media es de 1,98 y la desviación estándar es de 0,145, lo que indica que se encuentran dentro del rango de conjuntos. El estudio realizado por **Melo & Contreras (2022)** indica que, para combatir la falta de agua de riego, los agricultores utilizan plantas resistentes o genéticamente modificadas, lo que permite que los cultivos no se estropeen. Además, esto ayuda a ahorrar agua y, por ende, se mejora la eficiencia de las siembras.

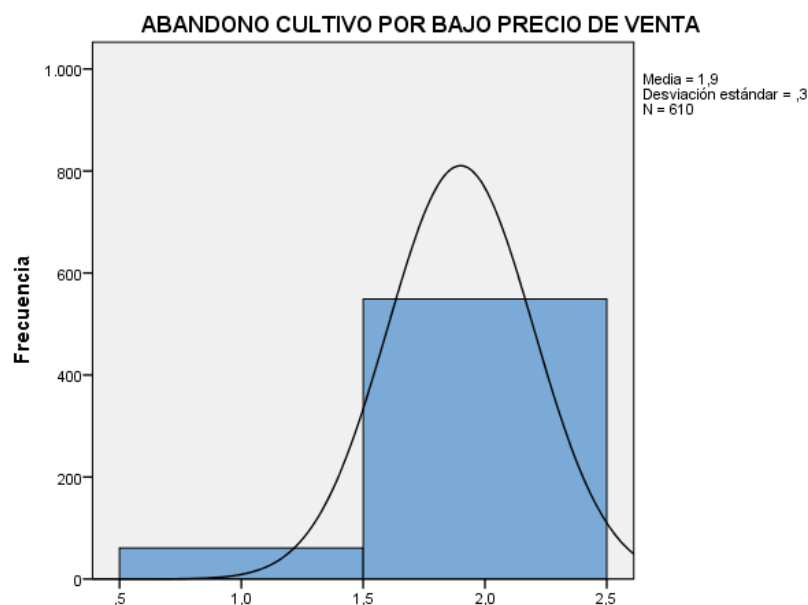


Figura 20. Abandono de cultivos por bajo precio de ventas

Los resultados del abandono de cultivos por bajo de precios de ventas que se observa en la Figura 20 indica que la mayoría de los agricultores no abandonan sus siembras, debido a que esta es su principal fuente de ingresos económicos. Presentando una media de 1,9 y la desviación estándar es de 0,3, lo que indica que los agricultores experimentan pérdidas económicas debido a que los cultivos se comercializan a un precio menor. Sin embargo, los agricultores crean estrategias para solventar este tipo de problemas y mantener la rentabilidad de los cultivos (**Expansión, 2020**).

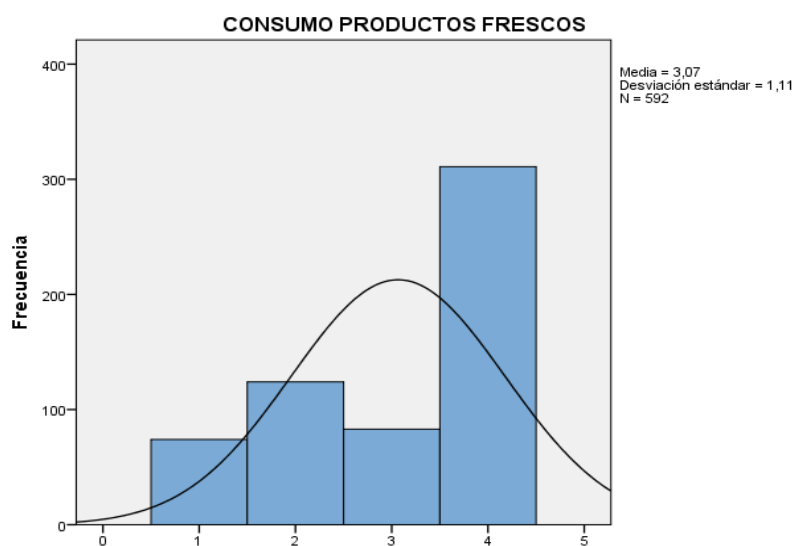


Figura 21. Consumo de productos frescos

El análisis del consumo de productos frescos, que se evidencia en la Figura 21 indica que la mayoría de la población los consumen durante los 7 días de la semana, debido a su alto valor nutricional. Los datos obtenidos muestran una media de 3,07 y una desviación estándar de 1,31 lo que indica que se encuentran dentro del rango del conjunto de datos. Esto sugiere que la población tiene una alimentación saludable y equilibrada al consumir alimentos frescos y nutritivos. Por consiguiente, según **Jareño (2017)** menciona que el consumo de alimentos frescos asegura que los nutrientes que se ingieren sean de calidad, además, de que aporta un mejor sabor a las comidas.

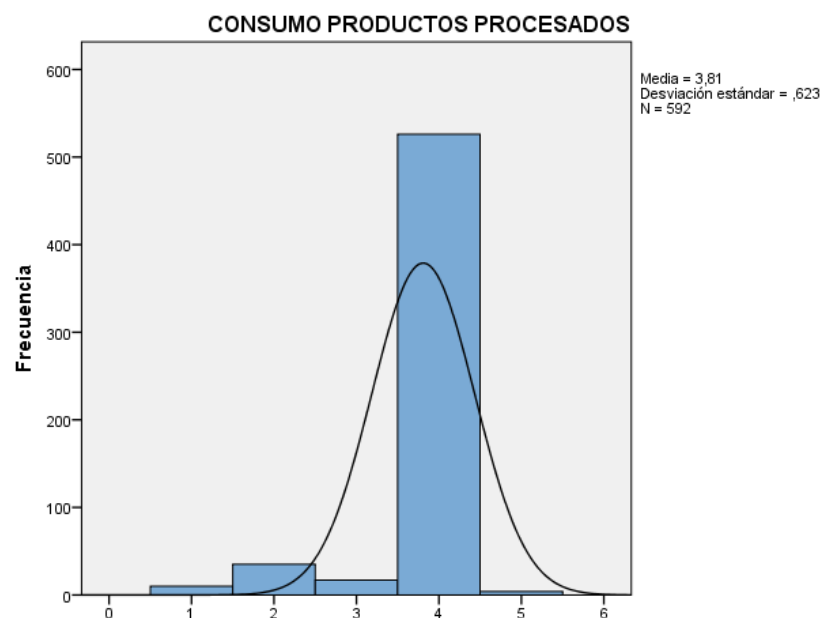


Figura 22. Consumo de productos procesados

En el análisis de la Figura 22 se observa el consumo de productos procesados, los cuales son adquiridos en gran cantidad por la población debido a su conveniencia en términos de preparación, su atractivo sabor, la falta de tiempo para cocinar y el hecho de que estos productos ya están listos para ser consumidos, lo que ahorra tiempo a la población. La media es de 3,41 y la desviación estándar es de 0,623 lo que indica que la mayoría de las personas consumen estos productos debido a la falta de tiempo, a pesar de que no son saludables ya que no proporcionan los nutrientes y fibras necesarias para mantener una buena salud. Por lo tanto, según **García (2022)** menciona que las personas consumen alimentos procesados ya que estos duran más tiempo y son fáciles de preparar a comparación de los frescos. Además, estos alimentos tienen colores y sabores llamativos.

3.3. Factores que afectan en la producción de los alimentos

En la Tabla 10 se analizan los valores de significancia con respecto a las variables: cantón, parroquia, instrucción formal y fuentes de financiamiento, donde se observa que el p valor > 0.05 de significancia acepta la hipótesis, indicando que existe igualdad entre las varianzas permitiendo demostrar que las variables descritas en las encuestas no afectan en la producción de los alimentos.

Tabla 10. Datos del ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cantón	Entre grupos	2,438	5	,488	,807	,545
	Dentro de grupos	343,311	568	,604		
	Total	345,749	573			
Parroquia	Entre grupos	58,643	5	11,729	,679	,640
	Dentro de grupos	9815,575	568	17,281		
	Total	9874,218	573			
Tenencia de Tierra – Actividad agrícola	Entre grupos	7,494	5	1,499	2,283	,045
	Dentro de grupos	372,856	568	,656		
	Total	380,350	573			
Tipos de cultivos	Entre grupos	61,508	5	12,302	6,398	,000
	Dentro de grupos	1092,027	568	1,923		
	Total	1153,535	573			
Instrucción Formal	Entre grupos	15,509	5	3,102	1,673	,142
	Dentro de grupos	441,388	238	1,855		
	Total	456,898	243			
Fuentes de Financiamiento	Entre grupos	4,340	5	,868	,385	,859
	Dentro de grupos	536,819	238	2,256		
	Total	541,160	243			
Frecuencia de Consumo – Productos produce	Entre grupos	201,399	5	40,280	89,263	,000
	Dentro de grupos	264,432	586	,451		
	Total	465,831	591			
Tipo de agua de consumo	Entre grupos	5,377	5	1,075	2,435	,034
	Dentro de grupos	258,811	586	,442		
	Total	264,187	591			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

En la Tabla 10 se presentan los diferentes factores que influyen en la producción de los alimentos, donde se puede apreciar que la tenencia de la tierra presenta un nivel de significancia(p) con valor $< 0,05$, lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa de que este factor influye en el tipo de suelo y la falta de territorio, si los suelos no son aptos para el cultivo, se pierde tiempo y dinero, lo que afecta en la economía del

agricultor. Otro factor que influye en el estudio de la producción es el tipo de cultivo, así como la tenencia de tierra, centrándose así en la biodiversidad de los alimentos. Si no hay presencia de biodiversidad, afecta primero al autoconsumo y luego a la venta, provocando efectos económicos en el agricultor, así como en la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos.

Por otro lado, el tipo de consumo de agua hace referencia a la cantidad de agua requerida para el riego, la misma que dependerá de la zona donde se desarrollan los cultivos y la extensión del terreno, además de intervenir directamente en la economía del agricultor. Sin embargo, los cultivos que tienen acceso al agua de riego tienen mayor producción.

La frecuencia de consumo y productos es otro factor que interviene en la producción ya que este depende de la cantidad de alimentos cultivados en un determinado territorio, la misma que afecta la dieta y los ingresos económicos de los agricultores, por lo tanto, si hay mayor autoconsumo que venta tienen menores ingresos y por ende generan más pérdidas.

Finalmente, las diferencias más significativas que se presenta en el caso de estudio ayudan a determinar que los tipos de cultivos deben ser diversos, de manera que puedan garantizar la accesibilidad y disponibilidad de alimentos, de igual forma, la tendencia y actividad agrícola es un factor importante, ya que influye en la parte económica de los agricultores, por lo que, se concluye que estos factores son los que afectan en la producción de los alimentos.

Una vez interpretado estas varianzas, es posible determinar que cuanto mayor es el valor de F, más diferencias de medias existe y, por tanto, más fuerte es la relación entre las variables analizadas.

Tabla 11. Datos de producción y rendimiento de los cantones de estudio (Píllaro, Mocha y Tisaleo)

Cantones	Tipos de cultivos	Producción (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Píllaro	Maíz	102358,23	15749,78
	Mora	126438,07	18609,09
	Papa	126122,33	18210
	Tomate de árbol	0	0
	Otros		
Mocha	Maíz	51431,82	12204,55
	Mora	48750	5000
	Papa	93822,58	14887,10
	Tomate de árbol	91108,11	14591,89
	Otros		
Tisaleo	Maíz	7000,00	14000
	Mora	10272,56	15620
	Papa	110533,78	16861
	Tomate de árbol	0	0
	Otros		

En la Tabla 11 se puede apreciar los datos de rendimiento y producción de los tres cantones. En donde el cantón Píllaro tiene valores de 52568,87 kg/ha y 354918,63 kg respectivamente de producción agrícola con respecto a productos como: maíz, mora y papa, en cambio en Mocha el rendimiento es de 46683,54 kg/ha y una producción de 258112,51 kg de maíz, mora, papa y tomate de árbol a diferencia del cantón de Tisaleo tiene un rendimiento de 46481 kg/ha y producción de 127806,34 kg para maíz, mora y papa, por lo que se puede señalar que Píllaro es el mayor productor de cultivos gracias a los agricultores. Así mismo estos datos ayudan a mejorar el rendimiento y sus costos para una mejor venta o consumo local.

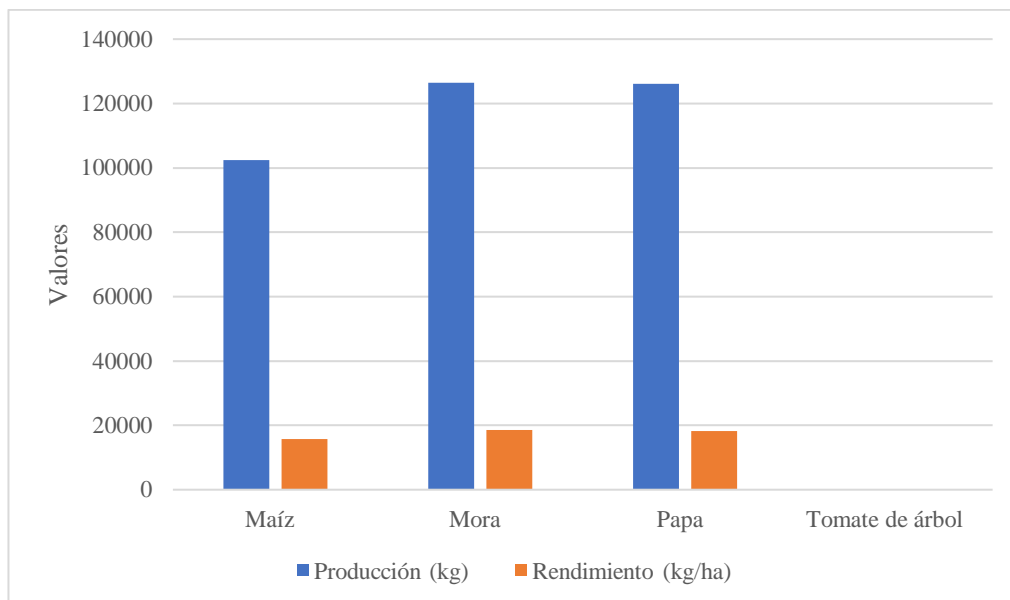


Figura 23. Producción de cultivos en el cantón Píllaro

En la Figura 23 se presenta los valores obtenidos sobre la producción y rendimiento de los principales cultivos que se dan en el cantón Píllaro, donde podemos destacar que la papa (126122,33 kg) y mora (126438,07 kg) son las que mayor cantidad producen. Esto se debe al clima que presenta este cantón y su tipo de suelo, el cual favorece a estos alimentos por los nutrientes que posee. Además, según **Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019)** menciona que los agricultores se han especializado en el manejo de estos cultivos, adoptando nuevas tecnologías que les ayudan a mejorar la agricultura familiar, en cambio podemos observar que la producción de tomate de árbol es baja, esto puede depender de varios factores ya que para **Llundo (2022)** menciona que para esta especie se dé favorablemente, se debe tomar en cuenta varios factores como la temperatura, altitud y humedad. Sin embargo, en este cantón, estas condiciones no son las adecuadas debido a que presentan bajas temperaturas que presentan. Como resultado, la cosecha no se da, además, esta especie también se ve afectada por plagas y el mal manejo postcosecha.

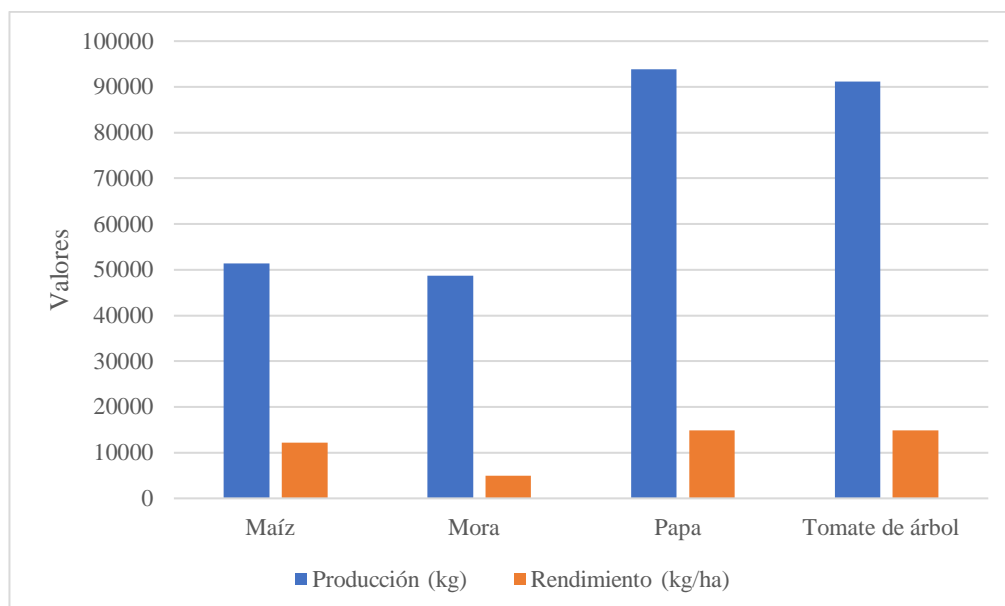


Figura 24. Producción de cultivos en el cantón Mocha

En la Figura 24 se muestra los resultados de la producción de cultivos en el cantón Mocha en donde podemos destacar que su mayor producción es la de papa (93822,58 kg) y tomate de árbol (91108,11 kg) esto se debe al clima templado que presenta y la fertilidad de la tierra la cual es ideal para estos cultivos. Según **Llerena (2016)** indica que la papa requiere tener una altitud considerable y un suelo arcilloso, para tener una mayor producción. Estas condiciones son beneficiosas porque permiten un buen drenaje y ventilación, lo que favorece a la cosecha. Por otro lado, el tomate de árbol crece mejor en terrenos protegidos de fuertes vientos, ya que este fenómeno puede dañar las flores, los frutos y provocar pérdidas económicas de la cosecha (**AGROCALIDAD, 2015**). También podemos observar que en este cantón se produce una menor cantidad de maíz (51431,82 kg) y mora (48750kg) en menores cantidades a comparación con otros cultivos. Sin embargo, la siembra de maíz se desarrolla con la finalidad de reducir riesgos climáticos y favorecer la diversidad de cultivos en el mercado.

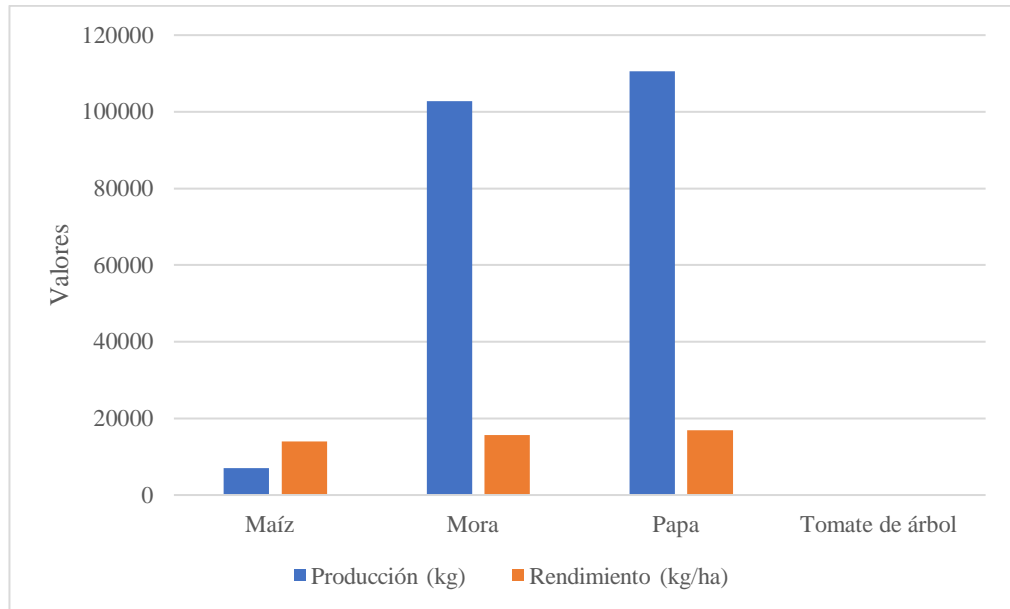


Figura 25. Producción de cultivos en el cantón Tisaleo

En la Figura 25 se indica la producción de los principales cultivos que se dan en el cantón Tisaleo, donde se destaca que la mayor parte de su producción se da en cultivos de papa (110533,78 kg) y mora (10272,56 kg) esto viene dado por el clima y el suelo de este cantón ya que tiene características similares a la del cantón Píllaro, por lo que son los principales productores de estos alimentos. Según **ALMANAC (2023)** menciona que el crecimiento de la papa se da mejor en suelos fértiles y suelos arenosos, lo que resulta una mayor producción. Por otro lado, el cultivo de moras se ha cosechado desde hace varios años en el cantón debido al tipo de suelo adecuado para este fruto, que no necesita muchos fertilizantes. En el cantón Píllaro, las variaciones climáticas son similares a las del lugar donde se cultiva mora, por lo que no se produce tomate de árbol.

3.4. Validación del modelo

Para el estudio de la producción de alimentos se consideró el modelo de **Hazell & Norton (1987)**, para la validación de este modelo matemático se aplicó una función objetivo, cuyo propósito es maximizar el rendimiento de las diferentes aéreas productivas, donde se tomó en cuenta las restricciones de: mano de obra, tierra, capital, inversión y riego para lo cual se puede observar la siguiente ecuación que se usará:

Función objetivo

$$\max Z = \sum_{j=i}^n (tc, n), (prodn_{tc,n} * precio_{tc,n} - costos_{tc,n}) * xc_{tc,n}$$

Tal que: z: función objetivo, $prodn_{tc,n}$: producción de los diferentes tipos de cultivo, $precio_{tc,n}$: precio del ingreso de los diferentes tipos de cultivo, $costos_{tc,n}$: costo de producción (agua de riego, insumos agrícolas) utilizado para cada diferente tipo de cultivo, Tc: tipo de cultivo, x: factor de producción.

Restricciones

Para la aplicación del modelo matemático se toma en cuenta las restricciones de disponibilidad como: riego, tierra, inversión o capital y mano de obra.

Requerimiento de tierra:

Es la cantidad de terreno que se tiene disponible para los diferentes tipos de cultivo.

$$\sum_j^n (tc, n), reqtierra * xc_{tc,n} \leq da$$

Tal que: reqtierra: es la tierra requerida para los diferentes tipos de cultivo.

Restricción de mano de obra:

Es el número de personas que se requiere para los diferentes tipos de cultivo.

$$\sum_i^n ((tc, n), reqmano\ de\ obra_{tc,n} * xc_{tc,n} \leq dmo$$

Tal que: reqmano de obra: mano de obra requerida para los tipos de cultivo, dmo: disponibilidad de la mano de obra para cada tipo de cultivo.

Restricción de riego:

Es la cantidad de agua que se necesita para los cultivos.

$$\sum_j^n ((tc, n), reqagua_{tc,n} * xc_{tc,n} \leq da$$

Tal que: reqagua : agua requerida para cada cultivo, da: disponibilidad de agua necesaria para cada tipo de cultivo.

Restricción de inversión:

Es el dinero que se usa para los gastos de producción para los diferentes tipos de cultivo.

$$\sum_i^n ((tc, n), inversiòn_{tc,n} * xc_{tc,n} \leq di$$

Tal que: reqinversiòn: inversión necesaria para cada tipo de cultivo, di: disponibilidad de inversión para cada tipo de cultivo.

Restricción de capital:

Es el dinero disponible que tiene el agricultor para los diferentes tipos de cultivo.

$$\sum_i^n ((tc, n), reqcapital_{tc,n} * xc_{tc,n} \leq dc$$

Tal que: reqcapital: requerimiento de capital para cada tipo de cultivo, dc: disponibilidad de capital para cada tipo de cultivo.

3.5. Determinación de los factores de la producción de los cultivos mediante GAMS

La producción de los cultivos es un proceso complejo que puede verse afectado por diversos factores tales como: variable tierra, agua de riego, mano de obra y producción, los mismos que afectan a los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el programa GAMS.

Tabla 12. Determinación de la variable tierra

	Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Mocha	- INF	6,7663	227,5000	-
Tisaleo	- INF	3,9966	145,3700	-
Píllaro	- INF	11,7417	1156,7700	-

Fuente: GAMS

Según el estudio el modelo matemático presenta diferentes restricciones como la disponibilidad de tierra, mano de obra y agua para los tres cantones. En la Tabla 12, se evidencia que Píllaro posee un total de tierra de 11,7417 hectáreas de tierra disponible, mientras que Mocha cuenta con 6,7663 ha y Tisaleo con 3,9966 ha necesarias para la siembra de los diferentes tipos de cultivos.

Tabla 13. Determinación de la variable agua de riego

	Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Enero	- INF	85,1896	184,8000	-
Febrero	- INF	142,1000	142,1000	3470,7711
Marzo	- INF	159,1334	205,3000	-
Abril	- INF	162,7589	180,0000	-
Mayo	- INF	175,0420	176,8000	-
Junio	- INF	179,8325	333,3000	-
Julio	- INF	164,2670	323,0000	-
Agosto	- INF	127,9000	127,9000	3068,4497
Septiembre	- INF	74,1000	74,1000	19840,9399
Octubre	- INF	74,2016	155,1000	-
Noviembre	- INF	100,0711	203,7000	-
Diciembre	- INF	60,6559	117,9000	-

Fuente: GAMS

En la Tabla 13 se observa los resultados de la variable de agua de riego, donde se identifica a excepción de los meses de febrero, agosto y septiembre son los que

presentan valores óptimos, los mismos que cumplen con los requerimientos de agua de riego necesaria para los cultivos de maíz, mora, tomate de árbol y papa en los tres cantones (Píllaro, Mocha y Tisaleo). Esto indica así que en febrero, agosto y septiembre hay un déficit de agua debido a que en estos meses se inicia el período seco debido a la falta de lluvia.

Tabla 14. Determinación de la variable mano de obra

	Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Mano de obra	- INF	1887,8197	10000,0000	-

Fuente: GAMS

En la Tabla 14 se presenta el requerimiento anual de mano de obra para los cultivos de maíz, mora, tomate de árbol y papa en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo. El total diario necesario para estos cultivos es de 1887,8197 jornales. Es importante destacar que, a pesar de que se requiere una cantidad significativa de mano de obra, no se presenta déficit de la misma debido a la participación de los miembros de la familia en las labores de siembra y cosecha de los cultivos. Además, son quienes ayudan en la siembra y cosecha de los diferentes tipos de cultivo.

Tabla 15. Determinación de la producción

		Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Maíz	Mocha	- INF	-	51431,8200	-
	Tisaleo	- INF	-	7000,0000	-
	Píllaro	- INF	5,9573	102358,2300	-
Mora	Mocha	- INF	-	48750,0000	-
	Tisaleo	- INF	3,9966	102725,5600	-
	Píllaro	- INF	5,7844	126438,0700	-
Papa	Mocha	- INF	-	93822,5800	-
	Tisaleo	- INF	-	110533,7800	-
	Píllaro	- INF	-	126122,3300	-
Tomate de árbol	Mocha	- INF	6,7663	91108,1100	-
	Tisaleo	- INF	-	-	-
	Píllaro	- INF	-	-	-

Fuente: GAMS

En la Tabla 15 se identificó que mediante la programación de GAMS se obtuvieron resultados óptimos en la producción de alimentos en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo de sus principales cultivos. Los valores de producción de cultivos de maíz

(5,9573) son mayores en el cantón Mocha, mientras que para cultivos de mora su productividad es más alta en los cantones de Tisaleo (3,9966) y Píllaro (5,7844). En cuanto a la producción de tomate de árbol, es mayor en el cantón Mocha (6,7663). Sin embargo, para la producción de papa no se tiene un valor máximo, ya que para los tres cantones este tubérculo es el más cultivado. Por lo tanto, podemos mencionar que los valores de producción no superan a los valores máximos, es importante destacar que los valores de producción obtenidos no superan los valores máximos, lo que indica que no hay un déficit de alimentos en la región y los consumidores pueden obtener en cualquier momento.

Tabla 16. Determinación de la producción

		Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Maíz	Mocha	- INF	-	4,5505	-
	Tisaleo	- INF	-	7,1238	-
	Píllaro	- INF	5,9573	28,9221	-
Mora	Mocha	- INF	-	2,2752	-
	Tisaleo	- INF	3,9966	8,7231	-
	Píllaro	- INF	5,7844	5,7844	41734,0176
Papa	Mocha	- INF	-	4,7780	-
	Tisaleo	- INF	-	5,5246	-
	Píllaro	- INF	-	21,9808	-
Tomate de árbol	Mocha	- INF	6,7663	11,3761	-
	Tisaleo	- INF	-	1,1631	-
	Píllaro	- INF	-	1,1569	-

Fuente: GAMS

En la Tabla 16 se puede observar los resultados obtenidos de la producción mediante la modelación del programa GAMS. Sin embargo, en este modelo se tomaron pequeños valores para el ítem de máximo, donde se puede resaltar que nos arrojó un valor de marginal, el cual se puede representar como escasez, es decir, que el cantón Píllaro para la producción de mora no hubo la productividad necesaria para satisfacer a los consumidores. Por lo tanto, se puede decir que se necesita un volumen alto de producción de cultivos para que estos cubran todas las necesidades de los consumidores.

Tabla 17. Determinación de la producción

		Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Maíz	Mocha	-	-	+ INF	-21898,3563
	Tisaleo	-	-	+ INF	-41004,0389
	Píllaro	-	5,9573	+ INF	-
Mora	Mocha	-	-	+ INF	-94996,9856
	Tisaleo	-	3,9966	+ INF	-
	Píllaro	-	5,7844	+ INF	-
Papa	Mocha	-	-	+ INF	-152527,1482
	Tisaleo	-	-	+ INF	-147848,0122
	Píllaro	-	-	+ INF	-143483,2182
Tomate de árbol	Mocha	-	6,7663	+ INF	-
	Tisaleo	-	-	+ INF	-58745,7569
	Píllaro	-	-	+ INF	-58745,7569

Fuente: GAMS

En la Tabla 17 al igual que en las tablas anteriores, se presentan los resultados obtenidos a través del programa GAMS. No obstante, en esta tabla se observa que los valores máximos son infinitos positivos (+INF), los valores negativos en el ítem de marginal indican que estos valores no alteran a la producción es decir que no existe escases de estos alimentos. Por lo tanto, podemos concluir que este modelo ayuda a maximizar la producción con el fin de minimizar las sorpresas que pueden surgir.

Tabla 18. Determinación de la variable z (función objetivo)

	Mínimo	Nivel	Máximo	Marginal
Var. Z	- INF	2597272,3841	+ INF	-

Fuente: GAMS

En la Tabla 18 se observa que la variable z función objetivo obtuvo un valor de 2597272,3841, mediante un análisis de programación lineal. Este valor nos permitió determinar que la producción es óptima en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo.

3.6. Discusión de resultados

Basándonos en la información recabada y los resultados obtenidos, podemos afirmar que se han identificado los factores más relevantes que impactan directamente en la producción de los alimentos en Píllaro, Mocha y Tisaleo. Estos pueden estar dados por la tendencia de tierra para la actividad agrícola, los tipos de cultivo que se producen, la frecuencia de consumos de estos productos, así como el tipo de agua que se utiliza para la producción de los mismo.

Para determinar la zona de producción de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo se utilizó el programa GAMS mediante un modelo matemático propuesto por **Hazell & Norton (1987)**, donde se exponen los resultados de programación lineal en las tablas (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18). De acuerdo con el estudio realizado por **Galindo (2017)** señala que el uso de modelos matemáticos dentro de la actividad agrícola ayuda a fortalecer los procesos de producción de cultivo optimizando tiempo y dinero.

En los tres cantones los principales cultivos son: maíz, mora, papa y tomate de árbol, estos tipos de cultivos son los que más se cosechan durante todo el año, esto se debe al tipo de suelo y clima que presentan los cantones los mismos que son ricos en nutrientes, en donde se observa que en Píllaro los cultivos que más prevalecen son la mora y la papa (Figura 23) debido a que la papa es un cultivo de ciclo corto ya que su tiempo de cosecha dura entre (5 y 6 meses) y el mora es de (6 a 8) meses siendo estos cultivos los más rentable para la comercialización (**Franco et al., 2021**).

Mientras que en el cantón Mocha los cultivos que más rentabilidad poseen son la papa y el tomate de árbol (Figura 24), debido a que este cantón posee un suelo arcilloso el mismo que beneficia al cultivo de la papa ayudando a tener un buen drenaje y ventilación, favoreciendo así a la cosecha. En cambio, para el tomate de árbol el clima que posee dicho cantón favorece al cultivo **Llerena (2016)**. Sin embargo, en el cantón Tisaleo gracias a las condiciones similares a los cantones Píllaro y Mocha su principal producción de cultivo es la papa es la (Figura 25), evidenciando así que existe una diferencia en cada cantón debido a la ubicación y factores climáticos que presenta cada uno. Por lo tanto, se destaca que estos tipos de cultivos generan mayores ingresos económicos ya que se pueden cultivar y comercializar durante todo el año.

Las limitaciones son factores que también afectan a los cultivos, por lo cual en la Figura 17 y 18 se observa que la gran mayoría de cultivos se ven afectados por el alto costo de insumos los mismos que producen plagas que afectan a las cosechas por lo cual, **Franco et al. (2019)** asegura que los pequeños agricultores necesitan implementar estrategias para mejorar la capacidad de venta de productos alimenticios en los mercados.

Por otro lado, en el estudio realizado por el **Ministerio del Ambiente (2012)** mencionan que el cambio climático tiene un impacto directo en la agricultura, ya que los cambios de temperatura disminuyen las cosechas, provocando la pérdida de cultivos y aumento de plagas esto a su vez, provoca un aumento en el precio de los productos.

La tierra es otro factor importante dentro de la agricultura familiar, debido a que las grandes extensiones de tierra ayudan a que los agricultores puedan sembrar una mayor variedad de cultivos. Por lo que, en el cantón Píllaro, se observa que la cantidad de extensiones requeridas es mayor según se muestra en la Tabla 12. Específicamente, se requieren 11,7417 ha para la producción agrícola, esto se debe a que este cantón posee una extensión de tierra extensa, debido a que el 42,9% de su topografía es plana, tiene fuentes de agua pura y suelos fértiles que benefician a los agricultores para que su suelo se utilizado para la agricultura o la ganadería según (**Montatixe & Eche, 2021**).

Sin embargo, el cantón Mocha posee 6,7663 ha de terreno, siendo la papa y tomate de árbol los cultivos que más se cultivan, debido a que posee suelos arenosos mismos que contribuyen a la producción de los cultivos. Según la investigación realizada por **MAGAP MOCHA (2014)** indica que la extensión que se utiliza para la agricultura es de 3,883 ha distribuidas en todo el territorio, el cultivo que mayor prevalencia posee es la papa debido a que este tubérculo puede ser sembrado en zonas altas y bajas del cantón.

En cambio, para el cantón Tisaleo la extensión de terreno necesario para la producción agrícola es de 3,9966 ha, siendo la papa y la mora los principales cultivos que más se cosechan en este cantón. En el estudio realizado por **GAD Tisaleo (2019)** menciona que el 1,309 ha son utilizados para cultivos permanentes y el 1,267 ha son para cultivos transitorios. A pesar de esto, el estudio destaca que los agricultores de este cantón se

enfocan principalmente en la producción de papa (21,4%) y la mora (29%) debido a que estos cultivos generan mayores ingresos económicos además de que este cantón posee superficie y calidad de terrenos adecuados.

La producción de los alimentos es importante en la agricultura familiar ya que ayuda a que todas las personas tengan acceso en todo momento a cualquier tipo de alimento, en los resultados obtenidos en las Tablas (15,16,17), se observa que el modelo matemático aplicado indica que el cultivo de maíz y de mora tienen mayor producción, con 5,9573 kg y 5,7844 kg para el cantón Píllaro. A diferencia del cantón Tisaleo con una producción de mora de 3,9966 kg y para el cantón Mocha con una producción de 6,7663 kg de tomate de árbol. En cambio, en el estudio realizado por **Moreno et al. (2020)**, señala que los principales cultivos más cosechados son: el tomate de árbol (68150 kg) y de mora (58750 kg), notando así que el tomate de árbol es una fruta que se adapta al clima semitropical que tiene algunas zonas del cantón Píllaro.

Mientras que para **CIP (2021)**, los cultivos de papa y mora son esenciales en la alimentación de las personas, además de que estos cultivos no requieren de mucha cantidad de agua, también estos tipos de cultivo se cosechan en gran mayoría en la provincia de Tungurahua ya que son productos rentables, tradicionales y destacados ya que son acogidos por todos los agricultores debido a que aportan con (vitaminas, nutrientes, minerales y antioxidantes).

Sin embargo, para determinar los factores que inciden en la producción de alimentos, se llevó a cabo un estudio estadístico que arrojó los resultados de la Tabla 10. En ella se observa que diversos factores influyen en la producción de alimentos, entre ellos el tipo de agua, que es importante debido a que se utiliza en un 20% de la superficie agrícola. Esto se debe a que los cultivos de regadíos son más productivos, lo que mejora el desarrollo a nivel rural (**Jordán & Villamarín, 2021**). Mientras que para **Torres et al. (2017)** aseguran en su estudio que todos los agricultores deben tener acceso igualitario y seguro al agua, lo que ayuda a que los campesinos puedan disponer de ella cuando lo necesiten, sin que sea monetizada por organizaciones (**Boada & Espinosa, 2016**).

La tenencia de tierra también es un problema para los agricultores, debido a que en la zona sierra los terrenos son menores a 5ha, las mismas que por ser menos extensas, el pequeño productor opta por distribuir equitativamente los cultivos que forman parte de la finca **Hidalgo et al. (2011)**, por lo cual, en los resultados obtenidos se observa que la gran mayoría de los agricultores solo poseen 1 ha de terreno para su cosecha, lo que dificulta para que puedan tener variedad de cultivos, sin embargo, los agricultores que poseen extensas áreas de terreno se dedican a la ganadería o a los monocultivos porque les genera mayor ingreso en poco tiempo.

Otro factor que influye en el estudio es el agua de regadío la misma que es necesaria para la producción de cultivos, en la Tabla 13, se observa que en los meses de febrero, agosto y septiembre son los más secos, ya que afectan a los cultivos reduciendo así la variedad de alimentos disponibles, por ende, durante los meses de sequía, los agricultores utilizan más fertilizantes y pesticidas, lo que hace que se desestabilice la seguridad alimentaria y provoque daños en los cultivos incrementando así los precios. Por consecuencia para **Calero (2011)** señala que la sequía afecta a la economía del agricultor y tiene efectos negativos en el precio de los alimentos debido a la escasez que presentan en los mercados afectando así a la estabilidad de los ingresos económicos de los agricultores.

Por lo tanto, según **Moreira (2018)**, la implementación de tecnologías en la agricultura familiar puede contribuir a la conservación de los cultivos y prevenir pérdidas. En su estudio realizado en España, se indica que el uso de programas informáticos garantiza la seguridad alimentaria a largo plazo, ya que ayuda a identificar los tipos de cultivo resistente a diferentes factores climáticos, plagas y sequías, lo cual permite al agricultor aumentar la producción de alimentos. Por lo tanto, en el estudio realizado en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo es necesario que se implemente tecnologías en la agricultura ya que ayudara a mejorar la eficiencia y la productividad, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental. Además, el uso de tecnologías ayudaría a los agricultores a conocer que tipos de cultivo pueden sembrar.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La participación de la agricultura familiar y campesina presento un efecto positivo en la producción de los alimentos en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo ya que los tipos de cultivo que se cosechan en dichos cantones garantizan la accesibilidad y disponibilidad durante todo el año, donde se evidencio que los cultivos de mora y papa son los que mayor rendimiento presentan en los tres cantones pero cabe destacar que el tomate de árbol se da mayoritariamente en el cantón de Mocha, esto se debe a las condiciones del suelo y clima que presenta cada una de ellos.
- En base a las encuestas realizadas a las 244 familias campesinas se logró identificar los factores que afectan a la producción de los alimentos, determinando así que la frecuencia de consumos-productos produce, tipos de cultivo, tipo de agua de consumo y tenencia de tierra-actividad agrícola, son los factores que presentan incidencia en la producción de alimentos ya que si unos de estos factores causa problemas en la siembra de cultivos afectaría en la economía de los agricultores y la biodiversidad de sus cultivos.
- Se empleo un modelo matemático que ayudo a determinar las zonas de producción de los tres cantones, lo que fue fundamental para poder garantizar la seguridad alimentaria así mismo este modelo permitió que los agricultores de las zonas puedan tomar decisiones más acertadas de los tipos de cultivo que deben sembrar para que puedan mejorar la producción y por ende contribuyan a los ingresos económicos de sus hogares.
- Con el empleo del programa SPSS se logró identificar las principales limitaciones que afectan a la producción de alimentos que son: costos de insumos agrícolas, abandono de cultivo por plagas, abandono de cultivo por escasez en la disponibilidad de agua de riego, abandono de cultivo por bajo precio de ventas, consumo de productos frescos y procesados. Siendo estas las principales causas de la disminución de la producción agrícola, poniendo en

peligro la biodiversidad de los cultivos. Lo que provoca así un aumento en el costo de la canasta básica.

- Por medio del programa GAMS se validó el modelo matemático en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo en el cual se tomó en cuenta las restricciones de la producción, lo que nos arrojó como resultado que las principales variables a tomar en cuenta que son: la tierra, agua de riego, mano de obra y producción. Esto permitirá que el agricultor pueda tomar en cuenta las dificultades que se pueden presentar en la siembra y de esta manera ayudará a determinar los cultivos óptimos e índices de producción los mismos que permitirán mejorar los ingresos económicos sin perjudicar la seguridad alimentaria.

4.2. Recomendaciones

- Para estudios posteriores se recomienda actualizar la base de datos de cultivos cosechados por los agricultores de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo con el fin de obtener datos más precisos que ayuden con el estudio para así conocer la producción de alimentos de los tres cantones mencionados.
- Continuar investigando los factores que afectan la producción agrícola en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo con el fin de mejorar el sistema de producción agrícola, ayudando así a los agricultores a definir qué tipo de cultivo es el más rentable y aporta a la seguridad alimentaria de las personas.
- Tomar en cuenta otros indicadores de seguridad alimentaria para que las personas conozcan más sobre la importancia de consumir alimentos sanos y nutritivos que contribuyan a la salud de las personas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, Á., & Jiménez, N. (2019). *Agroecología experiencias comunitarias para la agricultura en Colombia*.
- Acevedo, Á., Ortiz, S., & Ortiz, J. (2020). Aportes De La Agrobiodiversidad a La Sustentabilidad De La Agricultura Familiar En Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23.
- AGROCALIDAD. (2015). Buenas Prácticas Agrícolas para Tomate de Árbol. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Guía-de-BPA-para-tomate-de-árbol-jul.pdf>
- Alcázar, J., & Gómez, E. (2016). Contrastes de la agricultura familiar: el caso Benito Juárez, La Concordia, Chiapas. *Revista de Geografía Agrícola*, 56(56), 7–13.
- Altieri, M. (2014). Agroecología, pequeñas fincas y soberanía alimentaria. *Ecología Política*.
- ALMANAC. (2023). Potatoes. <https://www.almanac.com/plant/potatoes>
- Alul, E., & González, P. (2003). Impacto de la agricultura familiar campesina en la economía de la región del Maule. *Panorama Socioeconómico*, 27, 0.
- Alvarado, J. (2011). El Análisis Post-Optimal en Programación Lineal Aplicada a la Agricultura. *Reflexiones*, 90(1), 161–173.
- Amaya, R. (2015). *Aportes de la agricultura familia a la disponibilidad de alimentos en dos comunidades de Río San Juan, 2013*.
- Anríquez, G., Foster, W., Melo, O., Subercaseaux, J., & Valdés, A. (2016). Evidencia y desafíos para el empleo estacional en la fruticultura en Chile. *Centro de Políticas Públicas UC*, 2–18.
- AQUAE. (2021, September 22). El uso del agua en la agricultura. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/5-000-litros-de-agua-1-kilo-de-arroz-el-uso-del-agua-en-la-agricultura/>.

- Ayala, C. (2020). Seguridad alimentaria y nutricional en tiempos de COVID-19: perspectivas para el Salvador. *Revista Latinoamericana de Investigación Social*, 3(1), 42–46.
- Barrera, M. (2019). *Evaluación de la Multifuncionalidad de la agricultura de los Sistemas de Producción Tradicional del Occidente Cercano de Antioquia-Colombia Agricultural multifunctionality evaluation of the traditional production systems in the near-west region of Antioqu.*
- Blondeau, S., & Korzenszky, A. (2022). Agricultura Familiar. *La Pobreza En La Prensa*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0kbt.8>
- Boada, R., & Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 158.
- Bonilla, O. (2019). *Propuesta de política de seguridad alimentaria y su relación con la Agricultura Familiar en el distrito central del cantón de Alvarado de la provincia de Cartago, Costa Rica.*
- Botella, E. (2018). Políticas agrarias, Seguridad Alimentaria y Nutricional y Soberanía Alimentaria: luces y sombras del caso cubano (1990-2015). *Mundo Agrario*, 19(42). <https://doi.org/10.24215/15155994e096>
- Botero, L. (2022). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 24(3). <https://doi.org/10.1080/17549507.2022.2055145>
- Buñay, J. (2016). Proyecto de ley de tierras y las propuestas del sector de la agricultura familiar, campesina y comunitaria. In *Tesis*.
- Cadena, M. (2018). *Gestión del agua para riego en prácticas de agricultura desde la complejidad ambiental*. 67.

- Calderón, J., Benjamín, J., Nieto, M., & Ordóñez, M. (2018). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.135>
- Calero, C. (2011). Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=52065>
- Calvet, L., Garnatje, T., Parada, M., Vallès, J., & Reyes, V. (2014). Agricultura familiar y huertos urbanos. *Ambienta*, 132.
- Candelaria, B., Ruiz, O., Gallardo, F., Pérez, P., Martínez, Á., & Vargas, L. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3).
- Castillo, B., & Reyes, L. (2020). *Lalley agraria enfocada en la agricultura familiar campesina del cantón Daule y su impacto en lo económico social*.
- Cedeño, N. (2018). *Planificación de un sistema de producción agrícola en el parque agroturístico Pachakay*.
- Certis Growing Together. (2022). *Agricultura tradicional: Características y diferencias con la intensiva*. <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/agricultura-tradicional-caracteristicas-y-diferencias-con-la-intensiva#:~:text=Una de las principales características, la pala o la azada>.
- Charco, J. (2010). *Análisis de los sistemas agro-productivos (cebolla) y propuestas alternativas de prácticas de manejo en la comunidad de Chibuleo cantón Ambato provincia de Tungurahua*.
- CIP. (2021). Potato in Asia. Potato in Asia. 75 <https://www.youtube.com/watch?v=ZScTLWhrkCY>.
- CLIRSEN, & SIGARRO. (2011). *Generación de geo información para la gestión del territorio a nivel nacional*.

- Comunidad Andina. (2011). *Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina*. 54.
- Cortez, L. (2016). *Contribución de los huertos familiares a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias que participan en el Programa Agroambiental Mesoamericano de Trifinio y área centro norte de Nicaragua*.
- Duché, G., Bernal, H., Ocampo, I., Juárez, D., & Villarreal, A. (2017). Agricultura de traspatio y agroecología en el proyecto estratégico de seguridad alimentaria (PESA-FAO) del Estado de Puebla. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 14(2), 263. <https://doi.org/10.22231/asyd.v14i2.592>
- Eche, D. (2018). Migración y renovación generacional en la agricultura familiar indígena: estudio de caso Otavalo-Ecuador. *Siembra*, 5(1). <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1423>
- Espinoza, J. (2013). *Análisis de las innovaciones tecnológicas agrícolas utilizadas en campo en el mejoramiento del nivel de ingresos económicos de los productores de papa del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua a partir del año 2010 al 2012*.
- Expansión. (2020). *Los bajos precios agrarios, un problema global con cierto margen de maniobra*. <https://www.expansion.com/economia/2020/02/15/5e480960e5fdeafb058b4578.html>
- FAO. (2014). Bioenergía y seguridad alimentaria. Evaluación rápida (BEFS RA). Manual de Usuario. Presupuesto Agrícola. *Bioenergía Y Seguridad Alimentaria Evaluación Rápida (Befs Ra)*, 51.
- FAO. (2001). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. <https://www.fao.org/3/x9800s/x9800s00.htm#TopOfPage>
- Fonseca, G., Haro, J., Inca, A., & Abdo, P. (2020). Cadena Agroproductiva Del Cultivo De Mora En La Parroquia El Altar, Chimborazo-Ecuador. *KnE Engineering*. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6280>

- Fonseca, N., Salamanca, J., & Vega, Z. (2019). La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una revisión. *Temas Agrarios*, 24(2), 96–107.
- Franco, C. (2017). *Evaluación de los efectos de aplicación de una política de gestión del agua de riego en los agricultores de dos zonas de Ecuador*.
- Franco, W., Peñafiel, M., Cerón, C., & Freire, E. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el valle interandino norte del Ecuador. *Bioagro*, 28(3), 181–192. <https://ve.scielo.org/pdf/ba/v28n3/art05.pdf>
- Franco, C., Pruna, D., & Vaca, G. (2019). Procesos De Desarrollo Rural Y Productivo De Agricultura Familiar: Experiencias En La Provincia De Tungurahua. *Revista de Investigación Talentos*, 6(1). <https://doi.org/10.33789/talentos.6.1.95>
- Franco, C., Sánchez, V., & Baldeón, S. (2021). Identificación de modelos de producción sostenible de alimentos en el cantón Píllaro como aporte a la soberanía alimentaria. *Idesia (Arica)*, 39(3), 125–134. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292021000300125>
- FUNCAGUA. (2020). *Agua en el Planeta*. <https://funcagua.org.gt/agua-en-el-planeta/>
- GAD Municipio Mocha. (2019). *Diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mocha*.
- GADMP. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Santiago de Píllaro. *GEOINGENIERIA*.
- GADM Santiago de Píllaro. (2020). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Santiago de Píllaro 2020-2023. 174. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fpomasqui.gob.ec%2Fpichincha%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F05%2FFDOT-GADPR-POMASQUI_05_mayo_completo-min.pdf&chunk=true
- Galindo, M. (2017). Producción de alimentos apoyada con programación lineal.

- García, A., & Pérez, J. (2016). *Marco conceptual de la medición de Seguridad Alimentaria (SA): Análisis comparativo y crítico de algunas métricas*. 22.
- García, D. (2021). *Análisis del sistema corto de comercialización de alimentos agroecológicos como aporte al desarrollo productivo del sector del cantón Píllaro*.
- García, G. (2022). *Alimentos ultra procesados, ¿por qué atraen al consumidor?*
<https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/alimentos-ultra-procesados-por-que-atraen-al-consumidor/>
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2017). *Agenda Tungurahua 2017 - 2019*.
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2021). *Agenda Tungurahua 2019 - 2021*. 52.
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2021). *Agenda Tungurahua 2019 - 2021*. 52.
https://www.tungurahua.gob.ec/images/archivos/transparencia/2020/Agenda_Tungurahua2019-2021.pdf
- GAD Mocha. (2014). “*Levantamiento de cartografía Temática Escala 1:25.000, Lte1*”
Cobertura y Uso de la Tierra Sistemas Productivos Zonas Homogéneas de Cultivo. 1–66.
http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_MOCHA_20150306.pdf
- GAD Tisaleo. (2019). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial Etapa de Diagnóstico 2014 - 2019*.
<https://www.google.com/search?q=abreviatura+de+gobierno+autonomo+descen+tralizado+municipal+de+tisaleo&oq=abreviatura+de+gobierno+autonomo+descen+tralizado+municipal+de+tisaleo&aqs=chrome..69i57.7535j1j7&sourceid=chrome&ie=utf-8>
- Gómez, V. (2018). *Las condiciones de seguridad alimentaria de los pequeños productores en el municipio de Las Rosas, Chiapas*.

- Guerrero, L., Mesa, M., Hernández, D., Díaz, O., & Sánchez, J. (2021). Suitability for agricultural irrigation of Mampostón sub-basin surface water, Mayabeque, Cuba. *SciELO*, 42(3).
- Guilcamaigua, D., & Chancusig, E. (2019). *Agroecosistemas y agua*. April.
- Hazell, P., & Norton, R. (1987). Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. In *Biometrics* (Vol. 43, Issue 4). JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2531573>
- Hernández, Y., León, N., Valdés, G., Ledesma, M., & Mirabales, P. (2019). Family agriculture and food security in a farm of the Sancti Spíritus municipality. *Pastos y Forrajes*, 42(2).
- Hidalgo, F., Alvarado, M., Chipartasi, L., Pastór, C., Quishpe, V., & Vandecandelaere, A. (2011). *Atlas tenencia de la tierra Ecuador* (Vol. 1, p. 39). https://ipdrs.org/images/en_papel/archivos/Atlas-tenencia-de-la-tierra-Ecuador1.pdf
- IICA. (2016). La agricultura familiar en las Américas: Principios y conceptos que guían la cooperación técnica del IICA. *Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola [IICA]*, 37.
- INEC. (2019). Censo Nacional Agropecuario (CNA). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- INEC. (2010). Estructura de la población. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>
- Jareño, N. (2017). Tendencias en alimentación de productos frescos. <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/197752-Tendencias-en-alimentacion-de-productos-frescos.htm>
- Jordán, A., & Villamarín, A. (2021). Determinación de escenarios de la producción de alimentos frente al Cambio Climático en la Provincia de Tungurahua tomando como muestra los cultivos de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum*

tuberosum), mora (*Rubus ulmifolius*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*).
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33628/1/AL_796.pdf

Laborde, B. (2021). *Agricultura familiar: una estrategia agroecológica de desarrollo rural*.

Lechón, W., & Chicaiza, J. (2019). Estudio de Caso. *Perspectivas, I*.

Llerena, S. (2016). La productividad del cultivo de papas y la calidad de vida de los socios de la Asociación de Producción Agropecuaria Líderes Móchanos “ASOLIMOCH.”

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36526/1/Tesis-329>

Ingeniería Agronómica - Llundo Telenchana Margarita Abigail.pdf

Lizarzaburo, G. (2021, September 5). Nada detiene el aumento de los insumos agrícolas. <https://www.expreso.ec/actualidad/detiene-aumento-insumos-agricolas-111316.html>.

Llundo, M. (2022). Diagnóstico del manejo de la producción del tomate de árbol (*solanum betaceum*) en cantón Pelileo.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36526/1/Tesis-329>

Ingeniería Agronómica - Llundo Telenchana Margarita Abigail.pdf

MAGAP. (2014a). *Levantamiento De Cartografía Temática escala 1:25.000, Lote1 Cobertura y Uso de la Tierra Sistemas Productivos Zonas Homogéneas de Cultivo*. 1–72.

MAGAP. (2014b). “*Levantamiento de cartografía Temática Escala 1:25.000, Lte1*” *Cobertura y Uso de la Tierra Sistemas Productivos Zonas Homogéneas de Cultivo*. 1–66.

Mamani, E. (2018). La planificación de cultivos y la racionalidad económica en los agricultores del distrito de Tarucachi.

Mariscal, A., Ramírez, C., & Pérez, A. (2017). *Soberanía y Seguridad Alimentaria: propuestas políticas al problema alimentario*.

- Martínez, J., & Villarino, A. (2016). Mejorando la salud de los más jóvenes: de la obesidad a la sostenibilidad. *Avances En Alimentación, Nutrición y Dietética*, 1, 122.
- Martínez, L. (2013). *La Agricultura Familiar en el Ecuador Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural*. 39.
- Masabanda, M. (2019). *Análisis económico de la producción agrícola y su incidencia en la rentabilidad de los productores de la parroquia Juan Benigno Vela, provincia de Tungurahua*.
- Maguiña, J. (2015). *Agricultura familiar en Bolivia: Limitaciones de sus potencialidades*. <https://www.ipdrs.org/images/dialogos/archivos/Dilogos148.pdf>
- Melo, D., & Contreras, M. (2022). ¿Cómo afecta la escasez de agua a la producción de tus alimentos y qué estrategias agrícolas se han implementado para reducir su impacto? *Digital Ciencia@UAQRO*, 1. <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/629/760>
- Mencos, E. (2019). *Food Security*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *Levantamiento De Cartografía Temática Escala 1:25.000, Lote 1*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). Productores de San Andrés de Píllaro especializados en manejo de ganadería y cultivo de papa. <https://www.agricultura.gob.ec/transparencia/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Información Productiva Territorial*. <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente. (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador ENCC 2012-2025. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>

- Mochi, P., Camhaji, A., Acosta, A., Belletti, G., Torres, G., Carlizzi, M., Girardo, S., & Rojas, J. (2019). Otras economías, otros desarrollos: Agricultura familiar y Economía Social. In *Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A. C.*
- Morales, M. (2020). *Análisis de los determinantes de la pobreza multidimensional en los hogares vinculados a la agricultura familiar campesina en el Ecuador en el periodo 2009- 2019.*
- Moreira, M. (2018). Agricultura 4.0: cosechas abonadas con ciencia y tecnología. <https://www.elindependiente.com/desarrollo-sostenible/2018/04/07/agricultura-4-0-cosechas-abonadas-ciencia-tecnologia/#gs.hfVhHdU>
- Moreno, C., Molina, I., Ortiz, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2020). Cadena de valor en la red de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador1. *Agronomy Mesoamerican*, 31. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36887>
- Montatixe, C., & Eche, M. (2020). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra*, 8(1), 1–15. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1735/3181>
- Mundial, V. (2016). Provincias de Tungurahua división cantonal. Obtenido de <http://www.codeso.com/PDA-Pilahuin/Mapa-Tungurahua-Cantones.html>
- Murota, K. (2020). Linear Programming. *Springer International Publishing*, 1–7.
- Nieto, C., Pazmiño, E., Rosero, S., & Quishpe, B. (2018). Available irrigation water utilization for agricultural production in two locations of the Ecuadorian highlands. *Scielo*, 5(1).
- Nolberto, B., Santiago, S., & Tarazona, M. (2021). *Agricultura familiar y estrategias de vida de los campesinos en el centro poblado nueva Libertad de Sogobamba, Acomayo, 2020.*

- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco, R. (2018). La agricultura familiar como un medio para la seguridad alimentaria familiar en la parroquia de Chugchilan, Cantón Sigchos, en el periodo de marzo a julio de 2017. In *Revista Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*.
- Palacios, A. (2018). Análisis de la seguridad alimentaria en la comunidad la Esperanza del cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*.
- Peñuela, A. (2021). *Sistemas Agroforestales y Servicios Ecosistémicos. El caso de siete agricultores familiares del municipio de Ventaquemada en Boyacá*.
- Pérez, F., Figueroa, E., Salaza, R., Godínez, L., & Sepúlveda, D. (2020). *Modelación matemática y agronomía*. <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2020/11/ModMatematica-y-agronomia2020.pdf>
- Pilataxi, C. (2016). Módulo Ambiental de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2016. *Inec*, 1–12.
- Pilla, M. (2014). *La Actividad Agrícola Y Su Impacto En El Desarrollo Económico Local En La Parroquia Salasaka cantón Pelileo, Provincia Tungurahua en el año 2014*.
- Piza, C., Palacios, L., Pulido, N., & Dallos, R. (2016). *Agricultura familiar: una alternativa para la seguridad alimentaria*. 6.
- PDA Pilahuin. (2013). Plan Comunitario de Preparación para Desastres PDA Pilahuin. <http://www.codeso.com/turismoecuador/mapa-tungurahua-cantones.html>
- Poveda, G., Salazar, V., Avilés, P., Carrera, J., & Neira, G. (2021). Revisión a la seguridad alimentaria en el ecuador. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 3189–3199. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-157>

- Récalt, C. (2004). *El proyecto Píllaro ¿Iniciado por la voluntad del Estado, deseado por la de las comunidades rurales, terminado en favor de quién?*
- Restrepo, M., Gutiérrez, L., & Ríos, L. (2019). Food security in indigenous and peasant populations: a systematic review. *Ciencia e Saude Coletiva*, 24(1). <https://doi.org/10.1590/1413-81232018241.32242011>
- Rivadeneira, J., De La Hoz, A., & Barrera, M. (2020). Análisis general del spss y su utilidad en la estadística. *E-IDEA-Journal of Business Sciences*.
- Rodríguez, O., Florido, R., & Varela, M. (2018). Aplicaciones de la modelación matemática y la simulación de cultivos agrícolas en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 121–126.
- Salete, R., Brasil, I., Alentejano, P., & Frigotto, G. (2017). *Diccionario de Educación del campo*.
- Samper, M. (2019). Enfoques y aproximaciones conceptuales de la agroecología, la seguridad alimentaria, la agricultura familiar y los territorios. *Researchgate.Net, March*, 44. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27290.80323>
- Sánchez, A. (2017). Escuela Internacional de Alta Formación en Relaciones Laborales y de Trabajo de ADAPT directores. *Revista Internacional y Comparada de RELACIONES LABORALES Y DERECHO DEL EMPLEO*, 5(2), 22.
- Sánchez, F., & Garcés, F. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3.
- Sánchez, L. (2018). *Estrategias implementadas por pequeños productores agropecuarios del trópico alto de Cundinamarca para garantizar la Seguridad Alimentaria y su relación con el desarrollo sostenible y el medio ambiente*. 168.
- Schneider, S. (2014). La agricultura familiar en América Latina: Un nuevo análisis comparativo. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), 36.

https://www.ifad.org/documents/38714170/39135645/Family+farming+in+Latin+America+-+A+new+comparative+analysis_s.pdf/9330a6c4-c897-4e1c-9c05-1144ebec0457

Silva, L. (2018). *Valoración de los recursos frutales de Tungurahua y sus productos agrícolas de acuerdo a las NIIF.*

Stradiotto, E., Binotto, E., Bernardes, A., Adeyse, R., Siqueira, V., & Bunsit, T. (2021). Management in family farming: Evidence from settlements. *Revista de Administração Da UFSM, 14*(4). <https://doi.org/10.5902/1983465953130>

Sosa, B. (2015). Tipología de productores y la dinámica económica de los sistemas de producción de Mocha, Tungurahua. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7779/1/T-UCE-0004-54.PDF>

Teobaldo, T., Romero, D., Maza, C., & Jurado, C. (2017). Agricultura familiar y tecnología. *Revista de Agroecología Leisa, 33*(3).

Torres, N., Fierro, P., & Alemán, A. (2017). *Balance de la economía popular y solidaria en Ecuador Balance of the Social and Solidarity Economy in Ecuador. 158.* <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425553381014.pdf>

Torres, R. (2021). Importancia de las ciencias matemáticas en la agricultura. *Green World Journal, 4*(2), 006. <https://doi.org/10.53313/gwj42008>

Tubón, B. (2022). *Aplicación de modelos matemáticos para la determinación de zonas de producción en el cantón Píllaro para garantizar la seguridad alimentaria.*

Valarezo, M. (2020). *Análisis de la Seguridad Alimentaria en relación a los Sistemas Productivos Agropecuarios en el cantón Tiwintza, Morona Santiago Economía Agrícola y Desarrollo Sustentable.*

Vargas, C., Blanco, F., Montoya, O., & Giral, D. (2021). *Tecnura Evaluation of Linear and Nonlinear Models for Transmission System Planning Using the GAMS Software.*

Viera, W., Viera, A., Martínez, A., Jácome, R., Ayala, G., Sotomayor, A., Galarza, D., & Ron, L. (2017). Factors influencing peach farmer income in the province of

Tungurahua, Ecuador. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 17(2).
<https://doi.org/10.7201/earn.2017.02.06>

ANEXOS

Anexo 1 Formato de Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERIA EN ALIMENTOS



"Efecto de la participación de la agricultura familiar y campesina en la producción de alimentos para la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Píllaro, Mocha y Tisaleo"

ENCUESTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
RESPECTO " IMPACTO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN LA
SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA "

Reciba un cordial saludo, el motivo de la presente encuesta es de tipo informativo exclusivamente para la investigación que se encuentra realizando la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Técnica de Ambato en el entorno al " Impacto de la Agricultura Familiar en la Seguridad Alimentaria de la provincia de Tungurahua"

La encuesta es confidencial, razón por la cual, solicitamos su total ayuda y sinceridad de sus respuestas.

CUESTIONARIO			
#:			

LUGAR DE LA TOMA:	
COORDENADAS:	
NOMBRE DEL ENCUESTADOR:	
FECHA:	
HORA:	

SECCIÓN 1.- DATOS GENERALES Y CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS HOGARES

Ubicación demográfica:

Cantón	X	Parroquia	Recinto/ comunidad
Píllaro			
Mocha			
Tisaleo			

1. GENERO

- a) Masculino _____
b) Femenino _____

2. EDAD

3. NACIONALIDAD

- a) Ecuatoriana: _____
b) Extranjera: _____ ¿Cuál? _____

4. INSTRUCCIÓN FORMAL

- a) Primaria _____ completa: si ___ no ___
b) Secundaria _____ completa: si ___ no ___
c) Universidad _____ completa: si ___ no ___
d) No posee estudios formales _____

5. Miembros grupo familiar:

- a) De 1 a 2 miembros
b) De 3 a 4 miembros
c) De 5 a 6 miembros
d) Mas de 6 miembros

6. ¿Dependen todos los miembros de la familia de usted?

Si _____ No _____

7. ¿Alguien más de la familia apoya con los gastos?

Si _____ No _____

8. ¿Qué miembro de su familia apoya a los gastos de la familia?

- a) Esposo/sa _____
b) Hijo/ja _____
c) Ninguno de los anteriores _____
d) Otros _____

9. ¿Cuál es su actividad o actividades económicas? agrícola, pecuaria, administrador, albañil, chofer, jefe obra, profesor, etc.

Actividad económica	Administrativa /oficina (secretaria, archivista, jefe) A.	Agrícola /pecuaria/ ganaderia B.	Ventas C.	Otros (albañil, guardia, plomero, chofer, etc.) D.	Formal (iess y beneficios de ley) E.	Informal F.
Principal						
Secundario						

10. Sus ingresos totales mensuales son entre:

- a) Menor USD \$ 100 _____
- b) USD \$ 101 A 200 _____
- c) USD \$ 201 A 300 _____
- d) USD \$ 301 A 400 _____
- e) USD\$ 401 A 500 _____
- f) Mayor USD \$ 500 _____

11. ¿Cuáles son los ingresos semanales por la venta solo de sus productos agrícolas y/o pecuarios?

- a) Menor USD \$ 25 _____
- b) USD \$ 25 A 100 _____
- c) USD \$ 101 A 200 _____
- d) USD \$ 201 A 300 _____
- e) USD\$ 301 A 400 _____
- f) Mayor USD \$ 400 _____

12. ¿Cuánto es el aporte de dinero que realizan los otros miembros de la familia mensualmente?

- a) Menor USD \$ 25 _____
- b) USD \$ 25 A 100 _____
- c) USD \$ 101 A 200 _____
- d) USD \$ 201 A 300 _____
- e) USD\$ 301 A 400 _____
- f) Mayor USD \$ 400 _____

13. ¿Ha requerido en el último año alguna fuente extra de financiamiento?

- a) Banco, cooperativa – entidad financiera: _____
- b) Asociación: _____
- c) Pidió prestado a un familiar: _____
- d) Chulquero: _____
- e) Otro: _____

14. El último préstamo que solicitó en los rangos de:

- a) Menor USD \$ 100 _____
- b) USD \$ 100 A 500 _____
- c) USD \$ 501 A 1000 _____

d) USD \$ 1001 A 3000 _____

e) USD\$ 3001 A 6000 _____

f) Mayor USD \$ 6000 _____

15. ¿En qué uso el préstamo realizado?

a) Alimentación/vivienda (pago servicios básicos, arreglos, etc.)/salud/educación _____

b) b. Compra o arreglo vehículo _____

c) c. Compra suministros y productos agrícolas (semillas, plántulas, abonos, fertilizantes, etc.) _____

d) Y/o pecuarios (animales, alimento, vacunas, etc.) _____

e) d. Otro – especifique: _____

SECCIÓN 2.- CONOCIMIENTO DE LA AGRICULTURA

16. ¿A qué se dedica el agricultor?

a) Agrícola _____

b) Pecuaria _____

c) Ambas _____

d) Ninguna _____

17. ¿Quién de los miembros de la familia se dedican a la agricultura?

a) Usted _____

b) Esposa/so _____

c) Hijo/ja _____

d) Usted con esposa/sa _____

e) Usted con hijo/ja _____

f) Esposa/sa con hijo/ja _____

g) Usted con esposa/sa e hijo/ja _____

h) Otros (cuñado, nieto, padres, etc) _____

18. ¿A quién pertenece la tierra que utiliza para la actividad agrícola?

a) Propio _____

b) Arrendado _____

c) Propio y arrendado _____

d) Otros _____

19. ¿Cuánto es el área de terreno dedicada a la actividad agrícola?

20. ¿Cuánto es el área de terreno dedicada a la actividad pecuaria?

21. ¿Cuánto es el área de terreno dedicada a la vivienda?

22. ¿Cuánto es el área de terreno dedicada a otras actividades?

23. ¿Cuál es la ubicación de su terreno para la actividad agrícola?
- Junto al lugar de vivienda _____
 - Menor a 15 minutos _____
 - Entre 15 y 30 minutos _____
 - Entre 31 y 60 minutos _____
 - Mas de 1 hora _____
24. ¿Cuánto es la pendiente de su terreno para la actividad agrícola?
- Muy inclinado _____
 - Poco inclinado _____
 - Plano _____
25. ¿Cuáles son los tipos de cultivos que más siembra en su terreno?
- Maíz _____
 - Mora _____
 - Papa _____
 - Tomate de árbol _____
 - Otros _____
26. ¿Cuál es el área de terreno destinada para la producción de otros productos?

27. ¿Cuál es el lugar de adquisición de material para la siembra o plantación?
- INIAP – MAG _____
 - Invernaderos _____
 - Tiendas especializadas _____
 - Mercado _____
 - Vivero _____
 - Usted los produce _____

28. ¿Cuál es el costo de los insumos agrícolas que ocupa?

- a) Menor USD \$ 100 _____
- b) USD \$ 100 A 300 _____
- c) USD \$ 301 A 600 _____
- d) USD \$ 601 A 1000 _____
- e) USD\$ 1001 A 5000 _____
- f) Mayor USD \$ 5000 _____

29. ¿Cuál es la frecuencia con la que compra insumos agrícolas?

- a) 1 vez al año
- b) 2 vez al año
- c) 3 vez al año
- d) 4 vez al año
- e) Mas de 4 vez al año

30. ¿Cuánto es la producción de su penúltima cosecha? _____

31. ¿Cuánto es la producción de su última cosecha? _____

32. ¿Cuál es la participación de los miembros de la familia en la agricultura?

	Hombre (miembros varones de la familia)	Mujeres (miembros mujeres de la familia)	Por igual hombres y mujeres	Otro – hombre contratado	Otro – mujer contratada
Preparación del suelo					
En la siembra					
En el riego					
En la cosecha					

33. ¿Usted abandonaría su cosecha por las siguientes condiciones?

Condiciones	Si	No
Cultivo con plagas		
Cultivos con altos costos de mantenimiento		
Cultivos con escasas disponible de agua de riego		
Por los bajos precios de venta en el mercado		
Por la competencia con otros agricultores		
Por enfermedad del agricultor		

SECCIÓN 3.- CONOCIMIENTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

34. ¿Posee algún tipo de conocimiento acerca de la seguridad alimentaria?

Si _____ No _____

En caso negativo: sabía que la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas pueden tener en forma continua el acceso a los alimentos que ayuden en la nutrición que necesitan en la familia, para que estén sanos y fuertes, crezcan bien y sobre todo, que estos alimentos no deben enfermarlos

35. ¿Qué parte de la producción es la que consume?

- a) 1-3 partes _____
- b) 4-6 partes _____
- c) 7-9 partes _____
- d) 10 partes _____
- e) Primera siembra – sin cosecha _____
- f) Ninguna de las anteriores _____

36. ¿Qué parte de la producción es la se proporciona para la venta?

- a) 1-3 partes _____
- b) 4-6 partes _____
- c) 7-9 partes _____
- d) 10 partes _____
- e) Primera siembra – sin cosecha _____
- f) Ninguna de las anteriores _____

37. ¿Ha tenido que trasladarse a largas distancias para vender los alimentos que produce?

Si _____ No _____

38. Las condiciones del camino para poder sacar sus productos para la venta son:

- a) Buena _____
- b) Regular _____
- c) Mala _____
- d) Ninguna de las anteriores _____

39. El medio de transporte que usa para sacar sus productos para la venta es:

- a) Carro propio _____
- b) Flete _____
- c) Caminando _____
- d) Ninguna de las anteriores _____

40. ¿Los ingresos familiares le permiten comprar todos los alimentos que necesita su familia?

Si _____ No _____

41. Del total del ingreso familiar, ¿cuánto destina a la compra de alimentos?

- a) Todo _____
- b) Un poco mas de la mitad _____
- c) Mitad _____
- d) Menos de la mitad _____

42. ¿Ha tenido que trasladarse a largas distancias para poder comprar los alimentos que no produce?

Si _____ No _____

43. ¿Los alimentos que usted no produce, dónde los adquiere?

- a) Mercado _____
- b) Supermercado _____
- c) Feria libre _____
- d) Tienda _____
- e) Vecinos _____
- f) Camionetas de distribución de alimentos _____

44. ¿Qué miembro de la familia elige que productos se consume en el hogar?

- a) Padre _____
- b) Madre _____
- c) Padre y madre _____
- d) Hijos _____

45. ¿Cuántos días a la semana come los siguientes productos en su familia?

PRODUCTOS FRESCOS Ej.: vegetales, carne, pollo, fruta, jugo natural, yogur natural	SEMIPROCESADOS Ej.: chocolate, café, tallarines, frutos secos	PROCESADOS Ej.: aceite vegetal, sal, azúcar, enlatados, carne curada, queso, mermeladas.	ULTRAPROCESADOS Ej.: Gaseosas, Helados, bebidas energizantes, pizzas, enlatados, fórmulas de bebe, embutidos, pan.

46. ¿Usted o algún miembro de su familia ha dejado de comer o ha sentido hambre el último año?

Si ____ No ____

47. ¿Los productos que usted produce le alcanza a alimentarse usted y a su familia?

Si ____ No ____

48. Posee los siguientes servicios básicos en el hogar:

- a) Agua, luz y alcantarillado publico ____
- b) Agua, luz y pozo séptico ____
- c) Agua, luz, pozo séptico y letrina ____

49. Posee los siguientes servicios extras en el hogar:

- a) Internet en casa y teléfono fijo ____
- b) Internet en casa, teléfono fijo y celular ____
- c) Internet en casa y celular ____
- d) Internet en celular y teléfono fijo ____
- e) Internet del celular – celular ____
- f) No posee ____

50. El agua que usted dispone para el consumo del hogar es:

- a) Agua potable ____
- b) Agua entubada ____
- c) Agua lluvia ____
- d) Agua embotellada ____

- e) Agua de rio _____
- f) Agua de pozo _____
- g) Otros _____

51. El costo del agua de consumo familiar es:

- a) Caro _____
- b) Algo caro _____
- c) Barato _____

52. ¿Usted o algún miembro de la familia se ha enfermado en el último año?

Si _____ No _____

53. ¿Con que frecuencia?

- a) 1 vez _____
- b) 2 veces _____
- c) 3 veces _____
- d) Mas de 3 veces _____
- e) Ninguna de las anteriores _____

54. ¿Qué tipo de afección, se ha presentado con más frecuencia en la familia?

- a) Estomacal _____
- b) Dolor de cabeza _____
- c) Gripe (influenza) _____
- d) Todas las anteriores _____
- e) Accidente _____
- f) Otros _____
- g) Ninguna de las anteriores _____

55. ¿Alguien ha sufrido sobre el padecimiento de COVID-19?

- a) Usted _____
- b) Miembro de la familia _____
- c) Usted y miembro de la familia _____
- d) Ninguno _____

56. ¿P ara el caso de haber padecido alguna enfermedad, usted cree o considera que pudo ser por los alimentos que consumió?

Si _____ No _____ ¿porque?

Anexo 2. Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
DEDICACIONAGROPECUARIA	610	1	4	2,27	,974
DEDICACION ACTIVIDAD AGRICOLA	610	1	8	2,52	2,047
TENENCIA DE LA TIERRA - ACTIVIDAD AGRICOLA	610	1	4	1,36	,819
TIPOS DE CULTIVOS	610	1	5	2,89	1,446
COSTO INSUMOS AGRICOLAS	610	1	6	3,05	1,383
ABANDONO CULTIVO POR PLAGAS	610	1	2	1,81	,389
ABANDONO CULTIVO POR ALTOS COSTOS DE MANTENIMIENTO	610	1	2	1,91	,284
ABANDONO CULTIVO POR ESCASA DISPONIBILIDAD AGUA DE RIEGO	610	1	2	1,98	,145
ABANDONO CULTIVO POR BAJO PRECIO DE VENTA	610	1	2	1,90	,300
ABANDONO CULTIVO POR COMPETENCIA	610	1	2	1,96	,195
CONOCIMIENTO SEGURIDAD ALIMENTARIA	592	1	2	1,49	,500
CONSUMO PRODUCCION	592	1	6	2,08	1,632
VENTA PRODUCCION	592	1	6	3,58	1,330
TIPO DE AFECCION A LA SALUD	592	1	7	4,51	2,204
ALIMENTOS CAUSA DE ENFERMEDADES	592	1	2	1,74	,440
N válido (por lista)	574				

Anexo 3. ANOVA de un factor

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CANTON	Entre grupos	2,438	5	,488	,807	,545
	Dentro de grupos	343,311	568	,604		
	Total	345,749	573			
PARROQUIA	Entre grupos	58,643	5	11,729	,679	,640
	Dentro de grupos	9815,575	568	17,281		
	Total	9874,218	573			
TENENCIA DE LA TIERRA - ACTIVIDAD AGRICOLA	Entre grupos	7,494	5	1,499	2,283	,045
	Dentro de grupos	372,856	568	,656		
	Total	380,350	573			
TIPOS DE CULTIVOS	Entre grupos	61,508	5	12,302	6,398	,000
	Dentro de grupos	1092,027	568	1,923		
	Total	1153,535	573			
INSTRUCCION FORMAL	Entre grupos	15,509	5	3,102	1,673	,142
	Dentro de grupos	441,388	238	1,855		
	Total	456,898	243			
FUENTES DE FINANCIAMIENTO	Entre grupos	4,340	5	,868	,385	,859
	Dentro de grupos	536,819	238	2,256		
	Total	541,160	243			
FRECUENCIA DE CONSUMO - PRODUCTOS PRODUCE	Entre grupos	201,399	5	40,280	89,263	,000
	Dentro de grupos	264,432	586	,451		
	Total	465,831	591			
TIPO AGUA DE CONSUMO	Entre grupos	5,377	5	1,075	2,435	,034
	Dentro de grupos	258,811	586	,442		
	Total	264,187	591			

Anexo 4. Código ejecutado mediante GAMS

GAMS 38.1.0 a1a3b545 Jan 31, 2022 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows -
03/03/23 16:00:27 Page 1

variacion

Include File Summary

SEQ	GLOBAL	TYPE	PARENT	LOCAL	FILENAME
1	1	INPUT	0	0	C:\GAMS\proyectos\CCSSAA2022.gms
2	310	STOP	1	310	C:\GAMS\proyectos\CCSSAA2022.gms

COMPILATION TIME = 0.000 SECONDS 3 MB 38.1.0 a1a3b545
WEX-WEI

GAMS 38.1.0 a1a3b545 Jan 31, 2022 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows -
03/03/23 16:00:27 Page 2

variacion

Equation Listing SOLVE variacion Using LP From line 308

---- objjt =E=

objjt.. - 19333.6826*xc(maize,mocha) - 228*xc(maize,tisaleo) -
41232.0389*xc(maize,pillaro) - 80111.34*xc(blackberry,mocha) -
175108.3256*xc(blackberry,tisaleo) - 216842.3432*xc(blackberry,pillaro) -
21725.4524*xc(potato,mocha) - 26404.5884*xc(potato,tisaleo) -
30769.3824*xc(potato,pillaro) - 58745.7569*xc(tomato,mocha) + z =E= 0 ; (LHS =
0)

---- eq_land =L=

eq_land(mocha).. xc(maize,mocha) + xc(blackberry,mocha) + xc(potato,mocha) +
xc(tomato,mocha) =L= 227.5 ; (LHS = 0)

$$\text{eq_land(tisaleo).. } xc(\text{maize,tisaleo}) + xc(\text{blackberry,tisaleo}) + xc(\text{potato,tisaleo}) + xc(\text{tomato,tisaleo}) =L= 145.37 ; (\text{LHS} = 0)$$

$$\text{eq_land(pillaro).. } xc(\text{maize,pillaro}) + xc(\text{blackberry,pillaro}) + xc(\text{potato,pillaro}) + xc(\text{tomato,pillaro}) =L= 1156.77 ; (\text{LHS} = 0)$$

---- eq_wat =L=

$$\begin{aligned} \text{eq_wat(Ene).. } & 5.49*xc(\text{maize,mocha}) + 5.49*xc(\text{maize,tisaleo}) + \\ & 5.49*xc(\text{maize,pillaro}) + 2.246*xc(\text{blackberry,mocha}) + \\ & 2.246*xc(\text{blackberry,tisaleo}) + 2.246*xc(\text{blackberry,pillaro}) + 3.4*xc(\text{potato,mocha}) \\ & + 3.4*xc(\text{potato,tisaleo}) + 3.4*xc(\text{potato,pillaro}) + 4.51*xc(\text{tomato,mocha}) + \\ & 4.51*xc(\text{tomato,tisaleo}) + 4.51*xc(\text{tomato,pillaro}) =L= 184.8 ; (\text{LHS} = 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{eq_wat(Feb).. } & 3.87*xc(\text{maize,mocha}) + 3.87*xc(\text{maize,tisaleo}) + \\ & 3.87*xc(\text{maize,pillaro}) + 5.53*xc(\text{blackberry,mocha}) + 5.53*xc(\text{blackberry,tisaleo}) + \\ & 5.53*xc(\text{blackberry,pillaro}) + 5.56*xc(\text{potato,mocha}) + 5.56*xc(\text{potato,tisaleo}) + \\ & 5.56*xc(\text{potato,pillaro}) + 9.6*xc(\text{tomato,mocha}) + 9.6*xc(\text{tomato,tisaleo}) + \\ & 9.6*xc(\text{tomato,pillaro}) =L= 142.1 ; (\text{LHS} = 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{eq_wat(Mar).. } & 6.6*xc(\text{maize,mocha}) + 6.6*xc(\text{maize,tisaleo}) + 6.6*xc(\text{maize,pillaro}) \\ & + 5.754*xc(\text{blackberry,mocha}) + 5.754*xc(\text{blackberry,tisaleo}) + \\ & 5.754*xc(\text{blackberry,pillaro}) + 6.95*xc(\text{potato,mocha}) + 6.95*xc(\text{potato,tisaleo}) + \\ & 6.95*xc(\text{potato,pillaro}) + 9.39*xc(\text{tomato,mocha}) + 9.39*xc(\text{tomato,tisaleo}) + \\ & 9.39*xc(\text{tomato,pillaro}) =L= 205.3 ; (\text{LHS} = 0) \end{aligned}$$

REMAINING 9 ENTRIES SKIPPED

---- eq_mo =L=

$$\begin{aligned} \text{eq_mo.. } & 48*xc(\text{maize,mocha}) + 48*xc(\text{maize,tisaleo}) + 48*xc(\text{maize,pillaro}) + \\ & 69*xc(\text{blackberry,mocha}) + 69*xc(\text{blackberry,tisaleo}) + 69*xc(\text{blackberry,pillaro}) + \\ & 55*xc(\text{potato,mocha}) + 55*xc(\text{potato,tisaleo}) + 55*xc(\text{potato,pillaro}) + \\ & 137*xc(\text{tomato,mocha}) + 137*xc(\text{tomato,tisaleo}) + 137*xc(\text{tomato,pillaro}) =L= \\ & 10000 ; (\text{LHS} = 0) \end{aligned}$$

---- eq_crop1 =L=

eq_crop1(maize,mocha).. xc(maize,mocha) =L= 51431.82 ; (LHS = 0)

eq_crop1(maize,tisaleo).. xc(maize,tisaleo) =L= 7000 ; (LHS = 0)

eq_crop1(maize,pillaro).. xc(maize,pillaro) =L= 102358.23 ; (LHS = 0)

REMAINING 9 ENTRIES SKIPPED

---- eq_calb_ag =L=

eq_calb_ag(maize,mocha).. xc(maize,mocha) =L= 4.550455 ; (LHS = 0)

eq_calb_ag(maize,tisaleo).. xc(maize,tisaleo) =L= 7.123842313 ; (LHS = 0)

eq_calb_ag(maize,pillaro).. xc(maize,pillaro) =L= 28.922141925 ; (LHS = 0)

REMAINING 9 ENTRIES SKIPPED

GAMS 38.1.0 a1a3b545 Jan 31, 2022 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows -
03/03/23 16:00:27 Page 3

variacion

Column Listing SOLVE variacion Using LP From line 308

---- xc

xc(maize,mocha)

(.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, +INF, 0)

-19333.6826 objjt

1 eq_land(mocha)

5.49 eq_wat(Ene)
 3.87 eq_wat(Feb)
 6.6 eq_wat(Mar)
 9 eq_wat(Abr)
 10.15 eq_wat(May)
 9.51 eq_wat(Jun)
 6.07 eq_wat(Jul)
 9.06 eq_wat(Ago)
 5.49 eq_wat(Nov)
 3.87 eq_wat(Dic)
 48 eq_mo
 1 eq_crop1(maize,mocha)
 1 eq_calb_ag(maize,mocha)

xc(maize,tisaleo)

(.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, +INF, 0)

-228 objjt
 1 eq_land(tisaleo)
 5.49 eq_wat(Ene)
 3.87 eq_wat(Feb)
 6.6 eq_wat(Mar)
 9 eq_wat(Abr)
 10.15 eq_wat(May)
 9.51 eq_wat(Jun)
 6.07 eq_wat(Jul)
 9.06 eq_wat(Ago)
 5.49 eq_wat(Nov)
 3.87 eq_wat(Dic)
 48 eq_mo
 1 eq_crop1(maize,tisaleo)

1 eq_calb_ag(maize,tisaleo)

xc(maize,pillaro)

(.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, +INF, 0)

-41232.0389 objjt

1 eq_land(pillaro)

5.49 eq_wat(Ene)

3.87 eq_wat(Feb)

6.6 eq_wat(Mar)

9 eq_wat(Abr)

10.15 eq_wat(May)

9.51 eq_wat(Jun)

6.07 eq_wat(Jul)

9.06 eq_wat(Ago)

5.49 eq_wat(Nov)

3.87 eq_wat(Dic)

48 eq_mo

1 eq_crop1(maize,pillaro)

1 eq_calb_ag(maize,pillaro)

REMAINING 9 ENTRIES SKIPPED

---- z

z

(.LO, .L, .UP, .M = -INF, 0, +INF, 0)

1 objjt

GAMS 38.1.0 a1a3b545 Jan 31, 2022
03/03/23 16:00:27 Page 4

WEX-WEI x86 64bit/MS Windows -

variacion

Model Statistics SOLVE variacion Using LP From line 308

MODEL STATISTICS

BLOCKS OF EQUATIONS	6	SINGLE EQUATIONS	41
BLOCKS OF VARIABLES	2	SINGLE VARIABLES	13
NON ZERO ELEMENTS	197		

GENERATION TIME = 0.000 SECONDS 4 MB 38.1.0 a1a3b545 WEX-WEI

GAMS 38.1.0 a1a3b545 Jan 31, 2022 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows - 03/03/23 16:00:27 Page 5

variacion

Solution Report SOLVE variacion Using LP From line 308

S O L V E S U M M A R Y

MODEL	variacion	OBJECTIVE	z
TYPE	LP	DIRECTION	MAXIMIZE
SOLVER	CPLEX	FROM LINE	308

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion

**** MODEL STATUS 1 Optimal

**** OBJECTIVE VALUE 2597272.3841

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.016 10000000000.000

ITERATION COUNT, LIMIT 7 2147483647

--- *** This solver runs with a demo license. No commercial use.

--- GMO setup time: 0.00s

--- GMO memory 0.50 Mb (peak 0.50 Mb)

--- Dictionary memory 0.00 Mb

--- Cplex 20.1.0.1 link memory 0.00 Mb (peak 0.00 Mb)

--- Starting Cplex

--- LP status (1): optimal.

--- Cplex Time: 0.00sec (det. 0.07 ticks)

Optimal solution found

Objective: 2597272.384065

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- EQU objjt	.	.	.	1.0000

---- EQU eq_land

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
mocha	-INF	6.7663	227.5000	.
tisaleo	-INF	3.9966	145.3700	.
pillaro	-INF	11.7417	1156.7700	.

---- EQU eq_wat

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
Ene	-INF	85.1896	184.8000	.
Feb	-INF	142.1000	142.1000	3470.7711
Mar	-INF	159.1334	205.3000	.
Abr	-INF	162.7589	180.0000	.
May	-INF	175.0420	176.8000	.
Jun	-INF	179.8325	333.3000	.
Jul	-INF	164.2670	323.0000	.
Ago	-INF	127.9000	127.9000	3068.4497
Sept	-INF	74.1000	74.1000	19840.9399

Oct	-INF	74.2016	155.1000	.
Nov	-INF	100.0711	203.7000	.
Dic	-INF	60.6559	117.9000	.

		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
----	EQU eq_mo	-INF	1887.8197	10000.0000	.

---- EQU eq_crop1

		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
maize	.mocha	-INF	.	51431.8200	.
maize	.tisaleo	-INF	.	7000.0000	.
maize	.pillaro	-INF	5.9573	102358.2300	.
blackberry	.mocha	-INF	.	48750.0000	.
blackberry	.tisaleo	-INF	3.9966	102725.5600	.
blackberry	.pillaro	-INF	5.7844	126438.0700	.
potato	.mocha	-INF	.	93822.5800	.
potato	.tisaleo	-INF	.	110533.7800	.
potato	.pillaro	-INF	.	126122.3300	.
tomato	.mocha	-INF	6.7663	91108.1100	.
tomato	.tisaleo	-INF	.	.	.
tomato	.pillaro	-INF	.	.	.

---- EQU eq_calb_ag

		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
maize	.mocha	-INF	.	4.5505	.

maize	.tisaleo	-INF	.	7.1238	.
maize	.pillaro	-INF	5.9573	28.9221	.
blackberry	.mocha	-INF	.	2.2752	.
blackberry	.tisaleo	-INF	3.9966	8.7231	.
blackberry	.pillaro	-INF	5.7844	5.7844	41734.0176
potato	.mocha	-INF	.	4.7780	.
potato	.tisaleo	-INF	.	5.5246	.
potato	.pillaro	-INF	.	21.9808	.
tomato	.mocha	-INF	6.7663	11.3761	.
tomato	.tisaleo	-INF	.	1.1631	.
tomato	.pillaro	-INF	.	1.1569	.

---- VAR xc

		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
maize	.mocha	.	.	+INF	-21898.3563
maize	.tisaleo	.	.	+INF	-41004.0389
maize	.pillaro	.	5.9573	+INF	.
blackberry	.mocha	.	.	+INF	-94996.9856
blackberry	.tisaleo	.	3.9966	+INF	.
blackberry	.pillaro	.	5.7844	+INF	.
potato	.mocha	.	.	+INF	-152527.1482
potato	.tisaleo	.	.	+INF	-147848.0122
potato	.pillaro	.	.	+INF	-143483.2182
tomato	.mocha	.	6.7663	+INF	.
tomato	.tisaleo	.	.	+INF	-58745.7569
tomato	.pillaro	.	.	+INF	-58745.7569

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR z	-INF	2597272.3841	+INF	.

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED