



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS  
CARRERA DE ECONOMÍA**

**Producción agrícola y sistema de riego de los pequeños productores de la  
parroquia La Matriz cantón Guano**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Economista**

**Autores:**

Picho Chariguaman Jefferson Paul  
Vizuite Chacha Dennys Alexander

**Tutor:**

Econ. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar PhD.

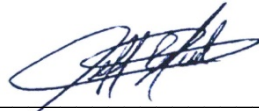
**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, **Jefferson Paul Picho Chariguaman** con cédula de ciudadanía **1726643719** y **Dennys Alexander Vizuite Chacha** con cédula de ciudadanía **0605316744**, autores del trabajo de investigación titulado: **“PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y SISTEMA DE RIEGO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA PARROQUIA LA MATRIZ CANTÓN GUANO”**, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor(a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 23 días del mes de febrero de 2024

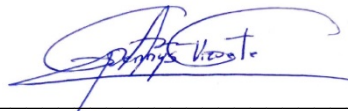


---

Jefferson Paul Picho Chariguaman

**AUTOR**

C.I: 1726643719



---

Dennys Alexander Vizuite Chacha

**AUTOR**

C.I: 0605316744



## ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 06 días del mes de DICIEMBRE de 2023, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por los estudiantes **JEFFERSON PAUL PICHO CHARIGUAMAN** con CC: **1726643719**, y **DENNYS ALEXANDER VIZUETE CHACHA** con CC: **0605316744** de la carrera **ECONOMÍA** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y SISTEMA DE RIEGO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA PARROQUIA LA MATRIZ CANTÓN GUANO"**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.

Econ. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar PhD.  
**TUTOR(A)**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Producción agrícola y sistema de riego de los pequeños productores de la parroquia La Matriz cantón Guano”, presentado por Jefferson Paul Picho Chariguaman y Dennys Alexander Vizuete Chacha, con cédula de identidad número 1726643719 y 0605316744, bajo la tutoría de Econ. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar PhD.; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de sus autores; no teniendo más nada que observar.


De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 29 días del mes de febrero de 2024.

**Econ. Diego Fernando Logroño León Mgs.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

**Econ. Gerardo Mauricio Zurita Vaca Mgs.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

**Econ. Gabriel Ramírez Torres PhD.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---



# CERTIFICACIÓN

Que, **PICHO CHARIGUAMAN JEFFERSON PAUL** con CC: **1726643719** y **VIZUETE CHACHA DENNYS ALEXANDER** con CC: **0605316744**, estudiantes de la Carrera **ECONOMÍA**, Facultad de **CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y SISTEMA DE RIEGO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA PARROQUIA LA MATRIZ CANTÓN GUANO**", cumple con el 5%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 22 de febrero de 2024

Econ. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar PhD.  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Mi proyecto de titulación lo realizo con el mayor esmero y responsabilidad en honor a mis padres Julio Vizúete y Dalia Chacha quienes han sido parte fundamental para hacer posible la realización del mismo, por brindarme el apoyo necesario y los recursos para cursar mis estudios, del mismo modo para compañeros y docentes que fueron parte fundamental para cursar el tiempo de estudio sin problemas y con los conocimientos más completos.

**Dennys Vizúete**

A mis padres, Segundo y María, en especial a mi madre quien con su amor, esmero y dedicación ha sido incondicional en mi vida. A mis hermanas, Janeth y especialmente Zoila quien junto a mis sobrinas, Lisbeth y Anahí, han estado a mi lado todo este camino compartiendo buenos y malos momentos. A Jéssica Thalía, quien a pesar de los años siempre estuvo presente de una u otra forma aquellas madrugadas de estudio siendo la razón para no rendirme; junto a mi madre son las mujeres más importantes en mi vida, la una me dio la vida y la otra, la razón para vivirla, para ustedes, que son mi motor y motivo.

**Jefferson Picho**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mis padres quienes en todo momento me han brindado su apoyo incondicional, así como dotarme de los recursos, principios, ética y honestidad para cursar mis estudios y poder cumplir con mis metas propuestas a lo largo de mi vida. Ellos son quienes con su esmero y dedicación me han impulsado siempre hacia al frente para nunca abandonar mis metas y brindarme el apoyo para tener la debida concentración en mi carrera.

**Dennys Vizuete**

A Dios por darme salud y la fortaleza, a mi madre quien a través de su ejemplo de perseverancia y lucha inquebrantable me ha permitido llegar a ser la persona que soy; a mi hermana Zoila, quien ha sido como una segunda madre y me ha apoyado en los momentos difíciles. A Jéssica, por llegar a mi vida y haberse convertido en parte importante de ella. A la Universidad Nacional de Chimborazo, su cuerpo docente quienes han sido parte fundamental en mi formación profesional y a todos quienes de una u otra forma han contribuido en la misma.

**Jefferson Picho**

# ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I .....	14
1. Marco Referencial .....	14
1.1 Introducción.....	14
1.2 Planteamiento del Problema .....	15
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General .....	17
1.3.2 Objetivos Específicos .....	17
CAPÍTULO II.....	18
2. Marco Teórico .....	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.2 Fundamentación Teórica .....	22
2.2.1 Sistemas Productivos .....	22
2.2.2 Tecnología en los Sistemas Productivos Agrícolas.....	23
2.2.3 Funcionamiento .....	23
2.2.4 Teoría de la Producción.....	24
2.2.5 Producción Agrícola .....	25
2.2.6 Predios Agrícolas.....	27
2.2.7 Sistema de Riego .....	27
2.2.7.1 Importancia del sistema de riego en la producción agrícola .....	28
2.2.7.2 Clasificación de los Sistemas de Riego .....	29
2.2.7.3 Riego por Goteo.....	29
2.2.7.4 Riego por Aspersión .....	30
2.2.7.5 Riego por Microaspersión .....	30
2.2.7.6 Riego por Surcos .....	31



2.2.7.7	Riego por Melgas.....	31
2.2.8	Desarrollo Económico Local .....	31
2.2.9	Pequeños Productores .....	32
2.2.10	Caracterización del Proceso Productivo en el Sector Agrícola.....	32
2.2.10.1	Producción Agrícola en Relación con el Factor Climático .....	33
2.2.10.2	Tipos de Producción Agrícola .....	33
2.2.10.3	Producto Agrícola.....	34
2.2.10.4	El Proceso de Trabajo.....	34
2.2.10.5	La Base Económica de Sociedad.....	35
2.2.11	Función de Producción .....	35
2.2.11.1	Cobb-Douglas.....	38
2.2.11.2	Función de Producción en el Sector Agrícola .....	39
CAPÍTULO III .....		41
3.	Metodología.....	41
3.1	Método.....	41
3.2	Tipo y Diseño de Investigación .....	41
3.3	Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos .....	42
3.3.1	Técnicas .....	42
3.3.2	Instrumento .....	42
3.3.2.1	Validación del Instrumento .....	42
3.4	Población y Muestra .....	43
3.4.1	Población .....	43
3.4.2	Muestra .....	44
3.5	Especificación del Modelo .....	46
3.5.1	Variables.....	47
3.5.1.1	Variable Dependiente .....	47
3.5.1.2	Variables Independientes.....	47
3.5.2	Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).....	47
3.5.2.1	Supuestos Mínimos Cuadrados Ordinarios .....	48
CAPÍTULO IV.....		53
4.	Resultados y Discusión.....	53
4.1	Características socioeconómicas de los encuestados.....	53
4.2	Descripción de las variables utilizadas en la investigación .....	56
4.3	Estimación del modelo econométrico.....	58

4.3.1 Test aplicados al modelo .....	61
4.4 Discusión de resultados .....	64
CAPÍTULO V.....	66
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
5.1 Conclusiones.....	66
5.2 Recomendaciones .....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estadístico de fiabilidad para la validación del instrumento, considerando 8 preguntas de la encuesta .....	43
Tabla 2 Distribución de los beneficiarios del sistema de riego por comunidad en base a información proporcionada por la Junta de Riego Chambo Guano Los Chingazos (JURECH) .....	44
Tabla 3 Número de usuarios del sistema de riego y composición estratificada de la población .....	45
Tabla 4 Matriz de operacionalización de las variables .....	46
Tabla 5 Análisis descriptivo de las variables utilizadas.....	56
Tabla 6 Regresión del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios para determinar la función de producción .....	60
Tabla 7 Formas funcionales al emplear logaritmos .....	60
Tabla 8 Test de Ramsey aplicado para determinar la correcta especificación del modelo ..	61
Tabla 9 Prueba de normalidad aplicada al modelo para determinar el supuesto de normalidad .....	61
Tabla 10 Prueba de Homocedasticidad aplicada al modelo para determinar la homocedasticidad de los datos .....	61
Tabla 11 Prueba del Factor Inflación de Varianzas para determinar problemas de multicolinealidad.....	62
Tabla 12 Datos de la Regresión .....	76
Tabla 13 Comparación comunidades, producción y factores productivos .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Género de los productores encuestados en porcentajes, parroquia La Matriz cantón Guano periodo 2023 .....	53
Figura 2 Principales productos agrícolas que se cultiva (porcentajes) parroquia La Matriz cantón Guano periodo 2023.....	54
Figura 3 Lugares donde los productores comercializan su producción en porcentajes, periodo 2023 .....	54

## RESUMEN

La presente investigación se enfoca en establecer la incidencia del sistema de riego en la producción agrícola de los pequeños productores en la parroquia La Matriz, cantón Guano. Para lo cual se caracteriza a dichos productores; luego se estima la función de producción del maíz para entender su desempeño en relación con el sistema de riego, siendo el maíz el principal cultivo en la parroquia. Para establecer la función de producción se realizó un modelo mediante la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios, estableciendo como variable dependiente el nivel de producción del maíz, como variables independientes el sistema de riego, capital, trabajo y terreno.

Para efecto de la recolección de datos se aplicó una encuesta a 278 productores de la parroquia, beneficiarios del sistema de riego. Mediante la estimación econométrica se determina que existen rendimientos decrecientes, pues al aumentar en 1% algún factor de la producción, se evidencia un crecimiento menor a este porcentaje. A través del presente trabajo, se espera proporcionar una comprensión de la dinámica agrícola en la parroquia, lo que contribuirá al diseño de estrategias para mejorar la producción y bienestar de los agricultores, así como promover el uso sostenible del recurso hídrico en el contexto agrícola.

**Palabras clave:** Producción agrícola, factores productivos, sistema de riego, función de producción, rendimientos decrecientes.

## ABSTRACT

This research is focused on establishing the incidence of the irrigation system in the agricultural production of small farmers in the parish of La Matriz, Guano canton. For this purpose, the producers are characterized; then the production function of corn is estimated to understand its performance in relation to the irrigation system, being corn the main crop in the parish. To establish the production function, a model was made using the Ordinary Least Squares methodology, establishing the level of corn production as the dependent variable, and the irrigation system, capital, labor and land as independent variables.

For data collection purposes, a survey was applied to 278 farmers in the parish, beneficiaries of the irrigation system. By means of the econometric estimation, it was determined that there are diminishing returns, because when increasing by 1% some factor of production, a growth lower than this percentage is evidenced. Through this work, it is expected to provide an understanding of the agricultural dynamics in the parish, which will contribute to the design of strategies to improve the production and welfare of farmers, as well as to promote the sustainable use of water resources in the agricultural context.

**Keywords:** Agricultural production, productive factors, irrigation system, production function, diminishing returns.



Reviewed by:

Mgs. Sofia Freire Carrillo

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0604257881

# CAPÍTULO I

## 1. Marco Referencial

### 1.1 Introducción

La producción agrícola conlleva grandes riesgos y la utilización de recursos importantes para su funcionamiento, en las comunidades campesinas el desempeño de políticas que ayuden a la producción es de mayor relevancia, en la mayoría de los casos las personas subsisten gracias a los ingresos obtenidos por la venta de su producción, así también, el equilibrio con el medio ambiente y la innovación continua de prácticas agrícolas coadyuvará al mejoramiento de la productividad e incremento de los productos.

Mejorar la situación actual de los sistemas productivos en el sector agrícola es la tónica de estudio, en donde se pretende encontrar soluciones claras e importantes para la situación de los pequeños productores de la comunidad mencionada, estableciendo procedimientos que les permita tener iniciativas propias y procesos organizativos correctos para que puedan tener una imagen de presentación que les permita posicionarse debidamente en el mercado.

En el contexto del sistema agrícola, el agua y la mano de obra capacitada son los recursos más complejos, ambos tienen un papel importante para alcanzar una alta productividad, sin embargo, existen advertencias por el consumo desmedido del agua, incluso por encima de los niveles permitidos. Como lo expresa Ávila (2017), al tener consumo desmedido de recursos naturales, obliga a enfrentar el deterioro ambiental, debido a prácticas insustentables provocando pérdidas económicas para estos sectores. Es por esto, que se requiere inevitablemente la atención de las autoridades para tomar medidas que promuevan la conservación de fuentes de origen natural y eviten su agotamiento, así mismo, la mano de obra debe necesariamente ir calificándose para ejercer prácticas e iniciativas innovadoras.

Teniendo en cuenta la situación actual del sector agrícola a nivel nacional, que se ha visto afectado por el aumento de los precios de las materias primas e insumos necesarios para el cultivo, así como por aspectos políticos, sociales, climáticos, entre otros. Es necesario una fuente de estudio que permita la integración de la agricultura a los procedimientos y

conceptos modernos, esto les permitirá mejorar su productividad presentando productos con alto potencial e importantes para el mercado.

La presente investigación refleja la importancia del sistema de riego en la producción agrícola con relación a su desempeño en el crecimiento económico local de la parroquia La Matriz cantón Guano, en concreto de los pequeños productores los mismos que requieren de políticas de apoyo que les permita incorporar procedimientos para mejorar su nivel de productividad.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Los sistemas productivos locales pueden ser vistos como los factores más importantes que influyen en el progreso permanente de la localidad, pues existen potencialidades para emprender en la actividad económica siendo las estructuras o modos de organización empresarial (Iglesias, 2005; Rendón y Forero, 2014), además desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico de un país para alcanzar y establecer relaciones productivas con un tipo de comercio justo para favorecer al surgimiento y desarrollo de iniciativas locales (Méndez, 1994; Madruga, 2014).

Los sistemas productivos, han adquirido importancia en innovaciones y nuevo conocimiento contribuyendo a la producción agropecuaria sostenible, estando enmarcados en trabajar en una renovación permanente de sus ventajas y capacidad de organización local, aprovechando recursos propios territoriales (Carreto, 2013). Todo esto refleja la importancia de potenciar dichos sistemas para el mejoramiento de zonas marginadas.

En América Latina, se ha abordado el tema de sistemas productivos en una escala micro, dichos estudios centran su análisis en determinar los factores intangibles del desarrollo económico local (Paunero, 2001), sumado al desarrollo y en el proceso se incorpora en buena medida el capital humano local, lo que se traduce en un escenario definido y cohesionado socialmente (Kuri, 2006). Del mismo modo Méndez (1994) enfatiza que han ganado protagonismo favoreciendo un proceso de reequilibrio territorial, dando la posibilidad que las áreas rurales entren en un proceso de industrialización y revalorizar sus ventajas comparativas.

En el caso de Ecuador, los sistemas productivos locales constituyen un punto favorable para el desarrollo económico. Las estrategias de recursos productivos

implementadas en comunidades, como la Comuna Palmar en Santa Elena, ha sido parte importante para el desarrollo socioeconómico, en donde se han tomado políticas y estrategias para alcanzar sostenibilidad ambiental, territorial, económica y social (Rodríguez, 2021).

Así también, el Ecuador, es un país con condiciones propicias para implantar y fomentar una agricultura de calidad gracias a las potencialidades que posee, como su factor climático, su geología, orografía, hidrología y la buena calidad del suelo (Alcocer et al., 2020). Como lo expresa Carrera et al. (2017), Gavilanez (2009), Mendoza y Valdez (2015), el país se encuentra en un área que le da acceso a factores y características que permite desarrollar un tipo de agricultura eficiente. Así, las localidades se ven fortalecidas por contar con sistemas productivos que permiten explotar sus potenciales y poder tener fuentes de ingreso y empleo sustentables.

Bajo estas consideraciones, la presente investigación pretende abordar una de las preocupaciones existentes en el ámbito de la actividad agrícola, haciendo énfasis en la producción de maíz de los pequeños productores, y su desenvolvimiento en el contexto del desarrollo económico local. Distintas iniciativas que se implantaron a partir de los proyectos familiares, apoyados por el GAD y ayuda de organizaciones no gubernamentales, procuraron mejorar los sistemas productivos en el sector; no obstante, se desconoce la articulación que existe entre las variables sistema de riego y la producción agrícola.

Es por ello que se pretende explicar, ¿Cuál es la incidencia del sistema de riego en la producción agrícola de los pequeños productores de la parroquia La Matriz cantón Guano? Tomando en consideración la hipótesis de que el sistema de riego incide positivamente en el nivel de producción agrícola de los productores de maíz.



### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar la incidencia del sistema de riego en la producción agrícola de los pequeños productores de la parroquia La Matriz cantón Guano, año 2023.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar a los pequeños productores de la parroquia La Matriz cantón Guano, beneficiarios del sistema de riego.
- Explicar la importancia del sistema de riego en la producción agrícola.
- Estimar la función de producción de maíz para el sector agrícola de la parroquia La Matriz cantón Guano.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes

La investigación de Cajo y Montúfar (2016) examina la producción de papa en la parroquia Ilapo, cantón Guano y su incidencia en el desarrollo agrícola, presentando como objetivo determinar la incidencia de la producción de papa en el desarrollo agrícola. En su modelo muestran que el cambio en variables como el número de hectáreas por hogar, trabajo no remunerado y uso del crédito explican el 85,6% del nivel de significación del cambio en el valor de la producción agrícola. Los resultados muestran a las variables consideradas como significativas, demostrando que existe alta correlación entre ellas.

Colque (2017) realiza una evaluación económica de la producción de pequeños productores de cebolla, presentando como objetivo el análisis del proceso productivo y comercialización en dichos productores en el municipio de Achacachi y Ancoraimes del Departamento de la Paz, Bolivia. El modelo muestra cómo los cambios en las variables independientes de mano de obra, máquinas e insumos provocan cambios en la variable dependiente de la producción de cebolla. Los resultados de la investigación muestran que los costos se concentran en las variables de mano de obra utilizada en la preparación de la tierra, mantenimiento, desmalezado, siembra y cosecha, seguidas de las variables de insumos: compra de semillas, fertilizantes, fungicidas e insecticidas, gasolina para bombas y alquiler de máquinas.

Silva (2020) es su estudio realiza un análisis empírico de la producción de chochos presentando como objetivo determinar la función de producción de chochos para la Parroquia Tixán. El modelo describe la dependencia del nivel de producción de la combinación de factores de producción: capital y trabajo. El análisis empírico se basa en la función de producción relacionada con la producción y la variación de los factores de producción enumerados. Los resultados del estudio muestran que la variable trabajo no es culturalmente relevante para el caso del trabajo familiar.

Balanzategui (2022) en su estudio efectúa un análisis de los factores del crecimiento económico de la producción de trigo en Tungurahua, dicho estudio tuvo como objetivo, analizar los factores determinantes del crecimiento económico de la producción de trigo. El

modelo muestra una correlación de tipo directo en la que el capital y los insumos son más representativos y la mano de obra, tierra y tecnología lo son menos. Los resultados del estudio muestran que existen diferentes formas de impulsar el crecimiento de la producción de trigo en función del factor afectado. Se considera necesaria la capacitación en el uso de maquinaria, asistencia técnica y profesional y el establecimiento de líneas de crédito especiales para la producción de trigo.

Cancino et al. (2021) en su estudio para determinar una función Cobb-Douglas en la producción de durazno, se centra en definir una función de producción para dicho producto en Colombia. En el modelo se evidencia rendimientos decrecientes, es decir, la producción total crece menos que los factores de producción. Los resultados sugieren un mayor nivel de utilización de la mano de obra.

Chávez (2021) en su estudio sobre el análisis empírico de la producción de fréjol arbustivo en la parroquia Multitud, cantón Alausí, presenta información relevante respecto a los factores productivos para la producción del fréjol, destacando que dicho proceso se realiza de forma semi-tecnificada. El modelo muestra que las variables "mano de obra diaria", "semillas" y "herbicidas" expresadas en logaritmos son significativas al nivel del 5% y del 1%, respectivamente, lo que también indica una correlación positiva entre estos factores y la cuantía del rendimiento. Los resultados del estudio indican la presencia de rendimientos decrecientes debido a la escasa participación de fungicidas e insecticidas en la producción.

Martínez (2017) realiza un análisis del programa Procampo en la producción de maíz, presentando como objetivo determinar el impacto del programa Procampo en la producción del maíz del estado de Jalisco, México. El modelo muestra una relación directa entre la variable producción y las variables independientes: hectáreas, productores, Procampo, y a través de la estimación de la función de producción Translog se asume que el Procampo es un complemento para incrementar la producción de maíz. Los resultados muestran que la provisión de insumos y apoyos financieros a través del programa Procampo tiene un efecto positivo en la producción de maíz.

Los sistemas de producción en el sector agrícola corresponden al conjunto estructurado de diferentes acciones necesarias para el funcionamiento de las actividades que se desarrollan en este sector, el pleno funcionamiento necesariamente tiene un desempeño

importante en el desarrollo económico de una localidad, para este caso, los sistemas productivos agrícolas en los pequeños productores contribuyen al desarrollo local, dado el caso que contempla las desigualdades sociales y busca potenciar las virtudes de la localidad explotando al máximo las oportunidades de crecimiento, siendo los mismo individuos que pertenecen a la localidad quienes se benefician de dichos sistemas productivos.

Los sistemas productivos implican la identificación de formas innovadoras de especialización flexible, acompañada con el aprovechamiento de oportunidades puntuales que ofrece el progreso técnico, que permiten mejorar el nivel competitivo del sector (Méndez, 1994). A lo largo de las últimas décadas se muestra con diferente intensidad las exigencias ineludibles de adoptar un cambio estructural implicando una fase de reestructuración tecnológica y organizativa, destacando la introducción de innovaciones tecnológicas (Albuquerque, 2001). Por ello las iniciativas responden a diferentes causas, en gran parte son reacciones a situaciones de la crisis económica local, así como por la falta de políticas en beneficio del sector (Albuquerque, 2004).

Una de las formas más eficientes para localidades menos desarrolladas e incluso marginadas, es precisamente la configuración de sistemas productivos con innovaciones, actuando como estrategia de desarrollo local y regional, la ventaja que presenta en sistema productivo radica en la intersección con la localidad con conocimiento y experiencia que se presenta en las mismas (Iglesias, 2005; Kuri, 2006).

Por su parte, entre las ineficiencias de los sistemas productivos en el sector agrícola, radican en el desconocimiento de procedimientos técnicos principalmente en pequeños y medianos productores, por lo que, no pueden operar con efectividad (Gavilánez, 2009), viendo la necesidad que los agricultores reciban apoyo técnico mediante capacitaciones y asesoramiento, ya que es importante cuenten con la guía necesaria (Carreto, 2013), representando en el largo plazo como una estrategia de industrialización y desarrollo (Rendón y Forero, 2014), conduciendo así a la optimización y mejora del rendimiento de estos sistemas en su conjunto.

Una de las necesidades importantes es el diseño de instrumentos, procedimientos y metodologías que coadyuven a identificar el sistema productivo correcto (Madruga, 2014), para poder contrarrestar los efectos propios de la actividad agrícola tales como la degradación de suelos, uno de los efectos más importantes presentes por la actividad misma

(Mendoza y Valdez, 2015), buscando siempre aprovechar de forma consiente los recursos que brindan cada territorio, porque el tener condiciones favorables en relación a condiciones climáticas, hidrológicas, geológicas y orográficas permiten desarrollar una producción de calidad y muy diversificada (Carrera et al., 2017).

Para dicho procedimiento es importante aplicar la teoría de Schumpeter, la misma menciona que se debe basar en procesos de innovación y cambios socioculturales (Quevedo, 2019), así como, la utilización de herramientas tecnológicas para un evolucionar positivo (Carpio, 2018), dado el caso que dichos procesos tienen un grado de afectación en el éxito de los sistemas de producción agrícola. Una de las estrategias que se ha desarrollado es la zonificación, que permite generar mejores elementos de decisión para poder manejar eficientemente los cultivos y mayor optimización en cuanto a los recursos utilizados (Olivares et al., 2020), la incorporación de dichos requerimientos permitiría identificar el sistema productivo correcto.

En el sector agrícola es necesario la continua innovación que sustituya los procedimientos rudimentarios, permitiendo optimizar recursos y aprovecharlos al máximo, donde, el grado de asimilación de las tecnologías en los pequeños agricultores juega un papel fundamental para este proceso (Rodríguez et al., 2020), es decir, la introducción de tecnología como factor es clave para el éxito de los sistemas de producción agrícola, un bajo nivel de asimilación trae consigo consecuencias negativas; como lo menciona Correa et al. (2022) un nivel bajo de tecnología, agro insumos en mínima cantidad reflejaran los efectos en la realidad presente del pequeño productor, en donde no existe un desarrollo.

Las estrategias utilizadas para definir el sistema de producción del sector agrícola son fundamental porque tienen un impacto significativo en el desarrollo socioeconómico de la localidad y ofrecen compromisos para avanzar hacia la sostenibilidad medioambiental, económica y social (Rodríguez, 2021), integrando al proceso a los agricultores que se han visto afectados por cambios que les impiden desarrollar sus actividades de manera adecuada, así como por políticas que los han llevado al atraso y abandono de sus tierras (Ceballos y Nopal, 2021), por ello es importante eliminar las brechas entre población urbana y rural, buscando transformar territorios que aprovechen los recursos locales a través de un modelo territorial sostenible (De la Fuente, 2022).

Partiendo de los criterios anteriores se puede decir que, los sistemas productivos en el sector agrícola dependen de ciertos factores para poder ser prósperos y alcanzar los objetivos propuestos que en su mayoría se relaciona al desarrollo sostenido, entre los factores más resaltantes están las condiciones de suelo, factores externos como medioambientales y el grado de asimilación tecnológica, son aspectos que inciden necesariamente para el éxito de dichos sistemas, así también la utilización óptima de los recursos naturales debe ser sostenida y equilibrada con un consumo inferior al permitido para preservar las condiciones y evitar que se agoten dichos recursos.

En conclusión, el éxito de los sistemas productivos en el sector agrícola desempeña un papel fundamental para el desarrollo económico local, dado el caso que, su grado de asociatividad es importante.

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Sistemas Productivos**

Se denomina como sistema productivo a las distintas modalidades que adoptan determinadas localidades de carácter productivo para poder desarrollar plenamente sus actividades con respecto a dicho sistema, un adecuado proceso junto con técnicas importantes y adecuadas para cada situación permite organizarse y poder tener procedimientos correctos con respecto a la producción así como podría ser el caso de la oferta de un servicio, por ello es importante de dichos sistemas al ser aplicados estos ayuden alcanzar efectos relacionados directamente con el ámbito económico, social y el área donde se desarrolla.

Aspectos ambientales favorables inciden en el nivel productivo, traduciéndose a mejores indicadores económicos, un ejemplo es la rentabilidad, el ingreso, los niveles de tecnificación y costos ajustados a la realidad económica y social del productor principalmente (Correa et al., 2022). En ese sentido, la implementación de técnicas innovadoras, así como mejoras continuas que permitan aprovechar al máximo los recursos naturales siendo siempre responsables con el medio ambiente podrían generar impactos significativos en los rendimientos alcanzados, así como la mejora real con respecto a la rentabilidad de los cultivos.

Relacionado al tema, Kuri (2006) menciona que en espacios con predominio de la especialización flexible contempla una importante capacidad para anticiparse a los posibles cambios y poder enfrentar a los desafíos presentes, una eficaz gestión del conocimiento permite dar respuesta a una competencia mayor, en ese sentido dichos sistemas conllevan grandes desafíos y requieren de procedimientos eficaces para su funcionamiento.

Los sistemas productivos son entonces, las formas de organizarse con la finalidad de realizar procedimientos correctos y aprovechar las capacidades productivas de los productores y las bondades de los recursos existentes, para ello siempre es importante la constante especialización, con ello se buscaría la innovación y con ello el incremento de la productividad y demás beneficios.

### **2.2.2 Tecnología en los Sistemas Productivos Agrícolas**

La implementación de la tecnología en el sector agrícola tiene un impacto muy representativo, dicha incorporación permite innovar los procedimientos y pasar de los rudimentarios que despilfarran y deterioran los recursos en su mayoría naturales a un sistema agrícola que con el apoyo de la tecnología permite incorporar procedimientos actualizados, dando como efecto inmediato la fase mecanizada de la economía, en donde, se incrementa la producción y con ello los beneficios para los productores, en ese sentido, se evidencia la importancia de la tecnología para los cultivos principalmente de maíz y aguacate a los cuales está enfocado la presente investigación.

La tecnología entonces es parte fundamental para el éxito e incremento de la productividad, eso se evidencia claramente en pleno siglo XXI, en donde las constantes innovaciones llevan a ser más exitosos los sistemas productivos y con ello evidentemente generan impactos positivos en la población involucrada.

### **2.2.3 Funcionamiento**

En un sistema de producción con respecto a su funcionamiento se integran los procesos, así como las operaciones que tienen que estar relacionadas entre las mismas para estar en la capacidad de poder producir u ofertar un servicio. Mediante la configuración de un tipo de sistema, las localidades menos desarrolladas pueden hacer frente a diversas perturbaciones económicas desarrollando un sistema cuya estructura se convierte en una estrategia para lograr el desarrollo local (Iglesias, 2005), a través de la utilización positiva y

la mejora de las actividades productivas en el entorno territorial. El funcionamiento dependerá siempre de los procesos adoptados pues los mismo deben estar coordinados e irse implementando constantemente para poder corregir imperfecciones propias del sistema e incrementar la capacidad productiva de una determinada localidad.

El funcionamiento debe ser capaz de superar cualquier adversidad que se pueda presentar, por ello, la experiencia lleva a implementarse técnicas y procedimientos para que el funcionamiento no se vea afectado o a su vez sea afectado, pero mínimamente.

#### **2.2.4 Teoría de la Producción**

Partiendo de enunciados planteados, entendemos como aquel campo dentro de la microeconomía que en el cual se da el estudio de la creación de bienes o servicios a través del uso y combinación de factores de producción.

Arzubi (2003) señala que la teoría de la producción estudia el modo en que se combinan los diferentes factores de producción eficientemente para la obtención de productos, los mismos se destinan al consumo final o sirven en otro proceso productivo como insumos. El productor es quien elige las combinaciones factores-producto, por tanto la elección desde el punto tecnológico será por el proceso más eficiente mientras que según el carácter económico se elige el proceso productivo que supone menor coste, por su parte define a los factores de producción como los elementos necesarios para que sea posible la producción de bienes y servicios los mismos se pueden dividir en:

- Tierra: Representa los recursos naturales que son usados en el proceso productivo. Por ejemplo, para el desarrollo de este trabajo seria la tierra cultivable o la cantidad en metros cuadrados destinados a la producción del maíz.
- Trabajo: Es el tiempo que los trabajadores dedica al cultivo o la producción, es decir son las horas de trabajo físico del agricultor.
- Capital: Representa los bienes durables necesarios para elaborar otros bienes o servicios, tales como, la maquinaria agrícola y bombas de fumigar.
- Tecnología: Es el conjunto de conocimientos y técnicas que, siguiendo un orden lógico permite al agricultor dar solución a problemas propios de la actividad agrícola, así como modificar su entorno para adaptarse al medio ambiente.



Partiendo del concepto planteado, definimos a la teoría de la producción como aquella ciencia que permite elegir la cantidad y combinación de los factores de producción en función de la cantidad o nivel de producción que se pretende alcanzar.

### **2.2.5 Producción Agrícola**

Permite conocer la cantidad de espacio físico o de tierra que está vinculado con la producción de especies agrícolas así también permite tener una idea general de los rendimientos de cada producto (Olivares et al., 2020), en ese sentido, refleja que tiene una gran importancia para los pequeños productores pues en su mayoría productos agrícolas son producidos por dichos productores, además, la implementación de políticas que acompañen a los mismos es esencial para poder ser competitivos.

Como lo menciona Alcocer et al. (2020), la producción agrícola basada en un sistema productivo tradicional está reflejada como aquel valor importante en la configuración del tipo de comercio equitativo.

En ese sentido, la producción agrícola involucra, tanto los recursos naturales utilizados como de los rendimientos de cada uno para la producción, y poder realizar un análisis de que tanto estoy utilizando para producir y si puedo optimizar procedimientos para aprovechar de mejor manera los recursos e incrementar la producción.

La producción agrícola constituye aquel aspecto fundamental para mantener una buena nutrición y es la principal fuente de ingresos para los productores, por ello el incremento de los cultivos en este sector es importante para suprimir problemas sociales y económicos (Ritchie et al., 2023), por su parte, Debertain (2012) en su estudio sobre la economía de la producción agrícola menciona que se ocupa principalmente por la teoría económica con aquel productor de bienes agrícolas, en donde economistas agrarios suponen que el fin de un gestor agrícola es maximizar sus beneficios, mismos que son medidos entre los beneficios de la venta a partir de las cosechas menos los costes de producción, a su vez un agricultor puede estar interesado en obtener una mayor área de explotación.

Los gestores de la producción agrícola pueden estar interesados en múltiples objetivos ya sea incrementar sus extensiones agrícolas, mejores maquinarias persiguiendo siempre el fin de incrementar sus beneficios o como mínimo sus ingresos (Debertain, 2012), además se menciona que un gestor debe decidir la cantidad de producto que se va a producir

con la distribución de los recursos disponibles. Por ello la mayoría de los modelos económicos buscan representar el comportamiento de los gestores de las explotaciones agrarias.

El incremento de la producción mundial de cultivos ha variado notablemente en la última década, incrementando los alimentos cultivados a causa del incremento de la tierra usada para la agricultura y el incremento del rendimiento de los cultivos (Ritchie et al., 2023). El proceso de la producción agrícola responde a cuestionamientos, dicho procedimiento requiere de las elecciones adecuadas de los recursos a utilizarse, iniciando con el tipo de suelo y cultivo que se va a producir, las diferentes actividades para el cuidado del mismo y demás actividades, actualmente este tipo de producción se ha expandido mundialmente, pasando de ser destinada a mercados internos a mercados externos, haciendo posible la comercialización de grandes cantidades de alimentos.

La producción agrícola también genera grandes impactos al medio ambiente a causa del uso desmesurado de los recursos naturales, por ello actualmente se trata el tema de concientización de su uso, obligando a encontrar diferentes formas de producir alimentos (Ritchie et al., 2023), permitiendo obtener productos nutritivos y tratar de disminuir los impactos medioambientales.

La evolución en las prácticas agrícolas por la inserción de la tecnología hace posible incrementar la productividad, trayendo consigo cambios a la producción agrícola y con ello el incremento de la misma (Xu et al., 2022), es por esto que se alcanza el mejoramiento de la calidad de los productos agrícolas, reducción de costos laborales, incremento de los ingresos de los agricultores y alcanzar una verdadera modernización agrícola.

Respecto a esto, en la actualidad es indispensable la inserción de tecnología en la agricultura para hacerla sustentable, igualmente la productividad de los factores resulta importante y distorsión en los precios de los factores afectan a su eficiencia y asignación (Zhang et al., 2022), en esa línea la disponibilidad de factores claves como el trabajo ya sea físico o intelectual, el capital tangible o intangible y el factor tierra en óptimas condiciones y disponibilidad son importantes para el desarrollo de la producción agrícola (Armas et al., 2023).

Partiendo de los anteriores postulados, se demuestra la compleja situación del desarrollo de este tipo de producción, para la práctica de la misma se persigue principalmente

el principio del beneficio, dado el caso que no se trata solo del tipos de agricultura para la subsistencia sino en la actualidad tratamos de la producción agrícola que sirve también para la comercialización, es por ello, que mientras más altos sean los ingresos se buscará explotar más extensiones de terreno, pero es en aquel punto en donde se debe introducir conceptos de responsabilidad con el medio ambiente. En ese sentido para encontrar la función de producción se acude a metodologías conocidos para representar las relaciones entre un producto y las variaciones de los factores.

### **2.2.6 Predios Agrícolas**

Un predio corresponde a un espacio de terreno o a su vez de un tipo de posesión de inmueble, concretamente un predio agrícola como lo indica su nombre hace referencia a un espacio de tierra el cual se destina para la producción de productos agrícolas.

En esa línea Correa et al. (2022), menciona que los predios agrícolas correspondientes a espacios de tierra para la producción en su mayoría en espacios rurales son propios o a su vez de familias y en un pequeño número son arrendadas, la implementación tecnológica es fuente de cambios positivos. Por lo tanto, este espacio físico permite al agricultor disponer de una superficie en la que llevar a cabo sus actividades de producción, para lo cual es esencial proporcionar semillas resistentes y de buena calidad, y en el caso particular del sector agrícola es importante proporcionar un sistema de riego, ya que el éxito de la producción en las distintas regiones dependerá en gran medida de este sistema.

Se demuestra entonces que el predio agrícola corresponde a los espacios de tierra que usan las comunidades para poder realizar su producción, dichos espacios acompañado de recursos adicionales hace que sea posible aprovechar las bondades que brindan los espacios de tierra para que brinde una fuente de ingresos para sus propietarios.

### **2.2.7 Sistema de Riego**

Un sistema de riego es aquel mecanismo o estructura que permiten establecer técnicas de regadío en áreas de terrenos con cultivos principalmente, dicho sistema permite brindar los nutrientes requeridos para poder producir y con ello tener cultivos en perfecto estado (Pereira et al., 2010), a respecto de esto, un sistema de riego se vuelve imprescindible, siendo una necesidad básica para el cultivo agrícola. Es decir, concretamente es el conjunto

de equipamientos, así como las distintas técnicas de gestión que permiten tener la suficiente captación de agua, así como su almacenamiento, transporte y la distribución a los diferentes beneficiarios denominados como regantes.

### ***2.2.7.1 Importancia del sistema de riego en la producción agrícola***

En la actualidad el cambio climático ha incidido significativamente en el desarrollo del cultivo del maíz, en la presente investigación dada la ubicación geográfica de la zona se vuelve indispensable contar con un sistema de riego para dotar de la humedad suficiente a los cultivos para alcanzar su desarrollo completo, en ese sentido diferentes autores justifican el uso indispensable del sistema de riego.

La producción de maíz constituye una fuente de alimento humano y animal, por lo que se vuelve imprescindible la producción del mismo a gran escala, en tiempos actuales se busca alcanzar grandes cosechas, sin embargo, alteraciones en los recursos naturales hace que determinados recursos se vuelvan imprescindible para que dicho cultivo se desarrolle con normalidad. En ese sentido, Montana (2021) menciona que es posible producir abundantes cosechas para ello es importante contar con el sistema de riego adecuado, puntualmente para el maíz que pertenece a la familia de las gramíneas, es importante una tierra fértil y cuidado adecuado, es importante que dicho sistema sea regular y constante, dado el caso que el maíz es un cultivo de rápido crecimiento por lo que necesita de un suministro de riego constante para que no se marchite.

Por su parte el Banco Mundial (2021) menciona que, en Ecuador los sistemas de riego son prácticas que trascienden hace siglos, tradicionalmente el riego funciona por gravedad, el sistema de riego tecnificado parcelario mediante el uso de aspersores, micro aspersores y goteo incrementa significativamente la producción en un año, incrementando incluso los ingresos de los campesinos en un 60%. La evolución del mundo moderno lleva a que los sistemas productivos agrícolas también a que se modernicen empleando técnicas, maquinaria y procedimientos que mejoren la productividad de los pequeños y medianos productores, por su parte los usos intensificados de los factores de la producción serán responsables y sostenibles.

En la actualidad el maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra nutrientes al ser humano y animales, siendo materia prima básica para industrias, el riego por goteo o aspersión permite un uso más adecuado del recurso hídrico alcanzando

eficiencias que van desde el 90 al 95% (PROAIN, 2021). Las altas temperaturas incrementan la evaporación del agua, es por ello que el uso constante del sistema de riego permite dotar de una humedad suficiente para mantener sana la producción. En términos generales el sistema de riego incrementa la eficiencia y productividad del maíz permitiendo asegurar la cosecha y evitar posibles pérdidas.

Por su parte Zambrano et al. (2021), menciona que, como técnica moderna del manejo de cultivos, el riego impacta positivamente en la producción de granos, esperando que los retornos económicos sean mayores, considerando el nivel tecnológico del agricultor, por su parte las necesidades climáticas marca aún más la importancia del riego, las necesidades de la mayoría de las especies se especifican en función del desarrollo de la planta.

Partiendo de los conceptos anteriores, se concluye que la incorporación un sistema de riego a la producción agrícola es imprescindible, puntualmente el maíz necesita de una humedad suficiente dado el caso que es un tipo de cultivo de rápido desarrollo, por tal motivo para el cuidado del cultivo de maíz el recurso hídrico incrementa la productividad de los campos, generando impactos positivos en la economía de los pequeños y medianos productores. Para la presente investigación se presenta inicialmente un análisis empírico de la importancia de sistema de riego para las comunidades objeto de estudio, en donde se evidencia que son zonas de alta evaporación, por tanto, la dotación constante del recurso hídrico permite mantener sanas las parcelas agrícolas.

#### ***2.2.7.2 Clasificación de los Sistemas de Riego***

Ramos y Báez (2013) mencionan que los diferentes métodos de riego permiten establecer las técnicas para infiltrar el agua al perfil del suelo en el cual se desarrollan las raíces de los diferentes cultivos. Con ello se dotan a los mismos de la humedad suficiente, con la finalidad de satisfacer la necesidad hídrica principalmente en zonas con déficit.

#### ***2.2.7.3 Riego por Goteo***

El sistema de riego por goteo se caracteriza por ser un método de irrigación usando en las franjas áridas permitiendo la optimización en el uso del recurso hídrico y abonos, permitiendo así una distribución moderada (Andrade, 2018), además dicha trasportación se da a través de tuberías y mangueras de presión. En algunos casos se aprovecha las pendientes

que se presentan en el terreno, en otros casos se utiliza el método de bombeo, conduciendo el agua a zonas localizadas, generalmente en plantaciones delicadas

En ese sentido a través de los procedimientos adecuados se aplica dicho sistema de riego en plantaciones agrícolas delicadas o a su vez en zonas muy áridas para que se permita una utilización óptima de los insumos utilizados, siendo un tipo de riego localizado no se riega todo el terreno si no únicamente la parte donde se aplicó el goteo.

#### ***2.2.7.4 Riego por Aspersión***

Es un método, en general aplicado sobre grandes extensiones lanzando un volumen adecuado de agua equilibrada y uniformemente asimilando la forma de lluvia, por lo general actúa cubriendo toda el área y es bastante adecuada para automatizar la operación (Andrade, 2018), dicho sistema consiste en una red de tuberías con aspersores acoplados a ellos, arreglados de tal forma, que puedan distribuir la precipitación del agua de riego de forma uniforme sobre el cultivo.

Entonces, un sistema de riego por aspersión generalmente es usado en grandes extensiones de terreno, para poder alcanzar a regar todo el cultivo, siendo una forma de regadío que asimila la forma de lluvia y distribuye el recurso hídrico los más uniforme posible para que el cultivo tenga la humedad suficiente.

#### ***2.2.7.5 Riego por Microaspersión***

Consiste en la aplicación del agua al suelo en gotas muy pequeñas, el mismo requiere de una presión menos que la aspersión, es recomendable para cultivos como los frutales, el riego en viveros y en algunas hortalizas (Andrade, 2018).

Partiendo de lo expuesto anteriormente, la microaspersión permite que los cultivos principalmente frutales no sean golpeados o azotados por la fuerza del agua, dicha situación se evidencia más en la etapa de floración en donde un excesivo caudal de agua hará que la misma se pierda. Por ello es importante saber qué tipo de sistema de riego es acorde para cada tipo de cultivo, para preservar el bienestar y productividad de los mismos.

#### **2.2.7.6 *Riego por Surcos***

Es un sistema en el cual el agua se mueve por gravitación, es decir, el agua sigue la pendiente y no se necesita de algún tipo de energía adicional para darle movimiento (Andrade, 2018), dicho sistema está compuesto por una cañería de conducción ubicada en la cabecera de los surcos para verter el agua en los mismos (Ramos y Báez, 2013).

En ese sentido, dicho sistema suele ser económico sin embargo constituye uno de los sistemas rudimentarios que provoca el desperdicio del recurso hídrico, pues mientras la pendiente sea mayor la concentración de la humedad será mínima.

#### **2.2.7.7 *Riego por Melgas***

El agua avanza por espacios del suelo a modo de franjas que queda entre dos bordos contruidos para tal fin, de tal manera que el agua se distribuya de forma encajonada desde la cabecera hasta el pie (Andrade, 2018).

Al igual que el sistema anterior presenta varias desventajas, pues solo se puede aplicarlo en una superficie totalmente plana, adicional a ello se requiere de una gran cantidad de agua para poder aplicar dicho sistema, al usar más cantidad del recurso necesariamente las tarifas serán mayores, por tanto, dicho sistema se lo podría definir como muy rudimentario por el uso excesivo del agua, sin embargo, existen cultivos que necesitan de dicho sistema.

#### **2.2.8 *Desarrollo Económico Local***

El desarrollo económico entre sus características más comunes están la dependencia de la capacidad que tienen para incorporar innovaciones al interior de la base productiva y tejido empresarial de un territorio (Albuquerque, 2004), por ello es importante que los agentes productivos se vean involucrados en la adaptación y la utilización de los resultados de las actividades de investigación y desarrollo para la innovación.

En ese sentido para el desarrollo económico local, es importante la innovación que conforme pasa el tiempo se vuelven más importantes, pues las exigencias de competitividad, así como de mayor productividad se evidencian en un ámbito económico más exigente, por tanto, el éxito se enmarca en un proceso que conlleva cambios importantes en aspectos económicos e incluso sociales.

En este proceso el accionar institucional de gobiernos locales pueden dar facilidad para que se creen redes de colaboración entre los distintos actores sociales, así también un mayor grado de coordinación entre los niveles de la administración (Alburquerque, 2001), difundiendo información y buscando mayor acción conjunta en actuaciones territoriales y sectoriales. Entonces dicho proceso resulta en un proceso el cual requiere de la colaboración y compromiso de todos los actores involucrados para que se alcance una acción conjunta que les permita llevar procedimientos correctos para alcanzar objetivos principalmente de carácter económico.

### **2.2.9 Pequeños Productores**

Los pequeños productores por lo general son aquellos individuos quienes poseen espacios destinados a la producción en pequeñas cantidades los mismos enfrentan complejas dificultades así también, los espacios para la distribución de sus productos son en su mayoría locales; como lo menciona Rodríguez et al., (2020), los mercados para los pequeños productores son en gran parte locales así mismo subsisten gracias al apoyo en gran medida de apoyos de origen gubernamental, además el papel que juegan en el desarrollo económico local es fundamental

Ceballos y Nopal (2021) señalan que el papel de los pequeños productores agrícolas es muy importante para el desarrollo de carácter local dado el caso que existen más funciones sociales, culturales y ambientales que cumplen, más allá de las concretamente económicas. Los pequeños productores en gran parte destinan su producción al comercio en mínima proporción tal que les sea suficiente para poder obtener ingresos para satisfacer sus necesidades, pero su desempeño en el desarrollo económico local es esencial por las funciones que desempeñan.

### **2.2.10 Caracterización del Proceso Productivo en el Sector Agrícola**

En el sector agrícola las diferentes actividades constituyen un gran desafío dado el caso que se tiene que tomar en cuenta las bondades y limitaciones que brindan los recursos naturales para el desarrollo y funcionamiento de la producción.

En ese sentido Parra et al. (1986) define a la agricultura como un proceso de producción histórica y socialmente determinado, donde el hombre aplica sus conocimientos y habilidades a través de sus medios de trabajo a la transformación del medio físico y



biológico para obtener productos útiles para él. Es decir, la agricultura es aquel proceso en el cual el hombre aplica sus conocimientos para obtener productos agrícolas mediante la utilización del suelo, por su parte Westreicher (2020) menciona que la producción agrícola es el resultado de explotar la tierra para obtener bienes, tales como cereales y distintos tipos de vegetales, es decir se describe como el resultado de la siembra y cosecha en el campo.

#### ***2.2.10.1 Producción Agrícola en Relación con el Factor Climático***

Para el desarrollo de la producción agrícola el clima es un factor determinante, por tanto la agricultura se convierte en dependiente del mismo, dado el caso que en zonas de alta erosión acompañadas de sequías los cultivos se pueden perder (Westreicher, 2020), es decir, el factor climático es un limitante, que obliga a enfrentarse a desafíos e impulsar innovaciones como lo son los sistemas de riego, que permiten dotar del recurso hídrico a diferentes cultivos, resultando posible hacer frente adecuadamente épocas de grandes sequías.

En resumen, el clima suele ser una gran limitante para el desarrollo del proceso productivo agrícola, dado el caso que ante variaciones meteorológicas se pueden producir cambios climáticos, resultando en el fracaso de la producción.

#### ***2.2.10.2 Tipos de Producción Agrícola***

Westreicher (2020) identifica los siguientes tipos de producción agrícola:

Según su independencia de agua

- De secano, depende de las lluvias así como del agua del subsuelo, teniendo una gran limitante en su desarrollo.
- De riego, la disponibilidad del recurso hídrico hace posible la construcción de un sistema de riego artificial.

Según su magnitud de producción

- De subsistencia, destinada al autoconsumo y desarrollada en pequeñas extensiones.
- Industrial, caracterizada por alcanzar grandes volúmenes de producción.

Según sus objetivos de rendimiento

- Intensiva, busca obtener grandes volúmenes de producción en pequeñas extensiones.
- Extensiva, se desarrolla en grandes extensiones de terrenos, sin usar demasiados recursos por hectárea.

En ese sentido los procesos productivos no siempre suelen ser iguales ya sea por la dotación de recursos naturales, zona geográfica y factores climáticos, por ello, la asimilación de un proceso acorde a cada territorio permitirá desarrollar un tipo de producción agrícola responsable, el proceso se caracteriza por tener diferentes etapas comenzando desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

El proceso de producción agrícola se caracteriza en función de los objetivos planteados por el agricultor y bajo su control el conjunto de medios de producción, como tierra y la fuerza de trabajo, producen vegetales (Parra et al., 1986), los mismos caracterizados por adquirir un valor económico en su proceso de transformación. Esto quiere decir que la utilización de medios de producción como tierra, fuerza de trabajo y en algunos casos la tecnología, hacen posible el desarrollo de la producción agrícola.

#### ***2.2.10.3 Producto Agrícola***

El proceso de producción agrícola se orienta inicialmente a la creación de valores de uso con el transcurrir del tiempo ha pasado a la creación de productos requeridos por poblaciones no agrícolas, ampliándose continuamente la producción de valores de cambio (Parra et al., 1986), además el valor de los productos es determinado por la cantidad de trabajo socialmente necesaria para su creación dejando con ello en desventaja a productores con peores tierras y herramientas rudimentarias. Se puede decir entonces que el factor tierra sumado a la utilización de herramientas rudimentarias compone una gran desventaja para productores agrícolas en situaciones desfavorables.

#### ***2.2.10.4 El Proceso de Trabajo***

El producto agrícola se crea en el proceso de trabajo, entendido como el proceso de transformación de un objeto determinado que es el objeto de trabajo, en producto definido (Parra et al., 1986), la transformación que se realiza por la actividad humana en específico denominada la fuerza de trabajo, con la utilización de instrumentos de trabajo determinados denominados los medios de trabajo. Además el autor resalta que el proceso del trabajo se lo puede realizar individualmente o de forma cooperativa; donde si es de forma cooperativa

puede ser simple cuando todos los trabajadores realicen la misma actividad o compleja si existe una determinada división técnica del trabajo (Parra et al., 1986). En ese sentido, la fuerza de trabajo contempla las actividades que van a realizar el o los trabajadores según sea el caso.

#### ***2.2.10.5 La Base Económica de Sociedad***

Las relaciones sociales que se establecen entre los agentes de producción, llegan a ser los condicionantes en última instancia de la forma de realización de los procesos de distribución, cambio y consumo (Parra et al., 1986), que junto con la producción constituyen la base económica de la sociedad, en donde, los agentes productivos se distribuyen el producto según el papel desarrollado en el proceso de producción. De acuerdo a esto, la sociedad también llega a ser un determinante importante en el funcionamiento del proceso de producción agrícola.

#### **2.2.11 Función de Producción**

La teoría microeconómica establece que una función de producción se define como la relación técnica que transforma los factores en producto, representando la cantidad máxima de producción que se puede alcanzar usando una cantidad dada de factores (Cárdenas et al., 2017), de tal manera, una función de producción se puede representar gráficamente en un plano de dos o tres dimensiones en el espacio de insumos, en dicho espacio con una aplicación de una combinación eficiente de factores se puede producir una cantidad de producto.

En ese sentido una función de producción muestra la cantidad de producción que se puede obtener a partir del uso de determinados factores de la producción, dicha función matemáticamente se la representa como:

$$Q = F(K, L)$$

En un contexto macroeconómico de una economía en específico, la producción ( $Q$ ) se puede representar con el PIB o PNB, y los recursos productivos se los puede aproximar con el acervo de capital ( $K$ ) y la fuerza laboral ( $L$ ) (Cárdenas et al., 2017).

Diversos estudios se enfocan en la función de producción en el sector agrícola, en el ámbito microeconómico, partiendo de datos de carácter experimental. Entre diversos

estudios destacamos a Serpa y Castillo (2005) quien estima una función de producción tipo Cobb-Douglas para la producción de maíz amarillo en Colombia usando paquetes econométricos. Los autores mencionan que se presentan rendimientos de escala decrecientes y las elasticidades se presentan en la etapa dos.

Por otra parte, Chipana et al., (2014) realiza un análisis de los factores de mayor incidencia en la producción del tarwi en el Norte de Bolivia mediante el uso de la función Cobb-Douglas, el autor incluye los factores más relevantes para su estudio los mismos que son: superficie, semilla, maquinaria y mano de obra. En dicho estudio se presentan rendimientos crecientes de escala, además se identifica el uso ineficiente de la maquinaria y la superficie o terreno.

Partiendo del análisis de los diferentes trabajos realizados y reflejados en este trabajo, se demuestra el uso de factores determinantes para los estudios tales como, el terreno, la mano de obra y capital, adicionalmente viene tomando importancia la incorporación de innovaciones tecnológicas para que las prácticas agrícolas sean más amigables con el medio ambiente y con ello evitar el deterioro del mismo, del mismo modo el factor tecnológico ayuda a los productores a ser más eficientes con los mismos recursos utilizados.

En ese sentido, para este estudio se incorporará variables determinantes para la producción del maíz, resaltando la importancia de la incorporación de un sistema de riego para el desarrollo de las actividades agrícolas de dicha zona.

En este estudio, la función de producción muestra cómo la producción de un producto depende de algunos factores de producción, por ello es necesario elegir variables que ayuden a entender el grado de dependencia de la producción de los granos del uso de diferentes factores productivos. En ese sentido Varian (2016) define como la relación presente entre factores productivos y la cantidad de producto obtenido. En este aspecto se representa al punto óptimo o nivel máximo de producción que es posible obtener usando eficientemente una cantidad de factores.

Por su parte Gómez (1964) en su estudio muestra que, dicha función relaciona las cantidades conseguidas de un producto en específico con sucesivas aportaciones de factores variables sobre un conjunto de factores fijos, ejemplificando que la producción de trigo de un terreno determinado en función del capital y trabajo empleado. En ese sentido la función de producción sería:

$$Y = f(X_1, X_2)$$

Demostrando que la producción de dicho producto depende de dos factores variables que son; el capital invertido y el trabajo empleado o mano de obra. Dicho autor menciona que la producción llegará al punto óptimo cuando el beneficio bruto sea el máximo.

Una función de producción ejemplifica la incidencia y la utilización de los factores de producción, destacando la importancia de dar un uso óptimo a dichos factores e ir innovando para aprovechar al máximo las bondades de los mismos. En ese sentido, el desarrollo de los países contempla el producir para exportar y no solo para el consumo, aprovechando las continuas innovaciones y avances tecnológicos permiten incrementar la producción. Entonces, la producción incide significativamente en el bienestar de un país.

Una solución efectiva para reflejar una función de producción es la de referir a los productos a su valor de venta y expresar algunos factores en términos físicos, como: tierra y trabajo y otros términos de costo anual, tales como: gastos anuales en maquinaria, semillas, insecticidas, fertilizantes y demás (Gómez, 1964).

Según Gómez (1964) funciones de producción tipo  $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  permiten determinar el desequilibrio existente en un momento dado entre factores productivos, además Y se designa como el valor de producción final, en un caso hipotético nos puede indicar que la mano de obra es abundante mientras que el capital es escaso, dando lugar a un mayor beneficio para los explotadores de mano de obra. A lo largo de la historia diferentes ecuaciones han sido usadas y ajustadas a datos empíricos obtenidos en investigaciones agrícolas o de encuestas económicas entre las más comunes están:

- Función de Spillman
- Función cuadrática
- Función de raíces cuadradas
- Función lineal
- Función de Cobb-Douglas
- Función de producción agregada

Cajo y Montúfar (2016) mencionan que es la representación de la relación existente entre insumos y el producto nacional, es decir, se aplica a la economía en su conjunto. Entonces la ecuación está representada de la siguiente forma:

$$Y=AF(L,K,H,N)$$

Donde:

Y= es la cantidad de producción

L= es la cantidad de trabajo

K= es la cantidad de capital físico

H= es la cantidad de capital humano

N= es la cantidad de recursos naturales

A= refleja la tecnología de la producción existente, en donde si A incrementa, se produce más con una misma cantidad de factores.

F= es una función que refleja la combinación de factores.

En este punto es importante el conocimiento tecnológico así como los conocimientos de los mismos, en ese sentido los bienes que pueden ofrecer los distintos sectores y el Estado a los habitantes permite satisfacer sus necesidades y poder alcanzar un bienestar óptimo, dicha situación representa el factor para medir el desarrollo de las comunidades, coincidiendo así con la teoría de la función de producción, en donde se menciona que el incremento de la productividad mejora el nivel de vida de los habitantes.

A partir de la información recopilada en los diferentes estudios, se incorpora en la presente investigación factores tales como el capital, mano de obra, tecnología y terreno.

#### **2.2.11.1 Cobb-Douglas**

La función de producción Cobb Douglas, es un criterio neoclásico utilizado para valorar la función de producción, permitiendo proyectar su evolución económico esperado (Briones et al., 2018). En esa línea, Cárdenas et al. (2017) menciona que es una función de producción utilizada para representar los procesos productivos, aplicada inicialmente en un estudio empírico el cual trataba sobre la comparación de la productividad del trabajo y el capital en Estados Unidos. La función de producción original se asumió con rendimientos constantes de escala, sin embargo, su principal limitación es que no representa las tres etapas de la función de producción neoclásica.

La función Cobb Douglas es una de las ecuaciones más utilizadas para el estudio de la producción, la cual está planteada como:

$$Y = A L^\alpha K^\beta$$

En donde,  $Y$  representa la producción, considerada el output,  $A$  figura como tecnología;  $L$  representa a al factor trabajo mientras  $K$  representa el factor capital, ambos considerados inputs. Los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes positivas cuyos valores pueden estar entre cero y uno.

La ecuación planteada permite también calcular los rendimientos de escala, razón por la cual es ampliamente utilizada en el estudio y proyección de la producción; así también, Varian (2016) resalta que expresa cómo responde la producción al momento que varían los factores de la producción en la misma proporción, existiendo rendimientos a escala constantes, crecientes y decrecientes. Así pues, cuando:

$\alpha + \beta = 1$ : existen rendimientos constantes; así pues, cuando se duplica los factores capital y trabajo se genera una duplicidad total de la producción.

$\alpha + \beta > 1$ : existen rendimientos crecientes; la producción total incrementa en una proporción mayor a la de los factores de la producción.

$\alpha + \beta < 1$ : existen rendimientos decrecientes; la producción total crece en una proporción menor a la de los factores de la producción.

Se resalta que la elasticidad presente en la función de producción Cobb Douglas es semejante a sus exponentes, por lo que en una función homogénea de grado uno las elasticidades del factor capital y mano de obra son constantes (Vargas, 2014).

### ***2.2.11.2 Función de Producción en el Sector Agrícola***

La producción agrícola es el resultado de la acción progresiva o simultánea de diversos factores, tales como las semillas sobre el suelo, labores de cultivos, abonos, trabajo de recolección, etc. Tradicionalmente estos factores se han ido clasificándose en tres categorías; la tierra, el capital y el trabajo, un cuarto factor llegaría a ser la organización (Gómez, 1962).

El factor tierra comprende no solo el suelo agrícola sino también las construcciones y alojamientos de la explotación, así como las características climatológicas tales como el volumen y frecuencia de las precipitaciones, temperaturas, horas de sol, vientos, etc. A

efectos contables se suele denominarse capital territorial para poder distinguirlo del resto de capital o capital de ejercicio (Gómez, 1962).

Una menor o mayor dosificación en el empleo de los diferentes factores de la producción afecta al volumen y calidad de la misma; a una mayor cantidad de trabajo se puede aumentar la producción de un determinado producto de explotación (Gómez, 1962), es así que la producción es consecuencia directa del empleo de cantidades determinadas de distintos factores de producción, en términos de hectáreas usadas, tantas horas de trabajo utilizadas, tantos kilogramos de fertilizantes aplicados por hectáreas

Por su parte, Arboleda et al. (2022) identifica la función de producción para el sector agrícola en donde define los factores en la siguiente ecuación:

$$Y = A ( K L M R )$$

Donde:

Y = Nivel de producción

A = Tecnología

K = Stock de capital

L = Número de trabajadores

M = Consumo de materias primas

R = Terreno

Es decir, las funciones de producción para el sector agrícola contemplan principalmente factores productivos tales como el factor tecnología, que para nuestro caso de estudio contempla el sistema de riego medido en metros cúbicos de agua empleados, el capital que comprende el monto destinado a la compra de abonos y actividades similares, el trabajo que son las horas y número destinadas utilizadas para el proceso productivo y el factor tierra que contempla las extensiones utilizadas para la producción.



## CAPÍTULO III

### 3. Metodología

#### 3.1 Método

Se utiliza el método hipotético deductivo porque se recopila información empírica de estudios relacionados a la producción agrícola, asimismo, un enfoque deductivo ya que los resultados que se esperan en relación a las variables planteadas se espera que presenten una relación positiva.

Dávila (2006) establece que el método deductivo se fundamenta en la lógica y el razonamiento deductivo para extraer conclusiones lógicas de premisas establecidas, caracterizado por su estructura rigurosa, partiendo de lo general hacia algo específico.

#### 3.2 Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo porque busca describir el comportamiento de las variables planteadas y establecer la incidencia del sistema de riego en la producción agrícola de los pequeños productores de la parroquia La Matriz cantón Guano. Es de tipo no experimental y nivel correlacional porque se analiza la relación entre las variables planteadas; a su vez el método que se emplea es deductivo, porque se emplea la deducción lógica para establecer una conclusión particular.

La población de estudio para la presente investigación son los pequeños productores de la parroquia La Matriz del cantón Guano, usuarios del sistema de riego, siendo un total de 1.007 beneficiarios a los cuales se les aplica una encuesta, para ello se elabora un cuestionario que permitirá recoger la información necesaria para realizar la investigación; dicha información será procesada a través de paquetes estadísticos y servirá para establecer la relación e incidencia entre las variables planteadas.

Además, se trabaja con información primaria y secundaria, dado el caso que, para el estudio, se requiere el levantamiento de fuentes primarias de información aplicando instrumentos principalmente encuestas a productores, así también se requiere información secundaria procedente de la Junta de Riego Chambo Guano Los Chingazos (JURECH).

Para el modelo se linealiza la ecuación a través de logaritmos para facilitar el análisis econométrico de los factores que determinan el crecimiento de la producción; asimismo, con

la aplicación de logaritmos se consigue reducir la sensibilidad a las observaciones atípicas y medir las elasticidades entre las variables. Es así que la función Cobb-Douglas se puede reformular aplicando logaritmos para estimar tasas de crecimiento de la producción en función de cambios de los factores utilizados.

### **3.3 Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos**

#### **3.3.1 Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos constituyen herramientas que permiten recoger información procedente de diferentes fuentes, realizar evaluaciones y poder emplearlas; al momento de usarlas es importante tener claro los objetivos, así como la información que se necesita (Machuca, 2022). Para lo cual, en la presente investigación la técnica a utilizar en la recolección de información es la encuesta.

#### **3.3.2 Instrumento**

En el presente trabajo de investigación se utiliza el instrumento elaborado por Silva (2020), quien elabora y valida el mismo, lo que garantiza su fiabilidad, calidad y credibilidad para la presente investigación, ya que al guardar relación con la temática propuesta, ayuda a la comparabilidad con trabajos que persiguen objetivos similares.

Se considera necesaria la aplicación del instrumento para recopilar los datos, dado el caso que no se cuenta con información secundaria para la elaboración del modelo econométrico. Lo que se pretende con la aplicación del instrumento es recolectar información necesaria sobre los factores de la producción utilizados por los productores en el cultivo del maíz, dicha información nos permitirá obtener datos para la medición de las variables de estudio.

##### **3.3.2.1 Validación del Instrumento**

Por otra parte, al ser otro producto objeto de nuestro estudio, es necesario plantear preguntas adicionales que se adapten a nuestros objetivos, por lo que dichas preguntas adicionales se deben validar mediante un paquete estadístico a través del alfa de Cronbach.

Se efectúa el análisis de validez y fiabilidad de la encuesta para lo cual se realiza una prueba piloto aplicada a 20 personas en la parroquia La Matriz para poder comprobar la

comprensión de los términos utilizados en el instrumento por parte de los productores, tomando en consideración 8 ítems de la encuesta.

Con respecto a la incorporación de los ítems, se justifica su incorporación al instrumento para la medición de las variables de la investigación, los mismos sirven como fuente de información para recopilar toda la información necesaria sobre las variables objeto de estudio y poder desarrollar el modelo y posterior a ello la ecuación para los pequeños productores de la Parroquia La Matriz del Cantón Guano. Los ítems considerados necesarios añadir al instrumento sirven para medir: el sistema de riego, terreno, nivel de producción y las horas de trabajo.

El coeficiente utilizado es el alfa de Cronbach, empleado para determinar la fiabilidad de un test, que se basa en la media de correlaciones entre variables, pudiéndose calcular mediante varianzas o correlaciones de ítems (Ruiz, 2019), mismo que es aplicado a aquellas contestaciones conseguidas con escala semántica, nominal e intervalos, usando el paquete estadístico SPSS.

Rodríguez y Reguant (2020) señalan que la fiabilidad apropiada para dar validez al instrumento fluctúa entre 0,70 y 0,95, además los valores cercanos a 1 tienden a implicar en ítems redundantes y pueden no aportar información relevante a lo que se intenta medir.

**Tabla 1**

*Estadístico de fiabilidad para la validación del instrumento, considerando 8 preguntas de la encuesta*

Alfa de Cronbach	N de ítems
0,770	8

*Nota.* Prueba de fiabilidad por Alfa de Cronbach usando SPSS.

En ese sentido se obtuvo que, para el instrumento, el alfa de Cronbach es de 0,77, encontrándose dentro de los parámetros para determinar su confiabilidad en la investigación.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

La parroquia La Matriz está conformada por productores pertenecientes al sector rural que forman parte de las 9 comunidades, la población objetivo son 1.007 pequeños productores, datos proporcionados por la Junta de Riego Chambo Guano los Chingazos. Para la investigación se aplicará las encuestas a los beneficiarios del sistema de riego en dichas comunidades: San José de Chocón, Chingazo Bajo, Chingazo Alto, San Vicente, San

Gerónimo, Santa Rosa, Carrera Ambato, Alacao y Ela Tuncahuán Miraflores que conforman la parroquia, donde se desarrolla un muestreo estratificado con el 95% de confianza y con un margen de error del 5%.

**Tabla 2**

*Distribución de los beneficiarios del sistema de riego por comunidad en base a información proporcionada por la Junta de Riego Chambo Guano Los Chingazos (JURECH)*

Comunidad	Usuarios
San José de Chocón	100
Chingazo Bajo	177
Chingazo Alto	219
San Vicente	69
San Gerónimo	55
Santa Rosa	68
Carrera Ambato	54
Alacao	136
Ela Tuncahuán Miraflores	129
Total	1007

*Nota.* Número de usuarios del sistema de riego. Elaboración en base a datos proporcionados por la JURECH.

### 3.4.2 Muestra

Para efectuar el cálculo del tamaño de la muestra se utiliza la ecuación:

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de ocurrencia

q = Probabilidad de no ocurrencia

e = Error de estimación

$$n = \frac{1007(1,96^2)(0,5)(0,5)}{(0,05^2)(1007 - 1) + (1,96^2)(0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{967,1228}{(2,515) + (0,9604)}$$

$$n = \frac{967,1228}{3,4754}$$

$$n = 278$$

Aplicada la ecuación se obtiene que la muestra es de 278 personas beneficiarias del sistema de riego dentro de las comunidades de la parroquia La Matriz y que son encuestadas para el estudio. Se toma una muestra por cada comunidad, procediendo a realizar el muestreo estratificado.

**Tabla 3**

*Número de usuarios del sistema de riego y composición estratificada de la población*

Comunidad	Usuarios	Peso	Muestra
San José de Chocón	100	0,099	28
Chingazo Bajo	177	0,176	49
Chingazo Alto	219	0,217	60
San Vicente	69	0,069	19
San Gerónimo	55	0,055	15
Santa Rosa	68	0,068	19
Carrera Ambato	54	0,054	15
Alacao	136	0,135	37
Ela Tuncahuán Miraflores	129	0,128	36
Total	1007	1	278

*Nota.* Distribución del número de encuestas por comunidad usando regla de tres.

Para el procesamiento y análisis de datos se efectuará mediante su clasificación y tabulación. Para la presentación de la información obtenida a través del instrumento de investigación se tabula y presenta gráficos, los cuales permiten describir los resultados conseguidos para posteriormente utilizar dicha información y estimar un modelo que permita obtener la función de producción. En la tabulación de los datos se maneja el programa informático Excel y para la estimación del modelo econométrico el paquete estadístico Stata.

### 3.5 Especificación del Modelo

Para el cálculo de las variables se considera el trabajo previo de Silva (2020), donde mide el capital en unidades monetarias, el trabajo en horas destinadas a la producción y el nivel de producción, a través del producto obtenido en quintales al año. Es necesario resaltar que para la medición del terreno la forma más conveniente es a través de la extensión disponible para la producción.

Las variables empleadas son cuantitativas, siendo la variable producción la variable dependiente y las variables sistema de riego, capital, trabajo y terreno variables independientes; la correlación entre las variables independientes con la dependiente guarda una relación directa o positiva.

Para la medición de las variables se trabaja a partir de los datos obtenidos de la encuesta aplicada a los productores. En cuanto a la medición del nivel de producción se trabaja con unidades físicas en quintales. Para la variable sistema de riego, se calcula a partir del número de horas que se emplea el sistema de riego y en base a los metros cúbicos que emite una toma de agua por hora, siendo de 1,02 m<sup>3</sup>/h, obteniendo así la cantidad de metros cúbicos de agua empleados en la producción. Para medir el capital se trabaja en unidades monetarias, el trabajo se mide en el número de horas empleadas para la producción y el terreno en el espacio físico que se dispone para la agricultura.

**Tabla 4**

*Matriz de operacionalización de las variables*

Variable	Descripción de la variable	Unidad de medida	Fuente de información
VD: Producción agrícola	Permite conocer la cantidad de tierra que está vinculada con la producción de especies agrícolas, dando una idea de los rendimientos de cada producto (Olivares et al., 2020). Es la actividad o modo de producir un producto, en donde se involucra recursos, así como los rendimientos de cada uno para la producción.	Quintales al año	Instrumento: cuestionario Técnica: encuesta
VI: Sistema de riego	Consiste en la aplicación de agua al suelo, aplicado por lo general en grandes extensiones de terreno, lanzando un volumen adecuado de agua, por lo general se actúa cubriendo toda el área (Andrade, 2018).	Metros cúbicos de agua usados al año	Instrumento: cuestionario Técnica: encuesta
VI: Capital	Medido por el stock de capital como el total de activos, siendo la suma en dólares de maquinaria, herramientas, insumos e inversión destinada al proceso productivo agrícola del maíz.	Unidades monetarias (Dólares)	Instrumento: cuestionario

		invertidos al año).	Técnica: encuesta
VI: Trabajo	Es la actividad o esfuerzo humano que se destina al cuidado y tratamiento de los cultivos agrícolas, medido por horas hombre y número de trabajadores necesarios para el desarrollo de la producción agrícola. Para Parra et al. (1986) es el conjunto de actividades que los trabajadores van realizando según sea el caso.	Horas destinadas a la producción al año.	Instrumento: cuestionario Técnica: encuesta
VI: Terreno	Es un espacio físico o bien inmueble destinado a la producción agrícola. Para (Correa et al., 2022) son los espacios de tierra destinadas a la producción, los mismos en su mayoría son rurales.	Metros cuadrados destinados a la producción del maíz.	Instrumento: cuestionario Técnica: encuesta

*Nota.* Descripción de las variables utilizadas para el modelo econométrico.

### 3.5.1 Variables

#### 3.5.1.1 Variable Dependiente

Producción agrícola: Medida mediante el nivel de producción de maíz al año y en quintales de los productores de la parroquia La Matriz.

#### 3.5.1.2 Variables Independientes

Tecnología: Medida mediante el sistema de riego a través de la cantidad de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) que utilizan los productores en el proceso productivo.

Capital: Medido por el stock de capital como el total de activos, siendo la suma en dólares de maquinaria, herramientas, insumos e inversión destinada al proceso de producción.

Trabajo: Medido a través de las horas hombre y el número de trabajadores que se necesitan para el proceso productivo.

Terreno: Área disponible para la producción medida mediante los metros cuadrados que disponen los productores.

### 3.5.2 Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

Se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios para establecer la relación entre la variable dependiente y las variables independientes. Dicho método se atribuye a Carl

Friedrich Gauss, que ofrece características que lo ha convertido en uno de los más eficientes en el análisis de regresión (Gujarati y Porter, 2009). Así también, Cañas y Rivera (2022), mencionan que Adrien Legendre fue quien desarrolló y popularizó el método en el contexto de la regresión lineal en el siglo XIX.

### **3.5.2.1 Supuestos Mínimos Cuadrados Ordinarios**

Gujarati y Porter (2009) establecen que para la validación del método MCO se debe efectuar y evaluar los supuestos valorando diversos aspectos del modelo y los residuos. Estas técnicas de validación ayudan a evaluar la fiabilidad del modelo MCO, señalando que la validación del modelo es un proceso iterativo y puede requerir ajustes del mismo o de los datos si se producen problemas de los supuestos.

#### **Linealidad**

Se supone que la correspondencia entre la variable dependiente y las variables independientes es lineal, esto significa que los coeficientes de las variables independientes del modelo reflejan los cambios proporcionales de la variable dependiente.

La linealidad del modelo puede determinarse mediante la prueba de Ramsey-Reset considerando las siguientes hipótesis:

$$H_1: \text{Lineal; Valor} > 0,05 \text{ se acepta } H_1$$

$$H_2: \text{No lineal; Valor} < 0,05 \text{ se rechaza } H_1$$

Si se acepta la hipótesis nula, se establece que no existe evidencia suficiente en los datos para establecer que la relación entre las variables no es lineal. Si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que existe evidencia para establecer que la relación entre las variables no es lineal, en este caso se debe abordar la no linealidad mediante la transformación de variables, inclusión de otras variables o considerar modelos no lineales.

#### **Media condicional cero**

Se supone que los errores tienen una media condicional de cero, es decir, para un conjunto dado de valores de las variables independientes, el valor esperado del error es cero. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:



$$E(\mu | X) = 0$$

Donde  $\mu$  simboliza los errores y  $X$  las variables independientes. Este es significativo para garantizar que las estimaciones de los coeficientes sean insesgadas y consistentes.

### **Normalidad**

Supone que el error poblacional sigue una distribución normal con media cero; implica que los errores están distribuidos simétricamente alrededor de cero. Se puede identificar con un histograma, Jarque Bera, prueba de asimetría y curtosis o a través de pruebas de Kolmogorov Smirnov (más de 30 datos) y Shapiro Wilk (menos de 30 datos).

Para determinar el test de normalidad se considera:

$$H_0: \text{residuos} = \text{normalidad} ; \text{Valor} > 0,05 \text{ se acepta } H_0$$

$$H_1: \text{residuos} \neq \text{normalidad} ; \text{Valor} < 0,05 \text{ se rechaza } H_0$$

Si se acepta la hipótesis nula se indica que no hay evidencia clara para establecer que la distribución de los residuos es significativamente diferente a cero. Si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que existe evidencia suficiente para establecer que la distribución es significativamente diferente a cero, en este caso de debe abordar el problema mediante la transformación de variables, usar estimadores robustos, identificación y exclusión de valores atípicos, considerar modelos de regresión no lineales o evaluación de la asimetría y curtosis.

### **Autocorrelación**

La existencia de autocorrelación puede afectar la precisión de las estimaciones de los coeficientes y por tanto la validez del modelo, para cotejar la independencia en los residuos se maneja la prueba de Durbin Watson, en la que debe hallarse la no autocorrelación, cumpliéndose la hipótesis:

$$H_0: \text{residuos} = \text{independientes} ; \text{Valor} > 0,05 \text{ se acepta } H_0$$

$$H_1: \text{residuos} \neq \text{independientes} ; \text{Valor} < 0,05 \text{ se rechaza } H_0$$

Si se acepta la hipótesis nula, se establece que no hay evidencia en los datos para suponer que los errores del modelo están correlacionados entre sí. Si se rechaza la hipótesis nula, se indica que existe evidencia en los datos para sugerir que los errores del modelo están

auto correlacionados, en este caso se debe abordar la autocorrelación a través de la inclusión de variables de rezago, transformación de datos, emplear la corrección de coeficientes mediante un estimados de Mínimos Cuadrados Generalizados. En la presente investigación, no se procede a realizar este supuesto ya que la base de datos no son series de tiempo.

### **Homocedasticidad**

Se asume que la varianza del término del error es constante en todas las combinaciones de valores para las variables explicativas, es decir, la dispersión de los errores es igual en todos los niveles de las variables independientes. Si no se satisface el supuesto, se presenta problemas de heterocedasticidad en el modelo. La forma de contrastar el supuesto es mediante el test Breusch-Pagan

*H<sub>0</sub>: residuos = homocedasticidad ; Valor > 0,05 se acepta H<sub>0</sub>*

*H<sub>1</sub>: residuos ≠ homocedasticidad ; Valor < 0,05 se rechaza H<sub>0</sub>*

Si se acepta la hipótesis nula, se indica que no existe evidencia para establecer que la varianza de los residuos no es constante (no existe heterocedasticidad). Si se rechaza la hipótesis nula, se establece que hay evidencia para sugerir que la varianza de los errores no es constante, por lo que existe problemas de heterocedasticidad. Para abordar el problema de heterocedasticidad se debe transformar los datos por ejemplo mediante logaritmos, utilizar estimadores robustos, incluir variables de control o emplear un estimador de Mínimos Cuadrados Generalizados.

### **Multicolinealidad**

La multicolinealidad implica que una variable puede ser expresada como una combinación lineal exacta de otras variables independientes en el modelo, lo cual dificulta la estimación de los coeficientes. Si existe correlación entre las variables independientes, se debe considerar la exclusión o transformación de variables para mitigar los efectos de la multicolinealidad.

Una de las manera de hallar la multicolinealidad es a través de una tabla de correlaciones parciales, así como analizar el factor de inflación de varianza (VIF).

En la presente investigación, debido a que existen muchos parámetros que influyen en los niveles de producción, se realiza una regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios para minimizar el error. El método minimiza el error que se produce al modelizar los parámetros del modelo (Bilginol et al., 2015), así, la suma de diferencias al cuadrado entre el producto de salida reales y previstos se minimiza utilizando la disminución de gradiente.

El modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios se emplea para estimar parámetros de un modelo matemático que describe la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes (Molina, 2021), en donde la idea básica es encontrar la línea que minimiza la suma de los cuadrados de las diferencias entre valores observados y valores pronosticados por el modelo.

Es por ello que al utilizar Mínimos Cuadrados Ordinarios, se pretende encontrar los mejores estimadores de los parámetros del modelo que minimicen la suma de cuadrados de las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo (Novales, 2010). Además, dicho autor menciona que se busca un ajuste óptimo, inferencia estadística, estimación de parámetros, previsión, análisis de relaciones entre variables, ayuda a comprender la dependencia de una variable respecto a otras.

Este método se basa en supuestos específicos, es relevante el tomar en cuenta dichos supuestos para confirmar que estos sean adecuados para los datos que se emplean (Gujarati y Porter, 2010). La versatilidad de Mínimos Cuadrados Ordinarios radica en su capacidad para adaptarse a una variedad de situaciones y tipos de modelos (Alonso et al., 2005). En cuanto a la formulación del modelo, Chirivella (2015) menciona que la expresión usual de un modelo de regresión se denota como:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + U$$

Donde  $Y$  es la variable explicada,  $X_j$  las variables explicativas y  $\beta_j$  parámetros que miden la correspondencia existente entre la variable explicada y cada variable explicativa. Hay que añadir el término  $U$  al modelo, que recopila el efecto de otras variables explicativas no consideradas en el modelo sobre la variable explicativa (Chirivella, 2015).

Para el modelo econométrico de la investigación se diseña un modelo empírico con base a una función Cobb-Douglas, el análisis se fundamenta en el producto relacionado con distintas variaciones de los insumos. Para la estimación del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios se parte de una función lineal de los parámetros, por lo que resulta necesario

linealizar la ecuación  $Y_i$  a través de logaritmos, permitiendo medir el impacto que presentan las distintas variaciones de los factores sobre el nivel de producción, o dicho de otra manera, las elasticidades. Como lo menciona Wooldridge (2012), el modelo se denomina de elasticidad constante, en la cual la elasticidad de Y con respecto a X es constante y dichas variables se presentan en su forma logarítmica. Por lo que se obtiene la siguiente ecuación:

$$\text{Ln}Y_i = \beta_0 + \beta_1\text{Ln}X_1 + \beta_2\text{Ln}X_2 + \beta_3\text{Ln}X_3 + \beta_4\text{Ln}X_4 + \mu_i$$

Donde:

$Y_i$  = Producción agrícola de maíz

$\beta_0$  = intercepto, valor constante del modelo

$\beta_0, \dots, \beta_4$  = parámetro que mide la correlación entre la variable explicada y las variables explicativas.

$X_1$  = Sistema de riego (tecnología)

$X_2$  = Stock de capital, insumo, materias primas (factor capital)

$X_3$  = Horas destinadas a la producción (factor trabajo)

$X_4$  = Terreno (tierra)

$\mu_i$  = Perturbación o error de observación del modelo.

En resumen, al utilizar Mínimos Cuadrados Ordinarios se pretende encontrar expresiones matemáticas que resuman y describan las relaciones entre las variables observadas, permitiéndonos extraer conclusiones, hacer predicciones y comprender el fenómeno de estudio.

## CAPÍTULO IV.

### 4. Resultados y Discusión

Para determinar la incidencia del sistema de riego en la producción agrícola de los pequeños productores de la parroquia La Matriz en el cantón Guano, se procedió a encuestar a los beneficiarios de la Junta de Riego Chambo Guano los Chingazos, de donde se obtuvo datos de corte transversal, pues se pudo recopilar información para un año. Los resultados permitieron para poder entender la realidad socioeconómica, el nivel de desarrollo agrícola de su principal producto cultivado, que en este caso es el maíz, así como los aspectos importantes del proceso productivo.

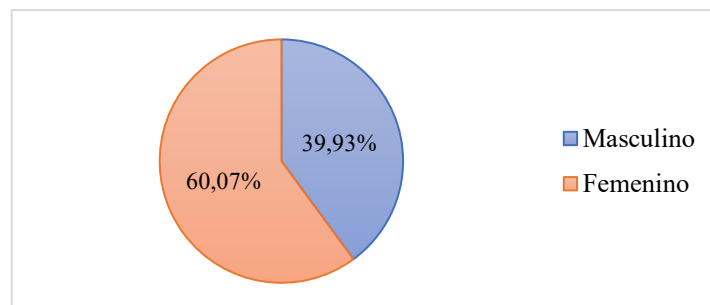
Además, los datos recolectados se aprovecharon para elaborar una función de producción de tipo Cobb Douglas, mediante un modelo empírico agrícola donde se establece una relación entre el nivel de producción y las variables independientes referentes a los factores de la producción.

#### 4.1 Características socioeconómicas de los encuestados

De las 278 encuestas aplicadas en las 9 comunidades pertenecientes a la parroquia La Matriz se pudo obtener información y datos en cuanto a aspectos sociales y productivos, para lo cual se presenta la información más relevante con su respectivo análisis e interpretación.

**Figura 1**

*Género de los productores encuestados en porcentajes, parroquia La Matriz cantón Guano periodo 2023*

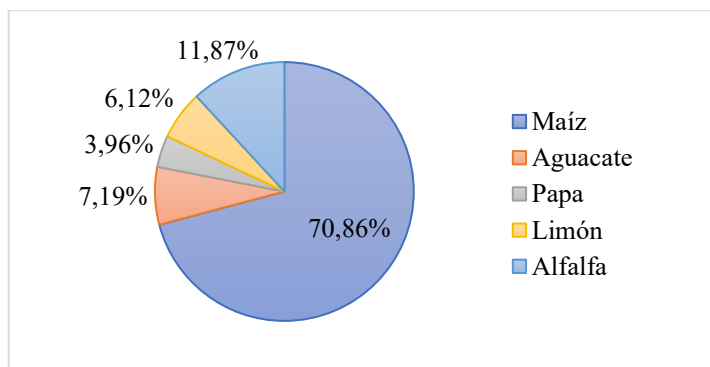


*Nota.* Resultados obtenidos en relación al género.

Del total de encuestados, el 60% de los productores representan el género femenino y el 39,93% al género masculino, por lo que se establece que el género femenino predomina en cuanto al número de productores que se dedican a la producción agrícola en la parroquia.

**Figura 2**

Principales productos agrícolas que se cultiva (porcentajes) parroquia La Matriz cantón Guano periodo 2023

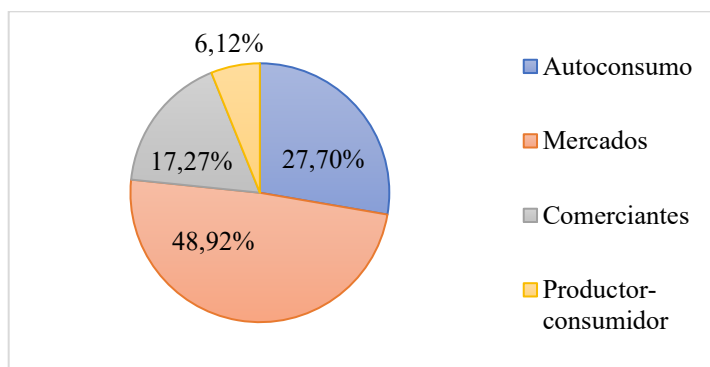


Nota. Resultados obtenidos de la encuesta aplicada, julio 2023.

Del total de encuestados, el 70,86 % se dedica al cultivo del maíz, por lo que se puede determinar que dicho producto es el principal producto agrícola en la parroquia, seguido de la alfalfa como producto secundario cultivado en la zona.

**Figura 3**

Lugares donde los productores comercializan su producción en porcentajes, periodo 2023



Nota. Resultados obtenidos en cuanto al destino de la producción agrícola, en base a la encuesta aplicada.

Del total de encuestados, el 48,92% destina su producción a la comercialización en mercados, por tanto, se puede determinar que el producto es una de las fuentes de ingresos más importante, seguido está el producto destinado al autoconsumo, en ese sentido se concluye que, la producción sirve para el consumo propio de las diferentes comunidades, así como para la comercialización.

Es importante destacar que el 60% son mujeres, quienes se dedican al cultivo de productos agrícolas, siendo 167 personas del total de los encuestados, con eso se comprueba uno de los principios del presente proyecto, dado el caso que en su mayoría las mujeres son quienes se dedican a al cultivo de maíz principalmente, sin embargo, el género masculino también destaca como apoyo en actividades, tales como la preparación del terreno y deshierbe para el cuidado de los cultivos, en ese sentido, el trabajo conjunto de ambos

géneros hace posible el aprovechamiento de campos altamente productivos gracias a los recursos disponibles para el desarrollo del mismo.

Con respecto a la edad de los pequeños productores de las 9 comunidades pertenecientes a la parroquia La Matriz del cantón Guano en su mayoría tienen 50 años o más por lo que es necesario en la mayoría de los casos el trabajo con maquinaria agrícola o a su vez el trabajo de un peón, con respecto al estado civil es importante analizarlo, dado el caso que cuando son solteros se tiene menos cargas familiares por lo que es posible producir para vender sus productos a diferencia de quienes son casados destinan parte de su producción al autoconsumo.

En su totalidad las personas hacen uso del sistema de riego por al menos un día a la semana durante tres horas como mínimo, dicho recurso hace posible hacer frente a épocas de sequía y proveer de la humedad suficiente a los diferentes cultivos, es importante destacar que dada la estructura del sistema de riego que funciona por tuberías, los usuarios no ven la necesidad de construir algún tipo de infraestructuras adicional, solo un 5% posee reservorios de geomembrana, sin embargo, con las visitas realizadas se evidencia que pasan en gran parte dichas estructuras sin ser utilizadas, por lo que es necesario proporcionar las capacitaciones necesarias para el conocimiento y la utilización de los mismos.

Actividades como la preparación del terreno, siembra y deshierbe hace que se contrate personal adicional para cumplir con las actividades establecidas en el tiempo disponible, sin embargo, la limitación de recursos, así como la disponibilidad de tierras hace que no sea necesario la contratación de los mismos, en su mayoría los agricultores no contratan mano de obra adicional. En caso fortuito que sea necesaria la contratación de peones, el agricultor lo realiza únicamente por días con el mismo personal.

Con respecto al sistema de riego en promedio se destina como mínimo 23,80 metros cúbicos para dotar de la suficiente humedad a los cultivos, del mismo modo se invierte en promedio \$103 para la producción de 5 quintales de maíz suave en sus diferentes tipos, en una extensión en promedio de 1.542 metros cuadrados destinando en promedio 4 horas diarias.

## 4.2 Descripción de las variables utilizadas en la investigación

Estadística descriptiva

**Tabla 5**

*Análisis descriptivo de las variables utilizadas*

	<i>Nivel de producción (quintales)</i>	<i>Sistema de riego (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Capital (dólares)</i>	<i>Trabajo (horas)</i>	<i>Terreno (m<sup>2</sup>)</i>
Media	5,28776978	28,05	130,278777	5,45323741	3003,95683
Mediana	3	25,5	115	4	1500
Moda	1	18,36	115	2	1000
Desviación estándar	6,32483456	11,73004	74,8455846	3,98593741	3518,31754
Varianza de la muestra	40,0035322	137,593839	5601,86153	15,8876971	12378558,3
Coefficiente de asimetría	2,28189785	0,91845697	1,47632057	1,33204299	1,84947149
Rango	35	57,12	468	19	14800
Mínimo	1	8,16	15	1	200
Máximo	36	65,28	483	20	15000
Cuenta	278	278	278	278	278

*Nota.* Elaboración propia con base a los datos obtenidos de la encuesta aplicada.

Los datos en cuanto al nivel de producción reflejan que el promedio de quintales que se producen al año es 5,29 quintales demostrando que los demás valores se concentran alrededor de dicho valor. Por otra parte, los metros cúbicos de agua empleados en la producción, se utiliza en promedio 28,05 m<sup>3</sup>; así también, se emplea un capital promedio de 130,28 dólares para la producción. En cuanto a las horas de trabajo destinadas al proceso productivo, son en promedio 5,45 horas y en relación al promedio del terreno utilizado corresponde a 3.003,96 metros cuadrados.

Con relación a la mediana, para los quintales refleja un valor igual a 3, evidenciando que el 50% de los valores son iguales o menores a dicho valor, mientras que el otro 50% son mayores o iguales a tres. Los metros cúbicos presentan una mediana de 25,5, siguiendo la misma interpretación en la distribución de datos, es decir, la mitad son igual o menor a 25,5, mientras que la otra mitad es superior o igual a dicha cantidad. En la misma tendencia, la mediana del capital es 115, por lo que el 50% de los datos son iguales o menores a este y los datos restantes son mayores o iguales. En cuanto a las horas de trabajo y terreno, presentan una mediana de 4 horas y 1.500 metros cuadrados respectivamente, evidenciando que el 50% de los datos se encuentran por debajo de este valor y el otro 50% por encima de este.

El nivel de producción más frecuente en el conjunto de datos es 1 quintal; la cantidad de metros cúbicos más utilizada es de 18,36 m<sup>3</sup>; el capital utilizado con mayor frecuencia es



de 115 dólares; las horas que mayormente se destina a la producción son 2 horas y en relación al terreno empleado, se utiliza comúnmente 1.000 metros cuadrados.

La desviación estándar de la variable nivel de producción es aproximadamente 6,32 quintales, esto indica que los valores individuales de la variable tienden a variar alrededor de 6,32 quintales desde la media. La desviación estándar de la variable sistema de riego es 11,73 m<sup>3</sup> indicando que desde su media los valores fluctúan alrededor de 11,73. La desviación estándar del capital es 74,85 dólares, del trabajo es 3,99 horas y del terreno es de 3.518,32 metros cuadrados.

En lo referente a la varianza, esta proporciona una medida de dispersión de los datos en torno al valor medio de cada variable. En el caso de los quintales, una dispersión moderada indica una concordancia relativa entre las mediciones. En el caso de los metros cúbicos, una dispersión mayor indica una mayor variabilidad entre las mediciones. La variable capital muestra una dispersión significativamente alta, lo que indica una variabilidad considerable en los datos. Las horas muestran una varianza baja, lo que indica una mayor concordancia entre las mediciones de tiempo. La varianza de los metros cuadrados muestra una dispersión significativa en estas mediciones. Estas interpretaciones indican heterogeneidad en la distribución de los datos y una consistencia relativa dentro de cada variable.

El rango, muestra la diferencia entre los valores más altos y más bajos de cada variable, da una percepción del tamaño global de las distribuciones. En la variable quintales, un rango de 35 indica una variabilidad considerable en las mediciones, que abarca una amplia gama de valores. La variable metros cúbicos muestra un rango de 57,12 lo que indica una amplitud considerable en estas mediciones. El capital muestra un rango de 468, lo que indica una variabilidad considerable en los valores de capital registrados. En el caso de las horas, un rango de 19 indica una amplitud más limitada en las mediciones de tiempo, lo que sugiere una menor variabilidad en comparación con las demás variables. La variable metros cuadrados destaca con una amplitud mayor. Estos rangos proporcionan una imagen detallada de la variabilidad de cada variable e indican diferencias significativas en la amplitud.

Los valores mínimo y máximo de cada variable indican los extremos inferior y superior de la distribución de los datos. Un valor mínimo de 1 en los pentámetros indica que al menos una observación tiene el mínimo número posible de pentámetros, y el valor máximo es 36. La escala en metros cúbicos indica que el valor mínimo es 8,16 y el máximo 65,28 metros cúbicos. La variable de capital indica que el valor mínimo de capital utilizado es de

15 dólares y el valor máximo de capital necesario es de 483 dólares. En cuanto a las horas el mínimo de horas necesarias es 1 y el máximo de horas empleadas es 20. Por último, el terreno utilizado abarca una extensión entre 200 metros cuadrados hasta los 15.000 metros cuadrados.

Se describen las variables utilizadas en el modelo econométrico para establecer el comportamiento de las mismas, mismo que busca explicar el nivel de producción a través de los factores productivos, en el cual se espera que los coeficientes obtenidos tengan una correspondencia positiva en relación a la variable dependiente por la evidencia empírica que, al aumentar los factores productivos aumente el nivel de producción.

### **Variable dependiente**

$Y_i$  = **Nivel de producción:** Variable cuantitativa sobre el total de quintales que obtienen los productores de la parroquia La Matriz en el periodo de un año.

### **Variables independientes**

$X_1$  = **Sistema de riego:** Variable cuantitativa de la cantidad de metros cúbicos ( $m^3$ ) que se utiliza en el proceso productivo al año.

$X_2$  = **Capital:** Variable cuantitativa, representando la suma en dólares de maquinaria, herramientas, insumos e inversión destinada al proceso de producción al año.

$X_3$  = **Trabajo:** Variable cuantitativa de las horas de trabajo destinado a la actividad de producción agrícola al año

$X_4$  = **Terreno:** Variable cuantitativa sobre el total de área en metros cuadrados ( $m^2$ ) disponibles para la producción.

## **4.3 Estimación del modelo econométrico**

La presente investigación se ajusta a un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios, inicialmente por medio de las encuestas realizadas se recopila toda la información necesaria para el desarrollo de la investigación, posterior a ello se tabula los datos en Excel siendo la herramienta inicial para poder elaborar el modelo. Presentando la relación que se pretende analizar para el rendimiento del maíz que está en función del capital, sistema de riego, trabajo y terreno. La recolección de datos observados para las variables presentadas permite ordenar la información para su procesamiento a través de un paquete estadístico que para este caso es Stata.

Con base en los datos recopilados se ingresa al paquete estadístico Stata, posterior a ello se generan nuevas variables mediante logaritmos para el nivel de producción, sistema de riego, capital, terreno y trabajo. Con las nuevas variables se procede a realizar la regresión del modelo, posteriormente se procede a validar el modelo mediante los supuestos correspondientes. Para la prueba de linealidad se ejecuta la prueba de Ramsey Reset y se procede a aceptar la hipótesis nula planteada para el modelo. Para la prueba de normalidad se realiza la predicción de los errores para aplicar la prueba de Shapiro Wilk y posteriormente graficar los errores, lo cual nos establece que los errores siguen una distribución normal, aceptando la hipótesis nula para este supuesto.

Para el supuesto de homocedasticidad se ejecuta la prueba Breusch-Pagan y con el estadístico obtenido se procede a aceptar la hipótesis nula planteada. Finalmente, se verifica el supuesto de multicolinealidad mediante el factor de inflación de varianzas, obteniendo un valor menor a 5, estableciendo que no existe problemas de multicolinealidad, por lo que el modelo es válido para analizar los rendimientos de la producción del maíz.

Luego de estimar y validar el modelo, se procede a interpretar el mismo, en donde, se evidencia como cada variable independiente utilizada en la producción afecta al rendimiento del maíz, evidenciando que las más significativas son el terreno y sistema de riego, cumpliéndose así uno de los objetivos que presenta esta investigación, en donde, inicialmente se realizó un análisis empírico de la importancia del sistema de riego para la producción de maíz.

En el modelo se toma en cuenta el nivel de producción del maíz como la variable dependiente o explicada, misma que aumenta o disminuye de acuerdo a la modificación en la cantidad de factores productivos que se utilizan para dicha producción. Es así que, un aumento de los factores como la cantidad de agua proveniente del sistema de riego, el capital, las horas de trabajo y la cantidad de terreno disponible, provoca que el nivel de la producción total del maíz aumente; por el contrario, si los factores disminuyen, el producto final igualmente disminuirá.

En la tabla 6, se presenta la regresión del modelo mismo que refleja la validez de las variables establecidas para explicar el nivel de producción, tanto el sistema de riego como el capital, horas de trabajo y terreno, son significativas para construir el modelo porque presentan un estadístico p menor a 0,05.

**Tabla 6***Regresión del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios para determinar la función de producción*

Inprod_maiz	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf.	Interval]
Insist_riego	.2857949	.0883304	3.24	0.001	.1118995	.4596903
Incapital	.2634596	.0698463	3.77	0.000	.1259537	.4009655
Intrabajo	.265671	.0529581	5.02	0.000	.1614128	.3699291
Interreno	.5334019	.047135	11.32	0.000	.4406076	.6261962
_cons	-5.401185	.2444818	-22.09	0.000	-5.882494	-4.919876

*Nota.* Se muestra los coeficientes de la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios.

El modelo presenta un coeficiente de determinación R cuadrado de 0,89 al igual que el R cuadrado ajustado, lo que indica que la tasa de variación de los factores de la producción utilizados en el proceso explica en un 89% la tasa de variación de la producción de maíz. Por lo que la ecuación se establece como:

$$\text{Inprod\_maiz} = \beta_0 + \beta_1 \text{Insist\_riego} + \beta_2 \text{Incapital} + \beta_3 \text{Intrabajo} + \beta_4 \text{Interreno} + \mu$$

Reemplazando:

$$\text{Inprod\_maiz} = -5,40 + 0,28 \text{Insist\_riego} + 0,26 \text{Incapital} + 0,26 \text{Intrabajo} + 0,53 \text{Interreno}$$

Para la posterior interpretación de los coeficientes obtenidos de la regresión se emplea la tabla de resumen que muestra las formas funcionales que se emplean en logaritmos propuesta por Wooldridge (2012); siendo que para el caso del modelo propuesto es log-log (Logarítmico-Logarítmico).

**Tabla 7***Formas funcionales al emplear logaritmos*

Modelo	Variable dependiente	Variable independiente	Interpretación de $\beta_1$
nivel-nivel	$Y$	$X$	$\Delta Y = \beta_1 \Delta X$
nivel-log	$Y$	$\text{Log}(X)$	$\Delta Y = (\beta_1/100) \% \Delta X$
log-nivel	$\text{Log}(Y)$	$X$	$\% \Delta Y = (100\beta_1) \Delta X$
log-log	$\text{Log}(Y)$	$\text{Log}(X)$	$\% \Delta Y = \beta_1 \% \Delta X$

*Nota:* De "Introducción a la econometría. Un enfoque moderno" por J. Wooldridge, 2012

### 4.3.1 Test aplicados al modelo

Correcta especificación

Mediante el test de Ramsey se establece la correcta especificación del modelo; en este caso se acepta la hipótesis nula de existir una correcta especificación ya que el estadístico obtenido es 0,3799, siendo mayor a 0,05.

**Tabla 8**

*Test de Ramsey aplicado para determinar la correcta especificación del modelo*

---

$$F(3, 218) = 12.59$$

$$\text{Prob} > F = 0.3799$$

---

*Nota.* Estadístico obtenido de la prueba de Ramsey para establecer su correcta especificación.

Prueba de Normalidad

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad aplicada al modelo para determinar el supuesto de normalidad*

Variable	Obs	Pr(skewness)	Pr(kurtosis)	Adj chi2(2)	Prob>chi2
error	278	0.2029	0.5003	2.09	0.3516

*Nota.* Estadístico obtenido de la prueba de normalidad.

Dentro de la prueba de normalidad del modelo clásico de regresión lineal, se espera que la probabilidad sea mayor al cinco por ciento, ya que se trabaja con un nivel de significancia de 0,05 por lo que se plantea las siguientes hipótesis.

$H_0 : u_i$  Siguen una distribución normal

$H_1 : u_i$  No siguen una distribución normal

Al analizar los resultados obtenidos de la prueba de asimetría y curtosis se comprueba que la asimetría y curtosis de las variables son afines con una distribución normal ya que el valor p es mayor a 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula de que los errores siguen una distribución normal.

Prueba de Homocedasticidad

**Tabla 10**

*Prueba de Homocedasticidad aplicada al modelo para determinar la homocedasticidad de los datos*

---

$$\text{chi2}(1) = 0.21$$

$$\text{Prob} > \text{chi2} = 0.6431$$

---

*Nota.* Estadístico obtenido de la prueba Breusch-Pagan.

Para establecer que el modelo no presenta problemas de heterocedasticidad se aplica el test de Breusch-Pagan, planteándose la hipótesis de la siguiente manera.

$$H_0 : ui \text{ Residuos son homocedásticos } > 0,05$$

$$H_1 : ui \text{ Residuos no son homocedásticos } < 0,05$$

Del test se puede inferir que al tener un estadístico mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula de que los residuos son homocedásticos, determinando que no existen problemas de heterocedasticidad, estableciendo que la varianza del término de error es constante.

#### Prueba de Multicolinealidad

**Tabla 11**

*Prueba del Factor Inflación de Varianzas para determinar problemas de multicolinealidad*

Variable	VIF	1/VIF
Interreno	6.02	0.166125
Incapital	4.35	0.229798
Intrabajo	3.81	0.262672
Insist_riego	3.67	0.272179
Mean VIF	4.46	

*Nota.* Estadístico del Factor de Inflación de Varianza.

Para determinar si existe problemas de multicolinealidad se evalúa el factor de inflación de las varianzas (VIF) que se obtiene del diagnóstico de los coeficientes; con lo que se puede establecer que el modelo no presenta problema de multicolinealidad pues se obtiene un valor promedio de 4,46 siendo un valor menor a 5, por lo que las variables independientes no están seriamente relacionadas, además que todas las variables son importantes para explicar el modelo no se omite ninguna.

En relación al modelo econométrico desarrollado, evidencia como el sistema de riego así como el capital, el trabajo y el terreno influyen positivamente en el nivel de producción. Se puede comprobar que existe una relación positiva entre la producción y las variables independientes que figuran como factores de la producción. Por lo que se establece la ecuación como:

$$\text{Inprod\_maiz} = -5,40 + 0,28 \text{ Insist\_riego} + 0,26 \text{ Incapital} + 0,26 \text{ Intrabajo} + 0,53 \text{ Interreno}$$

El modelo explica que al mantenerse constantes los factores de la producción, el nivel de producción disminuye en 5,4% porque no se emplea ninguna unidad adicional de factor productivo para mantener o incrementar la producción. Por otra parte, los coeficientes obtenidos de las variables independientes muestran que si se aumenta el 1% en la cantidad

de metros cúbicos empleados en la producción, esta aumenta en 0,28%; respecto al capital, si se aumenta 1% de dinero invertido en la producción, se espera un incremento en el nivel de producción del 0,26%. Al aumentar el número de horas empleadas en el proceso productivo en 1%, la producción crecerá en 0,26%. Finalmente, si se aumenta la cantidad de espacio disponible o terreno para la producción en 1%, dicha producción crecerá en 0,53%. Se puede evidenciar entonces que, al aumentar los factores de la producción, la cantidad de producto obtenido igualmente aumentará.

A través de los resultados obtenidos del modelo econométrico, se puede establecer la existencia de rendimientos decrecientes, pues al aumentar en un 1% cualquier factor de la producción, el resultado o producto obtenido es menor a este porcentaje en todos los insumos utilizados en la producción, evidenciando la existencia de rendimientos decrecientes.

#### 4.4 Discusión de resultados

De los resultados obtenidos en la investigación se determina que la incidencia del sistema de riego, así como la de los demás factores de la producción, presentan una relación directa con el nivel de producción del maíz, estos resultados coinciden con la investigación de Cajo y Montúfar (2016) en donde, la cantidad de los factores terreno y trabajo inciden positivamente al nivel de producción, para ambos casos las variables son significativas y presenta correlación entre las mismas.

Además, con los datos obtenidos del instrumento aplicado a la investigación se puede realizar una comparación de cada una de las comunidades, estableciendo así que, en cuanto al nivel de producción la comunidad de San Gerónimo es la comunidad que produce en mayor cantidad el maíz, en un promedio de 10 quintales; seguido de San Vicente con 8 quintales. Chingazo Alto, Ela Tuncahuán Miraflores y Santa Rosa producen en promedio 6 quintales, mientras que en Carrera Ambato y San José de Chocón se producen 4 y 3 quintales respectivamente. Las comunidades que cultivan en menor cantidad el maíz son las comunidades de Alacao y Chingazo Bajo, ambas en promedio producen 2 quintales.

En relación al sistema de riego en promedio, la comunidad que más cantidad de metros cúbicos consume es San Vicente, seguido de San Gerónimo con 36,39 m<sup>3</sup> y 35,76 m<sup>3</sup> respectivamente, esto se ve reflejado en el nivel de producción que obtienen ambas comunidades, pues necesitan de mayor cantidad de este factor para obtener mayor proporción de producto, sin embargo, la comunidad San Gerónimo estaría aprovechando de mejor manera el recurso del sistema de riego pues necesita menor cantidad de metros cúbicos para producir más que San Vicente.

En lo referente al capital se observa que en promedio, la comunidad San Gerónimo es la que mayor invierte en maquinaria e insumos, pues se invierte en promedio 196,67 dólares para la producción, obteniendo un promedio de 10 quintales de maíz; en contraparte, la comunidad que menor inversión realiza en capital es Chingazo Bajo, esto se ve reflejado en su producción total, ya que en promedio se cultivan únicamente 2 quintales. Al examinar la cantidad de horas que destinan a la producción agrícola, la comunidad Chingazo Bajo destina menor cantidad de dicho factor, dado que en su mayor parte no se contrata personal adicional para el proceso productivo.

Así mismo, Martínez (2017) y Colque (2017), en sus investigaciones exhiben resultados semejantes, evidenciando que si se presentan cambios en los factores de la



producción, varía el nivel de producción, existiendo una relación positiva entre la variable dependiente y las variables independientes. En contraste con ambos trabajos, se establece que la provisión de insumos como semilla, fertilizantes y fungicidas provocan un efecto positivo en la producción. De igual forma, los resultados en cuanto a la mano de obra concuerdan con Silva (2020), en donde se muestra que la mano de obra no destaca de los demás factores, pues para los casos de estudio, comúnmente no se contrata personal adicional, siendo mano de obra propia o familiar.

Por otro lado, el terreno al igual que los demás factores, presenta una relación directa y es muy representativo para explicar las variaciones en el producto, sin embargo, en la investigación de Balanzategui (2022) se establece que dicho factor no resulta muy relevante, esto debido al tipo de suelo y cultivo existente para ambos casos, ya que como explica Ortigoza et al. (2019), para el cultivo del maíz es ideal un suelo franco arcilloso, existente en la comunidad de estudio, por lo que se aprovecha de mejor manera las propiedades químicas y físicas del suelo.

Se puede resaltar en la presente investigación que en cuanto al terreno disponible, la comunidad de San Vicente a pesar de contar con mayor cantidad de terreno útil para la producción, 5.642 m<sup>2</sup> cuadrados en promedio, no se aprovecha en su totalidad dicho recurso ya que se están produciendo 8 quintales; en comparación con la comunidad San Gerónimo, la cual cuenta con menor extensión de tierras y se cultiva un mayor nivel de producción, siendo esta de 10 quintales.

Se denota además, la existencia de rendimientos decrecientes para el caso de la producción del maíz en la parroquia La Matriz, esto se asemeja con los resultados de Cancino et al. (2021) y Chávez (2021), en donde se evidencia que el nivel de producción crece en una menor proporción a la cantidad que aumenta de los factores de la producción.

## CAPÍTULO V.

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El proceso productivo demanda conocimiento y habilidad para el desarrollo de actividades con la finalidad de generar fuentes de ingreso. De acuerdo con la encuesta desarrollada, se evidencia que en el aspecto social el género femenino se dedica mayormente a la actividad agrícola, representando el 60,07% de los productores; además la mayor parte de los productores se dedican al cultivo del maíz, siendo un 70,86% del total, seguido de productos como la alfalfa y el aguacate. El 57,55% no contrata personal adicional para el proceso productivo; así también, el 48,92% de productores destina la producción a su comercialización en los mercados y el restante para el autoconsumo, resaltando que los productores que predestinan el producto para el consumo propio no producen más de 2 quintales por cosecha.
- El contar con el sistema de riego permite a los productores enfrentar las condiciones climáticas como la sequía, evitando la pérdida de cultivos, resultando un factor importante en la producción del maíz, datos que se corroboran con el coeficiente obtenido en la regresión, pues presenta una relación directa con este factor y la producción. Se puede explicar además que el factor trabajo no es muy decisivo, pues la mano de obra utilizada en la producción es propia, es decir la contratación de personal adicional se da casos fortuitos; del mismo modo, el factor terreno no se aprovecha en su totalidad, en algunos casos se utiliza solo una pequeña parte de la extensión disponible, por lo que se podría explicar los rendimientos decrecientes presentados en la función de producción para esta investigación.
- En el modelo econométrico se establece que las variables: sistema de riego, capital, trabajo y terreno explican el 89,7% de toda la variación de los datos de respuesta en torno a su media en el modelo de regresión lineal. Los resultados obtenidos presentan una relación directa entre los factores y el nivel de producción, dicho producto aumenta en 0,28% al utilizar el sistema de riego; el capital aumenta la producción en 0,26%, el trabajo lo incrementa en 0,26% y el factor terreno en 0,53%. Los rendimientos presentados en la función de producción reflejan que existen rendimientos decrecientes en la producción del maíz, pues al aumentar en un 1%

cualquier factor de la producción utilizado se presenta un crecimiento inferior a este porcentaje.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades responsables de la implementación de programas y políticas específicas para promover e incrementar los niveles de producción, así como empoderar y apoyar a las mujeres en el sector agrícola, dado su papel predominante en la producción agrícola de la parroquia La Matriz cantón Guano. Se propone promover la diversificación de cultivos mediante la formación y el acceso a insumos para un mejor desarrollo agrícola en cultivos como la alfalfa y el aguacate. También se sugiere mejorar los canales de comercialización y promover técnicas agrícolas sostenibles para aumentar la estabilidad económica de los productores y garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades.
- Se insta a las comunidades utilizar de mejor manera y optimizar el sistema de riego como factor de producción. También se sugiere tener en cuenta el factor trabajo, ya que los agricultores suelen utilizar su propia mano de obra, lo que puede afectar a la productividad agrícola. En cuanto al factor terreno, se recomienda que los agricultores optimicen y aprovechen en su totalidad la tierra disponible para la producción de maíz, ya que en algunos casos sólo se utiliza una pequeña parte de la misma, lo que podría explicar la disminución del rendimiento observada en la función de producción en este estudio. Una gestión adecuada de estos factores y el uso correcto del sistema de riego aumentará la eficiencia y la sostenibilidad de la producción de maíz en las comunidades, garantizando así un futuro mejor para la agricultura local.
- A partir de los resultados del modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios, se recomienda mejorar la gestión de los factores de producción en el cultivo de maíz. Ante la presencia de rendimientos decrecientes, se recomienda utilizar adecuadamente los factores de producción, los recursos y las prácticas agrícolas sostenibles. También se debe incorporar programas de formación y asistencia técnica para mejorar la gestión de los agricultores y fomentar la adopción de tecnologías más eficientes y respetuosas con el medio ambiente que promuevan una producción agrícola más sostenible y viable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, F. (2001). La importancia del enfoque del desarrollo económico local. *Artículo publicado en Madoery, Oscar y Vázquez Barquero, 23(7), 176-199.*
- Albuquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina. *Revista de la CEPAL, 2004(82), 157-171.* <https://doi.org/10.18356/5a9b65f3-es>
- Alcocer, E., Ayaviri, D., y Romero, M. (2020). *Sistemas productivos locales en el comercio justo. Un estudio en el área rural del Ecuador.* 46, 103-118. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332020000200005&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332020000200005&script=sci_abstract)
- Alonso, A., Fernández, J., y Gallastegui, I. (2005). Econometría. En *Econometría*. Pearson Educación.
- Andrade, C. (2018). *Evaluación de diferentes tipos de riego en cultivo agrícolas.* Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Arboleda, X., Bermúdez, N., y Camino, S. (2022). Producción y rentabilidad empresarial en el sector agrícola del Ecuador. *Revista de la CEPAL, 137.*
- Armas, F., Posso, M., Puruncajas, W., y Parise, J. M. (2023). Una mirada a la agricultura en el Ecuador con una perspectiva social. *Revista Publicando, 10(38), 14-23.* <https://doi.org/10.51528/rp.vol10.id2374>
- Arzubi, A. (2003). *Análisis de Eficiencia sobre Explotaciones Lecheras de la Argentina.* [Tesis de doctorado]. Universidad de Córdoba.
- Ávila, S. (2017). Desafíos del sector primario y políticas públicas sustentables. *Economía Informa, 402, 29-39.* <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.01.003>
- Balanzategui, M. (2022). *Análisis de los factores del crecimiento económico de la producción de trigo en Tungurahua* [Tesis de Grado]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Banco Mundial. (2021). *En Ecuador, el riego tecnificado equivale a cultivos más sostenibles y mejor alimentación.* World Bank.

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2021/07/14/en-ecuador-el-riego-tecnificado-equivale-a-cultivos-m-s-sostenibles-y-mejor-alimentaci-n>

- Bilginol, K., Denli, H. H., & Şeker, D. Z. (2015). Ordinary Least Squares Regression Method Approach for Site Selection of Automated Teller Machines (ATMs). *Procedia Environmental Sciences*, 26, 66-69. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.05.026>
- Briones, X., Molero, L., y Zamora, O. (2018). La función de producción Cobb-Douglas en el Ecuador. *Tendencias*, 19(2), 45-73. <https://doi.org/10.22267/rtend.181902.97>
- Cajo, H., y Montúfar, L. (2016). *Producción de papa y su incidencia en el desarrollo agrícola en la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Cancino, S., Cancino, G., y Quevedo, E. (2021). Determinación de una función Cobb-Douglas en la producción de durazno en Colombia. *Panorama Económico*, 29(3), 160-171.
- Cañas, J., y Rivera, J. (2022). *Estadística, probabilidad e inferencia* (1.<sup>a</sup> ed.). Red Educativa Digital Descartes.
- Cárdenas, C., Medrano, N., y Ornetá, C. (2017). *Análisis de la función de producción COBB-DOUGLAS y su aplicación en la producción de papa en la provincia de Pachitea-Huanuco 2015* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1217>
- Carpio, L. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14), 25-32. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Carrera, F., Vernaza, L., Quiroz, F., y Solís, K. (2017). Situación de la agricultura familiar y el extractivismo en el Ecuador caso de estudio en las parroquias rurales del cantón Muisne. *Dominio de las ciencias*, 3, 689-713. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.mono1.ago>
- Carreto, J. (2013). Marshall y los sistemas productivos locales. *Economía Informa*, 383, 90-106. [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(13\)71343-4](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(13)71343-4)

- Ceballos, S., y Nopal, G. (2021). Estudio de autopercepción de pequeños productores agrícolas. El caso de Huichapan Hidalgo, México. *Polis (Santiago)*, 20(59). <https://doi.org/10.32735/S0718-6568/2021-N59-1474>
- Chávez, J. (2021). *Análisis empírico de la producción de fréjol arbustivo en la parroquia multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, período 2021* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Chipana, G., Trigo, R., Bosque, H., Jacobsen, S., Mercado, G., Callisaya, I., Contreras, E., y Condori, J. (2014). Los Factores productivos y la educación en la producción de Tarwi en el Altiplano Norte de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 1(1), 42-48.
- Chirivella, V. (2015). *Hipótesis en el modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53302/Hip%F3tesis%20en%20el%20modelo%20de%20regresi%F3n%20lineal%20por%20M%EDnimos%20Cuadrados%20Ordinarios.pdf?sequence=1>
- Colque, J. (2017). *Evaluación económica de la producción de pequeños productores de cebollas en municipios de Achacachi y Acoraimas del departamento de La Paz* [Tesis de Maestría]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Correa, E., Orozco, A., Martínez, A., Silva, G., Tordecilla, L., y Rodríguez, M. (2022). Análisis de un sistema productivo agrícola en el Caribe: Tecnología de producción, patrón de costos e indicadores económicos de la producción de ahuyama. *Revista de Economía del Caribe*, 23, 47-70. <https://doi.org/10.14482/ecoca.23.3033>
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12(Ext), 180-205.
- De la Fuente, A. (2022). *Desarrollo Local, Desarrollo Endógeno y Globalización*. <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/24223/DesarrolloLocalEndogenoGlobalizacion2021.pdf?sequence=1>
- Debertin, D. (2012). *Agricultural production economics*. Macmillan ; Collier Macmillan.

- Gavilanez, F. (2009). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa consultora en gestión agrícola enfocada en postcosecha, en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. [Tesis, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4331>
- Gómez, E. (1964). Funciones de producción en la agricultura. *Revista de Estudios Agrosociales*, 48, 35-130.
- Gómez, E. (1962). Funciones de producción en la agricultura. *Revista de Estudios Agrosociales*, 48, 35-130.
- Gujarati, D., y Porter, D. (2009). *Econometría* (Quinta edición). The McGraw-Hill.
- Iglesias, D. (2005). *Los sistemas productivos como estrategia de desarrollo local ante la globalización*. 5(30), 33-50. <https://www.redalyc.org/pdf/376/37603002.pdf>
- Kuri, A. (2006). Innovación tecnológica y sistemas productivos locales. *Economía Unam*, 3(7), 131-151. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2006.007.257>
- Machuca, F. (2022). *Técnicas de recolección de datos: Guía completa*. 8 técnicas de recolección de datos: descubre un mundo más allá de la encuesta. <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/tecnicas-recoleccion-de-datos/>
- Madrugá, A. (2014). Los sistemas productivos locales en la gestión del desarrollo local en Cuba. *PAÍS: Cuba*, 3(20), 1-12.
- Martínez, J. (2017). *Análisis del programa Procampo en la producción del maíz 2013-2015. El caso del estado de Jalisco* [Tesis de Maestría]. Universidad de Guadalajara.
- Méndez, R. (1994). *Sistemas Productivos Locales y Políticas de Desarrollo Rural*. 94-112.
- Mendoza, M. R., y Valdez, M. (2015). *Labranza mecanizada en la productividad del cultivo de maíz h. Trueno* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/36>
- Molina, M. (2021). La distancia más corta. El método de los mínimos cuadrados. *Revista Electrónica AnestesiaR*, 13(1). <https://doi.org/10.30445/rear.v13i1.895>



- Montana. (2021). Te explicamos cómo es el proceso de cultivo del maíz [Blog]. *Te explicamos cómo es el proceso de cultivo del maíz*.  
<https://www.corpmontana.com/blog/agricultura/proceso-cultivo-maiz/>
- Novales, A. (2010). Análisis de regresión. *Universidad Complutense de Madrid: Madrid, Spain*, 116.  
<https://salazarvirtual.sistemaeducativosalazar.mx/assets/biblioteca/c8abb1a877b8c7b4ca01c42709419b3a-518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf>
- Olivares, B., Hernández, R., Arias, A., Molina, J., y Pereira, Y. (2020). Adaptabilidad eco-territorial del cultivo de tomate para la producción agrícola sostenible en Carabobo, Venezuela. *Idesia (Arica)*, 38(2), 95-102. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200095>
- Ortigoza, J., López, C., y González, J. (2019). *Guía técnica cultivo de maíz* [Guía técnica]. Universidad Nacional de Asunción.
- Parra, M., Inzunza, F., Solano, C., Guadarrama, C., y Zizumbo, D. (1986). El proceso de producción agrícola. *Centro de Botánica , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.*, 13(77), 3-14.
- Paunero, X. (2001). *Sistemas productivos locales en América Latina: ¿fortaleza o nueva mitología?*
- Pereira, L., Valero, J., María, B., y Tarjuelo, J. (2010). El Riego y sus Tecnologías. *Albacete: CREA-UCLM*, 296, 1-296.
- PROAIN. (2021). *El cultivo del maíz: ¿Cuánto y cuándo regarlo?* [Blog]. Proain Tecnología Agrícola. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-cultivo-del-maiz-cuanto-y-cuando-regarlo>
- Quevedo, L. F. (2019). *Aproximación crítica a la teoría económica propuesta por Schumpeter*. 12(20), 55-60. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2521-27372019000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2521-27372019000200006&script=sci_arttext)

- Ramos, M., y Báez, D. (2013). *Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el Cantón Cevallos* [ESPOCH]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2677>
- Rendón, J., y Forero, J. (2014). Sistemas productivos locales: Estrategias empresariales para el desarrollo. *Semestre Económico*, 17(35), 75-94. <http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/933>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). Agricultural Production. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/agricultural-production>
- Rodríguez, J., y Reguant, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13.
- Rodríguez, C., Escamilla, C., Ríos, M., López, M., y López, B. (2020). Competitividad y asimilación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en pequeños productores de agricultura protegida en Guanajuato, México. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-21. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1499](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1499)
- Rodríguez, M. (2021). *Estrategias de recursos productivos y el desarrollo socioeconómico de la Comuna Palmar Cantón Santa Elena 2021*. [licenciado(a) en gestión social y desarrollo]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Ruiz, L. (2019). *Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ): Qué es y cómo se usa en estadística*. <https://psicologiyamente.com/miscelanea/alfa-de-cronbach>
- Serpa, M., y Castillo, O. (2005). Análisis económico del sistema de producción de maíz amarillo en el valle del medio y bajo Sinú, departamento de Córdoba. *Agronomía Colombiana*, 23(2), 334-341.
- Silva, E. (2020). *Análisis empírico de la producción de chochos en la parroquia Tixán, periodo 2019* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Vargas, B. (2014). La Función de producción COBB – DOUGLAS. *FIDES ET RATIO*, 8, 67-74.
- Varian, H. R. (2016). *Microeconomía Intermedia: Un enfoque actual*. Alpha Editorial.

- Westreicher, G. (2020). *Producción agrícola*.  
<https://economipedia.com/definiciones/produccion-agricola.html>
- Wooldridge, J. (2012). *Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno* (Cuarta edición). Paraninfo.
- Xu, J., Gu, B., & Tian, G. (2022). Review of agricultural IoT technology. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 6, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.01.001>
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortiz, R., León, J., Campaña, D., López, V., Asaquibay, C., Nieto, M., Sanmartín, G., Pintado, P., Yáñez, C., y Racines, M. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana* (Manual 22). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Zhang, S., Chen, C., Huang, D.-H., & Hu, L. (2022). Measurement of factor price distortion: A new production function method with time-varying elasticity. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121363. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121363>

## ANEXOS

**Tabla 12**

*Datos de la Regresión*

Source	SS	df	MS	Number of obs = 278		
Model	241.776995	4	60.4442488	F(4, 273) = 595.19		
Residual	27.7242806	273	.101554141	Prob > F = 0.0000		
Total	269.501276	277	.972928793	R-squared = 0.8971		
				Adj R-squared = 0.8956		
				Root MSE = .31868		

Inprod_maiz	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Insist_riego	.2857949	.0883304	3.24	0.001	.1118995 .4596903
Incapital	.2634596	.0698463	3.77	0.000	.1259537 .4009655
Intrabajo	.265671	.0529581	5.02	0.000	.1614128 .3699291
Interreno	.5334019	.047135	11.32	0.000	.4406076 .6261962
_cons	-5.401185	.2444818	-22.09	0.000	-5.882494 -4.919876

**Tabla 13**

*Comparación comunidades, producción y factores productivos*

Comunidad	Mean prod_maiz	Mean sist_riego	Mean capital	Mean Trabajo	Mean terreno	Freq.
Alacao	2.5135135	23.652973	103.60811	5.027027	1856.7568	37
Carrera Ambato	4	27.676	115.66667	4.0666667	2420	15
Chingazo alto	6.6333333	28.186	139.96667	6.15	3440.8333	60
Chingazo bajo	2.7346939	24.563265	100.61224	3.877551	1815.3061	49
Ela T. Miraflores	6.8333333	28.22	133.77778	5.5	3486.1111	36
San Gerónimo	10.3333333	35.768	196.66667	6.9333333	4880	15
San José de Chocón	3.1071429	28.05	137.53571	5.25	1867.8571	28
San Vicente	8.7368421	36.397895	161.42105	7.6315789	5642.1053	19
Santa Rosa	6.8947368	30.707368	138.78947	6.1052632	4026.3158	19
Total	5.2877698	28.05	130.27878	5.4532374	3003.9568	278



### Cuestionario

El presente cuestionario tiene como finalidad el estudio del sistema de riego para la producción agrícola de los pequeños productores de la parroquia La Matriz del Cantón Guano. Los resultados de la misma serán empleadas con discrecionalidad y permitirá elaborar un proyecto de investigación de fin de carrera. Agradezco su atención y colaboración al presente. Complete y marque las respuestas con una "X".

<b>1. Datos generales.</b>							
<b>Edad:</b>	18 a 25	( )	<b>Sexo:</b>	Masculino	( )	Femenino	( )
	26 a 33	( )		<b>Estado civil:</b>	Soltero/a	( )	Viudo/a
	34 a 41	( )	Casado/a		( )	Unión libre	( )
	42 a 49	( )	Divorciado/a		( )		
	50 o más	( )					

**2. ¿Hace uso del sistema de riego?**

Si	
No	

**3. ¿Cuál es su principal producto agrícola?**

Maíz		Limón	
Aguacate		Alfalfa	
Papa			

**4. ¿Dónde comercializa su producción?**

Autoconsumo	
Mercados	
Comerciantes	
Productor - consumidor	

**5. ¿Qué infraestructura dispone?**

Estanques	
Acequias de cemento	
Reservorios de Geomembrana	
Muro de contención	
Ninguna	

**6. ¿Cuántos quintales de maíz obtiene por cosecha?**

--

**7. ¿Cuántas horas diarias de trabajo destina a la actividad de producción agrícola?**

--

**8. ¿Contrata personal adicional para el proceso de la producción?**

Si	
No	

De ser positiva la respuesta, ¿cuántas personas contrata?

--

**9. ¿Cuánta área en metros cuadrados destina o utiliza para la producción de maíz?**

--

**10. ¿Cuántas veces al año realiza la cosecha del maíz?**

--

**11. ¿Cuánto gasta en mano de obra en la producción?**



Mano de obra	Número de veces	Número de personas	Costo unitario	Costo total
Preparación terreno				
Siembra				
Aporque o deshierbe				
Fumigadas				

**12. ¿Cuánto gasta en maquinaria en el proceso de producción?**

Maquinaria	Tipo de maquinaria		Número de veces que utiliza la maquinaria	Costo unitario	Costo total
	Tractor agrícola	Bomba de fumigar			
Preparación terreno					
Siembra					
Aplicación de pesticidas					

**13. ¿Cuánto invierte en insumos agrícolas por mes en dólares?**

Insumos	Insumos al mes		Costo unitario	Costo total
	Cantidad	Unidad		
Semilla				
Fertilizante				
Fungicidas				
Pesticidas				

**14. ¿Cuántas horas y días utiliza el sistema de riego al mes?**

Factor	Horas	Días al mes	Total horas
Sistema de riego			

## Base de datos

Y prod maiz	m <sup>3</sup> sist riego	k capital	Hrs trabajo	m <sup>2</sup> terreno
8	45.9	195	16	1500
4	30.6	126	4	1000
4	24.48	125	8	2500
10	48.96	261	12	9000
2	24.48	100	4	1000
1	18.36	86	2	800
4	40.8	130	8	2000
8	32.64	260	8	8000
4	30.6	135	8	2000
3	24.48	150	2	2000
1	20.4	80	2	1000
4	30.6	120	6	2000
1	20.4	84	2	1000
2	30.6	115	4	1500
3	12.24	120	5	900
2	15.3	82	2	900
1	12.24	84	1	400
2	30.6	110	4	1800
4	32.64	171	6	1000
2	18.36	165	4	1200
2	32.64	149	6	1500
2	32.64	175	5	1200
2	48.96	164	4	1200
1	18.36	82	2	900
1	18.36	85	2	900
4	32.64	209	8	2000
2	32.64	115	6	1300
3	24.48	173	6	1800
2	22.44	113	4	1700
1	15.3	82	2	500
1	16.32	85	2	500
13	45.9	215	14	10000
2	28.56	115	6	1050
1	18.36	86	2	1000
1	20.4	47	2	600
1	16.32	50	1	500
1	20.4	33	1	200
1	22.44	77	2	800
1	22.44	70	2	800
1	20.4	82	2	700
1	24.48	62	1	200
1	24.48	75	2	400
2	28.56	110	4	1000
1	24.48	61	1	400
2	28.56	115	2	1000
1	18.36	53	2	700
1	22.44	50	2	600
2	24.48	52	3	1500
2	24.48	106	3	1500
1	8.16	30	1	300
2	18.36	83	3	1200
2	20.4	100	3	1100
1	18.36	60	2	1000

2	16.32	105	4	2000
1	20.4	62	2	700
1	18.36	64	1	800
2	18.36	95	4	1000
10	42.84	201	12	8000
1	15.3	73	2	1000
2	24.48	116	4	1200
1	20.4	62	2	1000
2	24.48	95	3	1500
2	24.48	105	4	1400
15	51	225	18	10000
5	30.6	150	6	2500
2	20.4	115	4	1200
1	18.36	70	2	900
7	35.7	185	8	3000
3	25.5	126	5	2100
2	24.48	100	3	2000
4	30.6	126	6	3000
4	30.6	125	4	3000
7	32.64	175	8	3500
3	25.5	120	3	1800
4	32.64	140	4	2500
4	32.64	136	6	2800
4	32.64	147	6	2800
10	35.7	225	14	7000
6	24.48	140	5	3500
10	35.7	245	16	7000
32	48.96	425	16	15000
4	16.32	103	14	1500
30	48.96	415	16	10000
15	45.9	299	12	10000
20	40.8	220	8	7000
8	32.64	209	12	7000
5	24.48	71	3	1500
3	12.24	125	2	2000
10	40.8	280	4	5000
1	8.16	88	3	700
1	8.16	15	3	400
1	10.2	50	2	300
20	30.6	265	10	5000
3	16.32	115	8	1300
1	8.16	32	3	500
3	18.36	110	4	1000
1	10.2	57	2	500
4	32.64	167	6	1000
2	20.4	105	4	1200
2	30.6	105	6	1500
2	32.64	105	4	1200
2	30.6	112	4	1200
1	18.36	85	2	900
1	18.36	78	2	850
4	32.64	193	8	2000
2	32.64	98	6	1200
3	24.48	115	6	1800
1	18.36	65	2	600
6	32.64	130	7	3100
2	18.36	64	4	800
20	59.16	219	12	12000



2	22.44	84	3	1000
5	30.6	119	6	2000
8	35.7	125	8	5000
1	18.36	60	1	800
10	40.8	235	9	7500
1	15.3	44	2	500
15	45.9	236	10	5100
2	21.42	90	3	1500
2	20.4	115	3	1800
1	15.3	61	2	500
15	45.9	215	8	7500
1	15.3	67	2	600
2	18.36	80	3	700
12	44.88	205	8	8000
1	15.3	89	2	600
2	20.4	92	3	1000
1	15.3	80	2	500
3	26.52	93	2	1100
3	25.5	80	3	1200
1	18.36	65	2	600
25	61.2	276	14	13000
20	59.16	217	12	12000
10	42.84	175	12	7200
2	20.4	95	2	1200
10	42.84	150	10	7500
7	33.66	120	7	2500
5	30.6	115	8	2500
25	51	212	20	15000
1	16.32	59	2	900
10	38.76	220	8	10000
15	48.96	276	8	5100
6	32.64	102	4	2500
5	30.6	130	4	2500
3	24.48	130	4	1800
3	25.5	118	4	1800
5	28.56	139	6	2500
20	65.28	217	12	15000
5	30.6	122	4	2100
6	22.44	125	3	2000
10	42.84	205	12	8000
5	30.6	146	6	2000
10	42.84	200	12	8000
6	33.66	105	4	3000
10	42.84	201	12	7500
16	53.04	245	12	15000
5	32.64	145	6	2500
30	65.28	420	20	15000
1	20.4	79	2	900
10	36.72	240	8	10000
15	45.9	180	8	5000
6	32.64	110	4	2500
5	36.72	155	6	2600
3	25.5	165	6	1200
3	25.5	146	3	1300
5	27.54	160	5	2500
20	48.96	220	9	15000
5	30.6	115	4	1600
6	24.48	200	4	1500

36	46.92	483	14	10000
5	36.72	132	5	1600
5	30.6	130	6	2500
8	33.66	150	8	3600
1	16.32	64	1	800
10	38.76	216	10	8000
10	38.76	220	9	8000
25	61.2	275	16	10000
20	48.96	215	12	10000
10	38.76	165	8	7500
2	22.44	90	3	1000
7	33.66	195	8	2500
10	38.76	202	10	8000
1	16.32	60	2	600
2	21.42	96	3	1000
1	18.36	55	2	700
1	16.32	64	2	600
3	25.5	105	3	1300
3	24.48	100	2	1300
2	20.4	80	3	1100
10	38.76	155	8	8000
15	48.96	295	12	9500
1	16.32	64	2	600
2	30.6	105	4	1500
2	32.64	117	4	1200
1	15.3	60	2	500
15	48.96	225	10	8500
1	16.32	67	2	500
1	18.36	86	2	600
12	44.88	191	8	8000
1	16.32	70	2	600
2	30.6	105	3	1000
1	16.32	68	2	500
2	27.54	95	3	1000
3	33.66	115	3	1800
1	18.36	72	2	500
3	18.36	110	4	1300
1	12.24	29	6	500
3	24.48	66	8	1000
1	12.24	40.5	6	500
5	20.4	73	6	2000
8	24.48	180	8	5000
2	32.64	105	2	1300
1	16.32	73	3	1000
2	18.36	95	2	3000
4	32.64	135	8	8000
2	24.48	96	4	1000
1	20.4	80	8	1000
4	38.76	220	18	5000
7	40.8	362	15	8000
4	30.6	242	8	2000
3	12.24	115	2	1500
1	24.48	41	2	1000
4	32.64	195	6	2000
1	18.36	66	2	1000
2	20.4	93	4	1500
1	20.4	33	2	700
1	18.36	47	3	800

1	12.24	20	1	400
2	24.48	104	4	1800
2	25.5	92	3	900
1	18.36	46	2	700
4	30.6	125	3	1500
2	24.48	87	4	2000
2	24.48	107	4	1200
1	20.4	52	2	1200
1	18.36	69	2	1000
4	30.6	120	8	2000
3	25.5	137	6	1800
2	20.4	142	8	1600
1	18.36	37	2	500
1	18.36	34	2	500
5	48.96	165	8	2500
4	25.5	115	8	1500
30	48.96	374	16	10000
15	48.96	279	10	10000
20	30.6	216	9	7000
8	28.56	209	10	7000
5	24.48	73	6	1500
3	12.24	102	2	1200
10	30.6	199	8	5000
1	10.2	88	3	700
1	16.32	40	3	400
1	15.3	20	2	300
20	51	218	10	7500
3	20.4	81	6	1300
1	18.36	32	3	500
3	20.4	62	4	1000
1	16.32	38	2	500
1	15.3	60	2	600
6	25.5	140	8	3500
9	30.6	190	5	7500
1	18.36	70	2	600
20	58.14	215	14	10000
4	32.64	126	4	1000
1	16.32	75	2	500
2	27.54	84	3	1000
3	33.66	110	3	1800
1	18.36	70	2	500
3	25.5	120	3	1300
5	27.54	169	5	2500
20	48.96	210	9	15000
5	30.6	170	4	1600
6	24.48	203	4	1500
3	25.5	115	3	1300
3	24.48	110	2	1300
2	20.4	75	3	1100
5	28.56	140	6	2500
20	65.28	218	12	15000