



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ECONOMISTA

TÍTULO

ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRÉJOL ARBUSTIVO EN LA
PARROQUIA MULTITUD, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO,
PERÍODO 2021.

AUTOR

JULIO ABEL CHAVEZ GAVILANEZ

TUTOR

PhD. DIEGO PINILLA

RIOBAMBA-ECUADOR

2021

INFORME DEL TUTOR




Yo, Diego Enrique Pinilla Rodríguez, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación titulado **“ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRÉJOL ARBUSTIVO EN LA PARROQUIA MULTITUD CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PERÍODO 2021”**, y luego de haber revisado el desarrollo de la investigación elaborada por el Sr. Julio Abel Chavez Gavilanez, con C.I. 060567984-4, tengo a bien informar que el trabajo cumple con los requisitos exigidos para ser expuesto al público, posterior a la debida evaluación del Tribunal designado por la Comisión de Titulación.



.....
PhD. Diego Enrique Pinilla Rodríguez
Tutor
C.I. 1756455810

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN

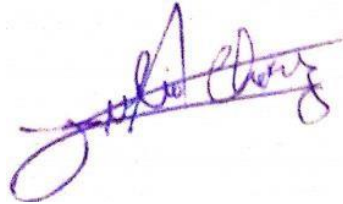
Los abajo firmantes, miembros del tribunal de revisión de la investigación titulada “ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRÉJOL ARBUSTIVO EN LA PARROQUIA MULTITUD, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PERÍODO 2021”, presentado por el Sr. Julio Abel Chavez Gavilanez y dirigida por el PhD. Diego Enrique Pinilla Rodríguez; habiendo revisado el proyecto de investigación con fines de graduación en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, procedemos a la calificación de la investigación. Para constancia de lo expuesto, firman:

	Nota	Firma
PhD. Diego Pinilla Tutor	10	
Econ. Mauricio Zurita Miembro 1	9	
Econ. Gabriela González Miembro 2	10	

Nota: 9,67

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Julio Abel Chavez Gavilanez con C.C. 060567984-4, declaro ser responsable directo de las ideas y resultados evidentes en el presente trabajo de investigación, los derechos de auditoria pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Julio Abel Chavez Gavilanez

Autor

C.I. 060567984-4

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a Dios por la salud, vida e inteligencia otorgada.

A mi abuelita fallecida Zoila López, a mis padres, hermanos y tías queridas por su amor y apoyo en todos estos años. Gracias a ustedes se ha logrado llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres Marco Chavez y Rosario Gavilanez, hermanos y toda mi familia por su apoyo incondicional. También, agradezco a mi tutor PhD. Diego Pinilla por las enseñanzas impartidas dentro y fuera de las aulas, aportaciones que han hecho posible la culminación el presente trabajo de investigación. Asimismo, agradezco a todos mis docentes que han transmitido lo mejor de si mismo para contribuir a mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

INFORME DEL TUTOR.....	
CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN.....	
DERECHOS DE AUTOR.....	
AGRADECIMIENTO.....	
ÍNDICE GENERAL.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCIÓN	12
Capítulo I. Marco Teórico.....	16
Capítulo II. Metodología.....	25
Capítulo III. Resultados y discusión	30
3.1 Proceso productivo del cultivo de fréjol arbustivo	30
3.2 Cuantificar los insumos requeridos.....	31
3.3 Participación de los factores de producción.....	32
Conclusiones y recomendaciones	39
Referencias.....	41
Anexos	47
Anexo A: Formato de la encuesta.....	47
Anexo B: Resultados de las encuestas a los productores de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud..	49
Anexo C: Base de datos	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Trabajos empíricos de productos agrícolas mediante la aplicación de la función Cobb Douglas.	22
Tabla 2. Segmentación de la muestra.	27
Tabla 3. Criterios de evaluación de la función Cobb Douglas.....	29
Tabla 4. Proceso productivo del cultivo de fréjol arbustivo en la parroquia Multitud.	30
Tabla 5. Cuantificación de los insumos requeridos en promedio para la producción de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud.	31
Tabla 6. Porcentaje promedio de participación del número de jornales en el proceso productivo	31
Tabla 7. Porcentaje de participación de los insumos con respecto al gasto total de la producción promedio de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud.....	32
Tabla 8. Estimación de los coeficientes de la función de producción Cobb Douglas del cultivo de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, período 2021.....	33
Tabla 9. Supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)	34
Tabla 10. Cálculo de las productividades marginales de los factores de producción.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las isocuantas	19
Figura 2. Ubicación de la parroquia Multitud.	25

RESUMEN

Se pretende estimar la participación de los factores productivos en el proceso de producción de fréjol arbustivo, de los agricultores de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, y el tipo de rendimientos a escala que esta presenta, para el año 2021. Se aplican 62 cuestionarios a los productores de fréjol arbustivo. Con la información colectada se estimó una función de producción tipo Cobb Douglas, en la cual, se evalúa el tipo de rendimientos a escala y la participación de los factores de producción: jornales, semilla, fungicidas, insecticidas, herbicidas, en la cantidad cosechada. Los resultados muestran que la participación de los factores semilla, número de jornales y gasto en herbicidas en la cantidad cosechada es de 0,3053; 0,4072 y 0.2711 respectivamente. Es decir, por cada vez que aumenta en 1% uno de los factores la producción variará positivamente en 0,31%; 0,41%; 0,27% bajo la condición de ceteris paribus. El gasto en insecticidas y fungicidas no fueron significativos. De igual manera, la producción presenta rendimientos decrecientes a escala. Se concluye que la producción es intensiva en la cantidad de semillas y presenta rendimientos decrecientes a escala, es decir, que cuando el uso de los factores se incrementa de manera simultánea, la producción crecerá, pero en menor proporción al incremento de los factores.

Palabras clave: Cobb Douglas, elasticidad, fréjol arbustivo, función de producción, rendimientos a escala.

ABSTRACT

It is intended to estimate the participation of the productive factors in the bush bean production process by the farmers of the Multitud parish, Alausí canton, Chimborazo province, and the type of scale returns that it presents for the year 2021. 62 questionnaires were applied to bush bean producers. With the information collected, a Cobb Douglas-type production function was estimated, in which the type of returns to scale and the participation of production factors are evaluated: wages, seeds, fungicides, insecticides, herbicides, in the amount harvested. The results show that the participation of the seed factors, number of wages and expenditure on herbicides in the amount harvested is 0.3053; 0.4072 and 0.2711 respectively. In other words, for each time in which one of the factors increases by 1%, production will vary positively by 0.31%; 0.41%; 0.27% under the condition of *ceteris paribus*. Spending on insecticides and fungicides were not significant. In the same way, production shows scale diminishing returns. It is concluded that production is intensive in the quantity of seeds and presents scale decreasing returns, that is, when the use of factors increases simultaneously, production will grow, but in less proportion to the increase of factors.

Keyword: Cobb Douglas, elasticity, bush bean, production function, scale returns



Escuela Internacionalista para
WASHINGTON
GEOVANNY ARMAS
PESANTEZ

Reviewed by:

Mgs. Geovanny Armas Pesántez

PROFESSOR OF ENGLISH

C.C. 0602773301

INTRODUCCIÓN

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) también conocido a nivel local como fréjol, es una leguminosa perteneciente al género *Phaseolus*. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO- (2018), se cree que apareció entre los 5.000 y 2.000 a. C. El cultivo de fréjol desempeña un papel importante en la alimentación humana, ya que suministra una gran cantidad de proteínas, carbohidratos, vitaminas y elementos esenciales a los hogares tanto urbanos como rurales (Margaret *et al.*, 2014). Por otra parte, como manifiesta Arias *et al.*, (2007), el frijol aparte de ser una fuente de vitaminas y carbohidratos es una de las fuentes más importantes de ingresos de las poblaciones rurales.

De este modo, el fréjol es una de las leguminosas más sembradas en el mundo debido a los beneficios que brinda desde el punto de vista nutricional y también económico para las familias rurales que se dedican a esta actividad. En el Ecuador, el fréjol es muy cultivado y consumido; ya sea este seco o tierno (Garcés *et al.*, 2015). De acuerdo con el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), la producción promedio de fréjol seco en el Ecuador durante los años 2015-2019 fue de 13.754 toneladas (SIPA, 2019). Durante el período mencionado, las exportaciones son mayores que las importaciones. Es así como las primeras alcanzan un valor promedio en dólares de USD 6.228.620,50 y un peso promedio de 5.598,5 tm (toneladas). Con respecto a las importaciones, estas alcanzan un valor promedio anual de USD 454.301,00 y un peso promedio anual de 474,8 tm. En la provincia de Chimborazo la producción promedio alcanzó 1.169 tm en el período 2015-2020.

La producción de esta leguminosa se realiza en algunas provincias del Ecuador, incluyendo la provincia de Chimborazo, especialmente en zonas cercanas a la parroquia Huigra y el cantón Pallatanga. Entre estas, la parroquia Multitud es una zona dedicada principalmente a actividades agrícolas, en especial a la producción de fréjol, lo que ocupa a una proporción importante de su población económicamente activa (Plan de ordenamiento territorial de la Parroquia Multitud - PDOT, 2019). La superficie total de la parroquia Multitud que se destina a la producción agrícola es de 779 ha (hectáreas) de las cuales, se utiliza aproximadamente el 41,28% para la producción de fréjol, es decir, se cultivan 322 ha, distribuidas de la siguiente manera: Estación de Multitud 21,2

ha; Centro Poblado 250 ha; Multitud Grande 50,4 ha; con un rendimiento promedio de 0,72 tm/ha (PDOT, 2019).

La parroquia Multitud está conformada en su totalidad por 17 asentamientos humanos o también denominadas comunidades, de las cuales, para el caso de estudio se considera el Centro Poblado, Multitud Grande y Estación de Multitud, ya que se ubican en un mismo punto geográfico. Según agricultores de la localidad, los asentamientos humanos antes mencionados presentan características similares en sus prácticas agrícolas.

En la parroquia antes mencionada se cultivan algunas variedades de fréjol entre las que se destaca las variedades arbustivas y los de guía grande. Este último se caracteriza por requerir practicas adicionales como el de colgar a través se hilos a unas cuerdas de alambre para su mayor desarrollo y por ende alcanzar una mayor producción. Sin embargo, para el caso de estudio se considera las variedades de fréjol arbustivo de: calima, blanco, negro con guía, rojo del valle por ser los más cultivados. Estos se caracterizan por ser de mata pequeña, pudiendo ser estos de guía y sin guía (Peralta *et al.*, 2014). Se entiende por guía a la parte del tallo y ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo.

Es importante recordar que el desarrollo de la planta de fréjol está compuesto por dos fases: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa inicia cuando la semilla dispone de las condiciones favorables para germinar y acaba cuando aparecen los primeros botones florales, y la fase reproductiva inicia en la floración y termina cuando la planta ha alcanzado la madurez fisiológica (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - CENTA, 2018). Asimismo, el cultivo de fréjol presenta diversas etapas durante el proceso productivo, las cuales se componen de la siguiente manera: preparación del suelo, siembra, labores culturales y cosecha (Peralta *et al.*, 2014; FAO, 2018).

En la etapa de preparación del suelo, se desarrollan todas las actividades con las cuales se garantiza las condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo de fréjol. Sin embargo, esto puede variar entre los agricultores debido a condiciones topográficas, ingresos, cantidad de terreno destinado a la producción, entre otros. En terrenos irregulares no es posible la utilización de maquinaria

agrícola, de igual manera, los ingresos de los agricultores desempeñan un papel muy importante en la preparación del suelo, los agricultores con menos recursos difícilmente pueden acceder a estos mecanismos de preparación del suelo (Rosas, 2003; Escoto, 2004; CENTA, 2008; Aldana, 2010).

En la etapa de la siembra puede realizarse de dos maneras: posterior a la preparación del suelo o por labranza cero, es decir, la siembra se realiza de manera directa, esta se realiza a una distancia de 60-80 cm y una densidad de 8-20 semillas/m. Acto seguido, se tiene las labores culturales en las cuales se desarrollan todas aquellas actividades de control; ya sea estas de malezas, enfermedades y plagas. Finalmente, cuando el cultivo ha alcanzado la madurez fisiológica, se procede a la cosecha, la cual, difiere entre los agricultores, en algunos casos utilizan trilladoras, otros mediante el uso de caballos y aporreo con una rama de madera (Almeida & Pedrosa-Harrand, 2011; FAO, 2018; CENTA, 2018).

Ahora bien, la producción en la parroquia Multitud se realiza de manera empírica, es decir, tradicional, por lo que los productores desconocen el impacto de los insumos en la cantidad cosechada al igual que el tipo de rendimientos de la producción. De igual manera, manejan un sistema semi-tecnificado, no poseen capacitaciones sobre técnicas de producción agrícola, por lo que aplican recetas agrícolas tradicionales recomendadas por los centros agroquímicos (PDOT, 2019). Otro de los problemas a los que frecuentemente enfrentan los agricultores, es la inestabilidad de precios en el mercado, problemas de carácter natural y fitosanitarios, refiriéndose los primeros a las sequías y heladas y la segunda a las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de fréjol.

Estas circunstancias impulsan a una indagación más científica del proceso de producción en mención. Sin duda es un ejercicio importante la estimación de la función de producción para el cultivo de fréjol arbustivo, y determinar de este modo, la participación de los factores productivos en la cantidad cosechada y el tipo de rendimientos a escala. Por lo cual, tiene un valor práctico importante un ejercicio empírico que aporte descripción y estimación de la función de producción aplicada al área de la agricultura, especialmente al de la producción de fréjol, y permita llenar el

vacío en el conocimiento de la participación y relación de los factores con respecto al volumen de producción de fréjol arbustivo.

Para el efecto, y adoptando una forma de producción tipo Cobb Douglas, se determina la participación de los factores productivos y el tipo de rendimientos a escala. De tal forma, el estudio está enfocado en estimar la participación de los factores productivos en el proceso de producción de fréjol arbustivo de los agricultores de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, y el tipo de rendimientos a escala que esta presenta. Se parte de describir el proceso productivo del cultivo de fréjol arbustivo que se presenta en la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo; se cuantifican los insumos requeridos y se analizan las labores culturales y el uso de los factores de producción del cultivo de fréjol arbustivo.

Capítulo I. Marco Teórico

La teoría microeconómica de la producción analiza las decisiones de producción desde el punto de vista de la oferta. Para ello, se examina la tecnología de producción, los costos de los factores y la elección de estos (Pindyck & Rubinfeld, 2009). La tecnología de producción describe la transformación de los factores productivos (capital, trabajo y materias primas) en productos. Para el análisis de los costos, se analiza el precio de los factores de producción utilizados, los cuales buscan minimizarse para obtener mayor competitividad en el mercado. Por último, en la elección de los factores, dada su tecnología y los precios de estos, la empresa ha de decidir la cantidad de factores a utilizarse de acuerdo con el entorno económico en el que esta se desempeñe (Loría & Parkin, 2010).

La tecnología de la producción puede expresarse a través de una función de producción la cual define la relación entre los factores productivos y la producción. También indica el nivel máximo de producción que puede obtenerse con cada combinación específica de factores. Autores como Duplan (1971), Pindyck & Rubinfeld (2009), Mugabo *et al.* (2014) consideran que una función de producción es una relación técnica entre factores y producto, la cual puede expresarse de la siguiente manera:

$$q = f(k, L) \quad (1)$$

Donde:

q = Nivel de producción de la empresa.

k = Unidades de capital pudiendo ser estas maquinarias y equipos.

L = Unidades de trabajo empeladas para llevar a cabo el proceso productivo.

Según Rosales *et al.*, (2004), Debertin (2012) entre las funciones de producción más utilizadas en el área de la agricultura está la función cuadrática, cúbica, raíz cuadrada, Cobb Douglas, Leontief, CES, trascendental y translogarítmica.

La función de producción Cobb Douglas permite relacionar la cantidad producida y el uso de los factores de producción. Su importancia radica en la búsqueda de las relaciones de causa y efecto

de los factores productivos en la producción. Es decir, la determinación de las elasticidades parciales y tipo de rendimientos a escala (Zellner *et al.*, 1966; Yver & Carbo, 1967; Rosales *et al.*, 2004; Felipe & Adams, 2005; Yuan, 2011; Biddle, 2012; Cheng & Han, 2014). Asimismo, Briones *et al.*, (2018) consideran que dicha función permite estimar la elasticidad del producto con respecto a los factores capital y trabajo, los cuales, se asume, se desarrollan en un mercado de competencia perfecta. Al final se obtienen las productividades marginales de cada factor, es decir, sus contribuciones al producto. Pese a las falencias y críticas como la falta de realismo que se le han atribuido (Labini, 1995), el modelo posee características matemáticas atractivas mencionadas anteriormente. Las funciones de producción Cobb Douglas se siguen aplicando tanto a nivel agregado como a nivel microeconómico. En su formulación estándar sería:

$$q = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad 0 < \alpha, \beta < 1 \quad A > 0 \quad (2)$$

Donde:

q = Nivel de producción.

A = Progreso tecnológico.

K = Capital empleado en la producción.

L = Trabajo empleado en la producción.

α, β = Participaciones del capital y trabajo en la producción.

La función de producción Cobb Douglas parte de del supuesto de: la constante correspondiente al progreso tecnológico (A) y los parámetros α, β son constantes. De acuerdo a varios estudios revisados como los de (Mugabo *et al.*, 2014; Cruz, 2018; Gujarati & Porter, 2010), la función de producción debe ser lineal en sus coeficientes, para lo cual debe expresarse en términos de logaritmos en ambos lados de la ecuación. De acuerdo con Gujarati & Porter (2010), cuando una función del tipo Cobb Douglas es expresada en términos de logaritmos, el valor de sus coeficientes antes conocidos como pendientes parciales en el modelo lineal, se convierten en elasticidades parciales, con lo cual, permite conocer la participación de los factores en la producción en términos relativos.

El valor de los coeficientes de acuerdo con la literatura económica ha de estar entre cero y uno. Asimismo, el progreso tecnológico (A) tendrá que ser mayor que cero, el cual representa la productividad total de los factores que es una variable no directamente observable, ya que representa un estado no cuantificable formado por factores como los conocimientos empresariales y el nivel de aplicación de la tecnología (Ayaviri & Feraudi, 2018).

En lo referente a las propiedades fundamentales de la función Cobb Douglas, los rendimientos son constantes a escala y la productividad marginal de los factores es positiva pero decreciente. Aneani *et al.* (2011) y Yuan (2011) afirman que, el tipo de rendimientos a escala hace referencia a la variación de la producción ante la variación simultánea de todos los factores de producción, la cual puede obtenerse mediante la suma de los coeficientes o elasticidades parciales como se muestra en la ecuación 3.

$$RTS = \sum_1^n b_i \quad (3)$$

Donde:

RTS = Rendimientos a escala.

b_i = Coeficientes de la estimación.

n = Número de regresión.

Sí, $RTS = 1$; Presenta rendimientos constantes a escala.

Sí, $RTS > 1$; Presenta rendimientos crecientes a escala.

Sí, $RTS < 1$; Presenta rendimientos decrecientes a escala.

Los rendimientos constantes a escala hacen referencia a la variación que experimenta la producción ante la variación de los factores en la misma proporción. Es decir, si los factores se incrementan en el doble, la producción crecerá en la misma proporción del incremento de los factores. Pero si, la producción crece en una proporción superior a la del incremento de los factores, esta presentará rendimientos crecientes a escala. Por el contrario, si la producción crece en menor proporción al incremento de los factores, esta presentará rendimientos decrecientes a escala (Bellod, 2011; Bapari y Joy, 2017; Chisasa y Makina, 2013).

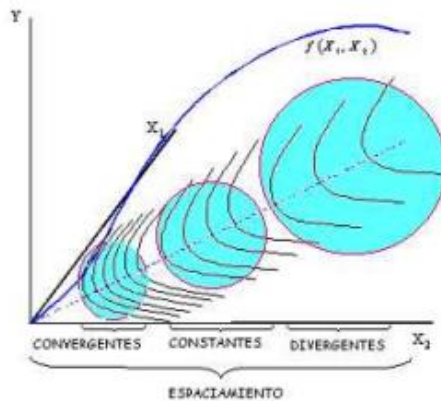
Por otra parte, la productividad marginal de los factores explica la variación de la cantidad producida a causa de la variación de uno de los factores manteniendo las demás constantes. La productividad es positiva pero decreciente, la cual se obtiene mediante la primera derivada parcial para averiguar si los aportes del factor son positivos, se aplica la segunda derivada parcial para averiguar si la productividad del factor es decreciente (Jiménez, 2016).

$$PMgXi = \frac{\partial y}{\partial xi} > 0 \quad (4)$$

$$PMgxi = \frac{\partial^2 y}{\partial^2 xi} < 0 \quad (5)$$

Cuando los factores de la producción se pueden modificar libremente, se habla de largo plazo, en la cual, aparecen las curvas isocuantas las cuales describen todas las combinaciones posibles de factores capaces de generar el mismo nivel de producción. Como afirma Rosales *et al.* (2004) la productividad marginal de la producción y la escala de la producción están relacionadas con el espaciamiento de las isocuantas, las cuales se clasifican de la siguiente manera: si $(\beta_1 + \beta_n) > 1$ las isocuantas convergen. Si $(\beta_1 + \beta_n) = 1$ las isocuantas están igualmente espaciadas y si $(\beta_1 + \beta_2) < 1$ las isocuantas divergen. Asimismo, cuando la productividad marginal es creciente las isocuantas convergen, cuando la productividad marginal es decreciente las isocuantas divergen, y cuando la productividad marginal es estable las isocuantas se mantienen constantes.

Figura 1. Clasificación de las isocuantas



Fuente: elaborado por (Rosales et al., 2004)

Por otro lado, la función de producción presenta tres etapas dependiendo de la ubicación de sus curvas, es decir, etapa I, etapa II, etapa III. En la etapa I, el producto total aumenta a un ritmo creciente, el producto marginal aumenta hasta alcanzar un máximo y luego empieza a caer. En esta misma etapa el producto medio alcanza un pico y luego se iguala a la curva de producto marginal. La etapa II, inicia cuando se igualan las curvas de producto marginal y producto medio, esta se extiende hasta que la curva de producto marginal es cero y el producto total alcanza su máximo nivel de producción. A partir de este punto empieza la etapa III, siendo así que la etapa I y III son irracionales. Por lo tanto, se podría decir, con base a la curva de producto total que, en la etapa I ($RTS > 1$) y las isocuantas convergen. En la etapa II ($RTS = 1$) y las isocuantas son constantes, finalmente, en la etapa III ($RTS < 1$) y las isocuantas divergen (Akighir & Shabu, 2011).

Sin duda, el estudio de los factores de producción es de gran utilidad, puesto que, permite conocer los aportes y relación con la producción. La mano de obra es uno de los factores relevantes dentro de la función de producción Cobb Douglas. Mediante la revisión de estudios empíricos para productos agrícolas como los de Gahatraj & Subedi (2019), encuentran que la producción es intensiva en mano de obra con un aporte de 0,72 en el rendimiento de la producción. Esto se debe a la poca tecnificación como, por ejemplo, el no uso de semillas certificadas, por lo tanto, se traduce mayor utilización de mano de obra en la producción de guisantes de jardín.

Asimismo, Cortázar & Montaña (2011), encontraron que la mano de obra no fue el factor más importante, pero si, uno de los principales. Pudiendo deberse a la cantidad de tierra limitada destinada a cada ejidatario (productor), por lo tanto, al incrementar el trabajo en una unidad, se produce un incremento moderado en la producción, a consecuencia de la ley de rendimientos decrecientes. Por otro lado, se encontró evidencias, en la cual, el factor trabajo no era significativo en el modelo y la relación fue inversa, debido a que, se invierte demasiado tiempo en el proceso de producción a causa de limitaciones de oportunidades de actividades generadoras de ingresos, por lo que, recomiendan disminuir la mano de obra y hacer uso intensivo del capital (Mugabo *et al.*, 2014).

Por lo tanto, con base en lo mencionado anteriormente, se podría decir que el factor trabajo tiene un papel relevante dentro de la producción agrícola. De acuerdo con la literatura microeconómica

en la cual manifiesta que, para aumentar el nivel de producción únicamente se deberá incrementar el uso de los factores (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Es decir, se espera una relación positiva. Sin embargo, esta relación dependerá de la intensidad del uso del factor, ya que un exceso en el uso del trabajo muestra la poca tecnificación y también la no alteración de los demás factores como el capital y la tierra, lo que dará lugar a la ley de los rendimientos decrecientes. Por otra parte, la no significación del factor también puede darse debido al poco uso del mismo, ya que se ha sustituido en gran parte por tecnología.

El capital es otro factor fundamental dentro del estudio de las funciones de producción. Este puede desagregarse en subgrupos de acuerdo con el área de aplicación (Pindyck & Rubinfeld, 2009). En algunos trabajos como los de Cortázar & Montaña (2011), la cantidad de semilla es considerada como capital, el cual, a través de un ejercicio empírico para la producción de algodón en México encontraron una relación positiva con la producción, y una elasticidad de 0,94. Es decir, por cada 1 % que varíe el capital, la producción de algodón variará en el mismo sentido en 0.94%.

Asimismo, Nurhussen *et al.*, (2015) señala que el factor semilla mejorada presenta una elasticidad de 0.48 muy superior a los demás factores tierra y fertilizantes 0,13 y 0,01 respectivamente, esto se debe a los aportes beneficiosos que brinda una semilla de calidad al proceso productivo. Por otra parte (Akighir & Shabu) en un estudio para la producción de arroz en Nigeria, encuentran que la participación del factor semilla no fue significativo y presenta una participación 0.07 debido a las dificultades que tienen los agricultores para la adquisición de este factor.

También, los insumos agrícolas como: insecticidas, fungicidas y herbicidas son considerados parte del capital. En el estudio realizado por Mugabo *et al.* (2014), encontraron una relación positiva entre el gasto en insumos agrícolas y la cantidad cosechada con una elasticidad de 0,44. Asimismo, Aneani *et al.* (2011), encontraron una relación positiva entre la cantidad de insecticidas y fungicidas con una elasticidad de 0,270 y 0,090 respectivamente. Por otra parte, Shaikh *et al.* (2016), encontraron evidencias, en la cual, muestra una relación inversa entre el costo de los insumos y la producción agrícola con una elasticidad de -0,042 debido a que los productores son de escasos recursos, por lo que les resulta difícil adquirir insumos agrícolas.

Por lo tanto, con base en lo mencionado, se podría decir que, los insumos agrícolas cuando se miden en unidades físicas y monetarias es posible suponer a priori una relación positiva ya que un aumento en los factores podría contribuir al aumento de la producción según la teoría microeconómica menciona anteriormente. Sin embargo, una relación inversa también es posible. Cuando se analizan en unidades físicas la relación inversa podría darse debido al exceso de uso de insumos agrícolas, los mismos provocan daños a los cultivos (Qiao & Huang, 2021). Asimismo, ante la medición en términos monetarios, el alza de los precios de los insumos agrícolas podría afectar su uso, especialmente de los agricultores de escasos recursos. Por otra parte, la no significación de los insumos agrícolas podría deberse a la poca participación en el proceso productivo y a un mayor uso de otros factores, por ejemplo, la mano de obra para actividades de control de malezas.

Por lo tanto, con base en la literatura revisada de la función de producción Cobb Douglas se establece a priori una relación positiva entre los factores: trabajo, semilla, gastos e insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas y fungicidas) y la producción.

Otro de los objetivos de la función Cobb Douglas es la determinación del tipo de rendimientos a escala. Anido *et al.*, (1996); Mugabo *et al.*, (2014); Shaikh *et al.*, (2016), encontraron que las sumas de los coeficientes eran iguales o cercanos a la unidad dando como resultado rendimientos constantes a escala. Asimismo, Cortázar & Montaña (2011); Gahatraj & Subedi (2019); Aneani *et al.*, (2011); Akighir & Shabu (2011); Danso-Abbeam *et al.*, (2012), encontraron evidencias en la cual, las sumas de las elasticidades parciales fueron mayores a la unidad, es decir, existen rendimientos crecientes a escala. Por lo que estos últimos, se encontraban en la etapa I de la curva de producto total, por lo que, la producción se encuentra en el tramo creciente. Las diferencias entre los tipos de rendimientos a escala que presenta la producción pueden deberse a la intensidad del uso de los factores y la mejora tecnológica (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Tabla 1. Trabajos empíricos de productos agrícolas mediante la aplicación de la función Cobb Douglas.

Autor	Objetivos	Variables	Resultados	
			Elasticidades parciales	Economías a escala
(Anido et al., 1996)	Construir una función de producción para el	<ul style="list-style-type: none"> Producción de maíz en (+kg) Superficie dedicada a la producción de maíz en (+ha) 	<ul style="list-style-type: none"> Superficie dedicada a la producción de maíz (+0,526) 	RTS=1,11 (Rendimientos constantes a escala)

	maíz con un modelo lineal y uno de tipo Cobb Douglas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de jornales (+8 horas/día) • Cantidad de nitrógeno (+kg/ha) • Cantidad de fosforo (+kg/ha) • Cantidad de potasio (+kg/ha) • Gastos de mecanización (+Bolívares/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de jornales (+0,252) • Gastos de mecanización (+0,329) 	
(Cortázar & Montaña, 2011)	Elaborar una función de producción de algodón para el Valle de Juárez	<ul style="list-style-type: none"> • Producción total de algodón • Capital (+Semilla) • Trabajo (+Número de trabajadores) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capital (+0,9467) • Trabajo (+0,4012) 	RTS= 1,347 (Rendimientos crecientes a escala)
(Mugabo <i>et al.</i> , 2014)	Idear formas de mejorar la productividad y la eficiencia de la producción de soja	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de soja cosechada (Kg) • Superficie de tierra cultivada (+ha) • Trabajo Familiar y contratado (+horas) • Gastos en insumos intermedios (fertilizantes, plaguicidas y semillas) en francos ruandeses 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de tierra cultivada (+0,46) • Gastos en insumos intermedios (+0,44) 	RTS= 0,98 (Rendimientos a constantes a escala)
(Gahatraj & Subedi, 2019)	Determinar la rentabilidad, investigar si los factores de producción se están utilizando de manera económica en el distrito de Dhankuta, Nepal	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento bruto (+NRs/ha) • Costo de semilla (+NRs/ha) • Costo de estiércol orgánico (+NRs/ha) • Costo del fertilizante (+NRs/ha) • Costo del pesticida (+NRs/ha) • Costo de mano de obra (+NRs/ha) (en rupias nepalesas por ha)	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de semilla (+0,31) • Costo de mano de obra (+0,72) 	RTS= 1,04 (Rendimientos crecientes a escala)
(Aneani <i>et al.</i> , 2011)	Analizar la eficiencia económica de la utilización de los recursos de la producción de cacao de los agricultores de Ghana	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de Cacao(kg) • Tamaño del hogar (+número de miembros) • Tamaño de la finca(+ha) • Cantidad de insecticida (+litros) • Cantidad de fungicidas (+bolsitas) • Cantidad de fertilizantes (+bolsas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño del hogar (+0,261) • Tamaño de la finca (+0,514) • Cantidad de insecticida (+0,279) • Cantidad de fungicidas (+0,090) • Cantidad de fertilizantes (+0,325) 	RTS= 1,463 (Rendimientos crecientes a escala)
(Akighir & Shabu, 2011)	Determinar la productividad y la eficiencia del uso de los recursos en el cultivo de arroz en Kwande Local, Estado de Benue, Nigeria	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de arroz (sacos) • Tierra (+ha) • Fertilizantes (+sacos) • Herbicidas (+litros) • Semillas (+sacos) • Trabajo (+hombres/día) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra (+0,768) • Fertilizantes (+0,131) • Herbicidas (+0,051) • Semillas (+0,074) • Trabajo (+0,28) 	RTS= 1,3 (Rendimientos crecientes a escala)
(Danso-Abbeam <i>et al.</i> , 2012)	Estimar el nivel de eficiencia técnica de la producción y los factores que influyen en la eficiencia en la	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de cacao em grano (kg) • Tierra (+ha) • Mano de obra (+días hombre) • Edad media del cacao (+/-) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra (+1,4296) • Mano de obra (+0,1724) • Edad media del cacao (-0,9343) • Manejo de la finca (+0,0748) 	RTS= 1,26 (Rendimientos crecientes a escala)

	producción de Ghana.	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la finca (+frecuencia de poda y deshierba por año) • Frecuencia de aplicación de insecticidas (+aplicaciones por año) • Frecuencia de aplicación de fungicidas (+aplicaciones por año) • Intensidad de aplicación de los insecticidas (+cantidad/ha) • Intensidad de aplicación de los fungicidas (+cantidad/ha) • Intensidad de aplicación de los fertilizantes (+cantidad/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de aplicación de insecticidas (+0,2252) • Frecuencia de aplicación de fungicidas (+0,0077) • Intensidad de aplicación de los insecticidas (+0,2451) • Intensidad de aplicación de los fungicidas (+0,0158) • Intensidad de aplicación de los fertilizantes (+0,0266) 	
(Shaikh <i>et al.</i> , 2016)	Identificar los determinantes de la productividad del arroz en el distrito de Jaffarabad de Baluchistán, Pakistan	<ul style="list-style-type: none"> • Producción agrícola (+) • Trabajo (+) • Capital (+) • Educación de los agricultores (+) • Costo de los insumos (-) • Experiencia de los agricultores (-) • Disponibilidad de créditos (-) • Tamaño de la granja (+) • Edad de los agricultores (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo (+0,312) • Capital (+0,531) • Educación de los agricultores (+0,065) • Costo de los insumos (-0,042) • Experiencia de los agricultores (-0,020) • Disponibilidad de créditos (-0,142) • Tamaño de la granja (+0,041) • Edad de los agricultores (+0,013) 	TRS=L (0,410) +K (0,59) = 1 (Rendimientos constantes a escala)

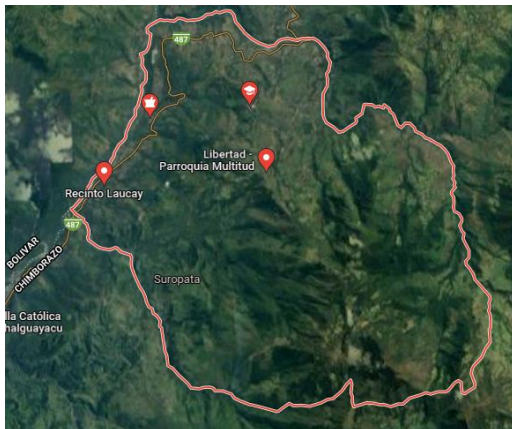
Fuente: elaboración propia

Capítulo II. Metodología

La presente investigación se lleva a cabo en los tres asentamientos humanos: Multitud Grande, Centro Poblado y Estación de Multitud pertenecientes a la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, ubicada al occidente de la cabecera cantonal, la cabecera parroquial está a 42 km de distancia respectiva y a lado de la carretera panamericana. Por otra parte, el levantamiento de información se obtuvo en el mes de septiembre, posterior a la cosecha de julio y agosto del año 2021, con lo cual se obtiene información reciente.

De igual manera, para dar cumplimiento al desarrollo de la investigación, se aplica un cuestionario con preguntas relacionadas a los factores de producción y la cantidad cosechada. Las principales dificultades que presenta la investigación, es la obtención de los datos debido a que los agricultores no disponen del tiempo suficiente para la obtención de información, ya que se encuentran frecuentemente en sus actividades agrícolas en las parcelas. También, la forma de medir las distintas variables para la función de producción, como es el caso de los insumos agrícolas, según la literatura revisada esta puede ser medida en términos monetarios y físicos.

Figura 2. Ubicación de la parroquia Multitud.



Fuente: Google maps

Población y muestra

Según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Multitud (PDOT) en el Centro Poblado, Estación de Multitud y Multitud Grande, la población total es de 526 personas, de los cuales 268 pertenecen a la población económicamente activa (PEA), de estas, aproximadamente 170 están dedicadas a la agricultura. El número de familias existentes es de 116, de las cuales, el 63% están dedicadas a actividades agropecuarias (PDOT, 2019). Para la presente investigación, se considera al número de familias; ya que la producción se realiza a nivel familiar y no a nivel de individuos. Por lo tanto, la población a considerarse para el presente estudio es el 63% del número de familias dedicadas a las actividades agropecuarias, es decir 73 familias.

Muestra

La fórmula usada para el cálculo de la muestra es la de una población finita como se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \overline{pq} N}{Z_{\alpha/2}^2 \overline{pq} + e^2(N - 1)} \quad (6)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población: 73 familias

p = Probabilidad de éxito: 0,50

q = Probabilidad de fracaso: 0,50

e = Error muestral aceptable: 0,05

α = Nivel de significancia: 0,05

Z = Distribución normal estándar: $Z \frac{\alpha}{2} = Z \frac{0,05}{2} = Z_{0,025}$ ubicando en la tabla Z el valor crítico de

$Z_{0,025} = 1,96$

Con 95% de nivel de confianza

Por lo tanto, se determina que, para la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, se necesita 61,5 redondeando 62 cuestionarios.

Tabla 2. Segmentación de la muestra.

Asentamientos Humanos	Número familias	de	Porcentaje de familias (63%) *	Participación	Muestra **
Centro Poblado	50		32	0,42	26
Estación de Multitud	30		19	0,26	16
Multitud Grande	36		23	0,32	20
Total	116		73	1	62

Nota: * Porcentaje de las familias dedicadas a la agricultura. **muestra (62) x participación
Fuente: elaboración propia con base en el PDOT de la Parroquia Multitud.

Instrumento

Para la validación del instrumento se realizó una prueba piloto a 20 productores de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, y se estimó el alfa de Cronbach, con un resultado de 0,850, con lo cual se determina que el cuestionario es confiable. Las preguntas se elaboraron a partir de la literatura revisada, en especial aquella que aplican una función de producción Cobb Douglas a productos agrícolas. También se tuvo en cuenta la disponibilidad de información por parte de los productores de fréjol de la parroquia Multitud. A partir de esto, se pudo corroborar y modificar algunas preguntas inicialmente planteadas como es el caso del factor tierra, donde los productores manifiestan que, es imposible conocer con exactitud la extensión de tierra dedicada a la producción de fréjol y más bien utilizan a la cantidad de semilla sembrada como una variable de medición de la cantidad sembrada de fréjol.

Modelo

Siguiendo a Mugabo *et al.*, (2014), Cruz (2018), Gujarati & Porter (2010), López *et al.*, (2017), Ganie *et al.*, (2014), Katungi *et al.*, (2019), Khayer *et al.*, (2011), se plantea la siguiente función de producción del tipo Cobb Douglas para el cultivo de fréjol de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.

$$Y_i = AX_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_n^{\beta_n} e^{\mu_i} \quad (7)$$

Para estimar la función de producción tipo Cobb Douglas a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es necesario linealizarlo, con lo cual queda expresado en términos de logaritmos como se muestra en la ecuación 8. Asimismo, en la ecuación 9, el logaritmo natural de la tecnología ($\ln A$), se representa como la constante de la ecuación representado por β_0 .

$$\ln Y_i = \ln A + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \mu_i \quad (8)$$

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \mu_i \quad (9)$$

Donde:

$\ln Y_i$ = logaritmo natural de la cantidad de fréjol cosechado en quintales

$\ln X_1$ = Número de jornales familiar y contratado destinado a la producción de fréjol (8 horas/jornal)
no se toma en cuenta la preparación del suelo ni la trilla

$\ln X_2$ = logaritmo natural de la cantidad de semilla destinada a la producción de fréjol en (quintales)

$\ln X_3$ = logaritmo natural de los gastos en fungicidas en (USD)

$\ln X_4$ = logaritmo natural de los gastos en insecticidas en (USD)

$\ln X_5$ = logaritmo natural de los gastos en herbicidas en (USD)

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ = Coeficientes de la estimación

β_0 = Constante tecnológica

μ_i = Término de perturbación estocástica en el periodo i

La cantidad de fréjol cosechado representa la cosecha que obtienen los agricultores expresados en quintales (100 libras). El número de jornales representa la mano de obra que se destina a la producción, pudiendo ser esta familiar o contratada, cada jornal representa ocho horas de trabajo realizados en un día. El trabajo o jornales destinados a la producción de fréjol arbustivo se considera únicamente el trabajo realizado desde la siembra, más no se toma en cuenta la preparación del suelo. Esto se debe a la variabilidad de técnicas de cultivo de cada productor. Algunos productores realizan una preparación previa del suelo, mientras que otros realizan siembra directa, es decir, labranza cero. De igual manera, para la cosecha no se toma en cuenta la trilla, ya que ésta varía entre productores, en algunos casos se realiza mediante trilladoras mecánicas y en otros utilizan técnicas como las de aporreo con una rama de madera.

El factor semilla se expresa en quintales, según algunos productores, esta es una forma de medición de la cantidad de producción, la tierra no se considera en este caso de estudio ya que los productores desconocen sus dimensiones. Por otra parte, los gastos en insumos agrícolas (herbicidas, fungicidas e insecticidas) expresados en dólares americanos, representan las inversiones que realizan los productores, para obtener un adecuado nivel de cosecha.

Tabla 3. Criterios de evaluación de la función Cobb Douglas

Indicador	Formulas
Elasticidades parciales	b_i
Rendimientos a escala	$\sum_1^n b_i$ *
Productividad marginal	$PMgXi \frac{\partial y}{\partial xi} > 0$ ** $PMgxi = \frac{\partial^2 y}{\partial^2 xi} < 0$

Nota: * <1 rendimientos decrecientes a escala, $=1$ rendimientos constantes, >1 rendimientos crecientes a escala; **primera derivada parcial >0 Pmgxi es positiva, segunda derivada parcial <0 Pmgxi decreciente.

Las elasticidades parciales muestran la participación de los factores en la cantidad cosechada de fréjol arbustivo. Asimismo, representa la variación que experimenta la variable dependiente ante cambios en uno de los factores manteniendo las demás constantes. Para la obtención de estos, se toma el valor del coeficiente de la regresión como se muestra en la tabla 3.

Para la determinación del tipo de rendimientos a escala de la producción de fréjol arbustivo, se obtiene de la suma de los coeficientes de la regresión, en la cual, se evalúa el tipo de rendimientos a escala, pudiendo ser estos: constantes, decreciente y crecientes. Finalmente, para el cumplimiento de uno de los supuestos de la función Cobb Douglas, se analiza la productividad marginal de los factores, por lo que, deberá ser positiva pero decreciente mediante de la primera y segunda derivada parcial de la función de producción.

Capítulo III. Resultados y discusión

3.1 Proceso productivo del cultivo de fréjol arbustivo

El proceso productivo del cultivo de fréjol en la parroquia Multitud, se realiza de manera semi-tecnificada, obedece a prácticas tradicionales y a recetas recomendadas por vendedores de locales de insumos agrícolas. Durante el proceso productivo, se puede identificar las siguientes etapas por las cuales atraviesa la producción, como se describe a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Proceso productivo del cultivo de fréjol arbustivo en la parroquia Multitud.

Labores pre-culturales	Para la realización de las labores pre-culturales del cultivo de fréjol arbustivo en la parroquia Multitud, se hace uso de herbicidas y machetes para eliminar la maleza. Para remover la tierra, se utiliza yuntas o tractores. Sin embargo, algunos agricultores que no disponen de recursos económicos o por la irregularidad del terreno, sólo hacen uso de herbicidas para controlar la maleza y posterior a ello siembran, mediante la técnica de labranza cero, es decir, que la siembra se realiza de manera directa sin preparación previa.
Siembra	La siembra se realiza en el mes de abril en la época lluviosa. La distancia aproximada a la que se efectúa la siembra es de 40-50 cm entre plantas y unos 60-75 cm entre surcos, en el caso del fréjol arbustivo con guía, y el fréjol arbustivo sin guía a una distancia menor entre surco, llegando a unos 50 cm aproximadamente. La siembra se realiza mediante el uso de un bastón de madera llamado localmente (espeque).
Labores culturales	Las labores culturales que se pueden identificar en la parroquia antes mencionada son los controles fitosanitarios y de malezas. En la actualidad se ha perdido casi en su totalidad las prácticas ancestrales del rascadillo o aporque como forma de control de malezas. Se ha implementado sistemas semi-tecnificados del control de las mismas, haciendo uso de insumos agrícolas como herbicidas, insecticidas fungicidas. Los fungicidas e insecticidas difieren considerablemente en el uso por parte de los productores, en algunos casos utilizan estos insumos en cantidades muy bajas ya que la producción no lo requiere. Sin embargo, cuando la época lluviosa se prolonga y los productores disponen de liquidez, se adquieren fungicidas para controlar la proliferación de hongos y bacterias y así evitar la pudrición de la planta.
Cosecha	La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado la madurez fisiológica, generalmente se realiza entre los meses de julio y agosto. La mayor parte de la cosecha es destinada a la venta y una pequeña parte para el consumo familiar.

Fuente: elaboración propia en base en PDOT parroquial de Multitud

3.2 Cuantificar los insumos requeridos

Entre los insumos requeridos para la producción de fréjol arbustivo, se puede mencionar a la semilla, número de jornales y el gasto en insumos agrícolas: como los insecticidas, fungicidas y herbicidas, por lo que se establece a forma de razón como se muestra en a continuación:

Tabla 5. Cuantificación de los insumos requeridos en promedio para la producción de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud.

Variables	Valor Promedio*	Unidad de medida	Razón**
Jornales	37,15	Número de jornales/quintal de cosecha	0,61
Semilla	2,39	Cantidad de semilla en quintales/quintal de cosecha	0,04
Fungicidas	34,27	Gasto en dólares/quintal de cosecha	0,56
Insecticidas	38,62	Gasto en dólares/quintal de cosecha	0,63
Herbicidas	63,03	Gasto en dólares/quintal de cosecha	1,03
Cantidad cosechada	60,95		

Nota: *Valor promedio de parroquia Multitud del uso de los factores y cantidad cosecha; **factor/cantidad cosechada
Fuente: elaboración propia

La tabla de cuantificación muestra la razón factor-cantidad cosechada, es decir, cuanto del factor se requiere para producir 1 quintal de fréjol arbustivo. Para el factor jornales se observa que se requiere 0,61 jornales para producir 1 quintal de fréjol arbustivo. De igual manera, en el factor semilla se observa que se requiere aproximadamente 0,04 quintales para producir 1 quintal de fréjol. Asimismo, para los gastos en fungicidas e insecticidas se tiene una razón de 0,56 y 0,63 respectivamente. Finalmente, para el gasto en herbicidas, se requiere 1,03 dólares para producir 1 quintal de fréjol. Por otra parte, se observa que la producción promedio de la parroquia Multitud es alrededor de 60,95 quintales. En la cual, se utiliza en promedio 37 jornales en total; 2,39 quintales de siembra; USD 34,27 en fungicidas; USD 39,62 en insecticidas; USD 63,03 en herbicidas.

Tabla 6. Porcentaje promedio de participación del número de jornales en el proceso productivo

Proceso Productivo	Promedio*	Porcentaje de participación
Siembra	15.06	40.56%
Labores culturales	7.452	20.06%
Cosecha	14.63	39.38%
Total, número promedio de jornales*	37.15	100%

Nota: *Valor promedio de jornales totales de parroquia Multitud para la producción de fréjol arbustivo.
Fuente: elaboración propia

En la tabla correspondiente al número de trabajo promedio en el proceso productivo, se observa que, es en la siembra donde se utilizan una mayor cantidad de jornales, seguido de la cosecha. Las labores culturales ocupan muy poca mano de obra, debido a la utilización de maquinaria agrícola, como son las bombas de fumigar ya sean estas manuales o a motor.

Por otra parte, se analizan los gastos en los distintos insumos agrícolas con respecto al gasto total de los insumos agrícolas.

Tabla 7. Porcentaje de participación de los insumos con respecto al gasto total de la producción promedio de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud

Insumos	Promedio en USD	Porcentaje de participación
Herbicidas	63	46.37%
Insecticidas	39	28.41%
Fungicidas	34	25.22%
Gasto total en insumos	135.93	100%

Fuente: elaboración propia

Se observa que el gasto en herbicidas es el más representativo con un 46% y un gasto promedio de 63 dólares, seguido del gasto en insecticidas y fungicidas con un 29% y 25% respectivamente. Los agricultores de la parroquia Multitud utilizan en mayor cantidad los herbicidas debido a que este insumo ha sustituido casi en su totalidad a las actividades de controles de malezas aplicada antes de la siembra y de la cosecha.

3.3 Participación de los factores de producción.

Para la obtención de las elasticidades de los factores en producción respecto de la cantidad cosechada, se estima la función de producción de tipo Cobb Douglas linealizada expresada en términos de logaritmos como se muestra a continuación:

Tabla 8. Estimación de los coeficientes de la función de producción Cobb Douglas del cultivo de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, período 2021.

Variable dependiente	
<i>LnY_i</i> (Cantidad cosechada de fréjol)	
Variables independientes	Coefficientes
<i>LnX₁</i> (jornales)	0,3053 (2,0600)**
<i>LnX₂</i> (semilla)	0,4072 (2,4445)**
<i>LnX₅</i> (herbicidas)	0,2711 (2,9365)***
Constante	1,5109 (2,8920)***
N (Observaciones)	62
R2 ajustado	73,78%
F- Statistic	(54,4152)***
DW	2,1313

Notas: “t” entre paréntesis *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,10

Fuente: elaboración propia

La tabla de coeficientes presenta información relevante en cuanto a los factores productivos y la cantidad de fréjol arbustivo cosechado, indicando que el modelo a nivel global es significativo al 1%. De igual manera, se observa que las variables: jornales, semilla y herbicidas expresadas en términos de logaritmos, son significativos al 5% y 1% respectivamente. Además, presentan una relación positiva entre los factores y la cantidad cosechada. De igual manera, el R2 presenta un valor de 0,737 lo que indica que las variables exógenas explican en un 73,78% a la variable endógena.

Por otra parte, en la tabla de supuestos, se muestra los requerimientos básicos que debe cumplir una estimación por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para que esta sea confiable. Para ello, se plantea el supuesto de homocedasticidad, independencia y normalidad. La primera se refiere a que los residuos presentan con comportamiento homogéneo en las varianzas de los residuos, la segunda explica que los residuos de la estimación son independientes, es decir, que no dependen del residuo anterior sino más bien a una distribución aleatoria. Por último, el supuesto de normalidad, el cual se refiere a que todos los residuos se distribuyen o se ajustan a una curva de distribución normal (Gujarati & Porter, 2010).

Tabla 9. Supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

Supuesto	Prueba	Hipótesis	Resultado
Homocedasticidad	White	H0: Residuos= Homocedasticidad H1: Residuos≠ Homocedasticidad	(5,0964)***
Independencia	Breusch-Godfrey Serial Correlation LM	H0: Residuos= Independencia H1: Residuos≠ Independencia	(0,3555)***
Normalidad	Jarque-Bera	H0: Residuos= Normalidad H1: Residuos≠ Normalidad	(5,3650)**

Nota: “Obs*R-Squared” entre paréntesis * p >0,01; ** p > 0,05; *** p > 0,10

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla de supuestos, la homocedasticidad de los residuos de la regresión presenta un p-valor mayor al 5% y 10% por lo que, existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, es decir, los residuos se distribuyen de manera homogénea. En lo referente al supuesto de independencia o no autocorrelación, se observa que el p-valor está por arriba del 5% y 10% por lo que no se rechaza la hipótesis nula demostrando que efectivamente la muestra se ha recogido de manera adecuada, ya que no existe presencia de autocorrelación entre los residuos. Finalmente, para el supuesto de normalidad, se evalúa a través de la prueba de Jarque-Bera, en la cual, se observa que este presenta un p-valor superior al 5% por lo que, la hipótesis nula no se rechaza, demostrando de esta manera que los residuos de la regresión se comportan o se ajustan a una curva de distribución normal.

Por otra parte, se tiene la regresión de la función de producción de tipo Cobb Douglas expresada en términos de logaritmos, donde se observa que, la cantidad cosechada depende de la semilla, jornales y herbicidas. Las variables fungicidas e insecticidas al parecer no aportan mucha información por lo que resultan no significativas.

$$\ln \hat{Y}_i = 1,5109 + 0,3053(x_1) + 0,4072(x_2) + 0,2711(x_5) + e_i \quad (10)$$

$$\ln \text{cosecha} = 1,5109 + 0,3053(\text{Jornales}) + 0,4072(\text{Semilla}) + 0,2711(\text{Herbicidas}) + e_i \quad (11)$$

Por lo tanto, a partir de la regresión, se muestra las elasticidades de los factores de la producción con respecto a la cantidad cosechada de fréjol arbustivo. En la cual, la elasticidad del número de trabajadores (X1) es de 0,3053, es decir, por cada 1% que varíe el número de jornales ya sea este familiar o contratado, la cantidad cosechada de fréjol variará en el mismo sentido en 0,31%. Para el

factor semilla (X2) se tiene una elasticidad de 0,4072 siendo así que, por cada 1% que varíe el número de quintales de semilla cultivada, la cantidad cosechada de fréjol en quintales variarán en el mismo sentido en 0,41%. Finalmente, para el gasto de herbicidas (X5), la elasticidad obtenida es de 0,2711 es decir que, por cada 1% que varíe el gasto en herbicidas, la cantidad cosechada variará en el mismo sentido en un 0,27%.

Rendimientos a escala

Los rendimientos a escala que presenta la función de producción del cultivo de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, se obtiene mediante la suma de los coeficientes o elasticidades parciales como se muestra a continuación:

$$\sum_1^n b_i \quad (12)$$

$$\sum_1^n (\beta_1 + \beta_2 + \beta_5)$$

$$\sum_1^n (0,3053 + 0,4072 + 0,2711) = 0,9836$$

Por lo tanto, se observa que la suma de las elasticidades parciales de la función de producción da como resultado un valor de 0,98. Comprobando de esa manera, que la producción presenta rendimientos decrecientes a escala ya que la suma de los coeficientes es menor a la unidad. Es decir, cuando los factores de la producción se incrementan de manera simultánea, la cantidad cosechada crecerá, pero en menor proporción. Por lo tanto, se puede decir que, los rendimientos de la producción se encuentran entre el óptimo y lo irracional de la producción, ya que se encuentra entre la etapa II, III.

Para establecer la función de producción Cobb Douglas, a la constante, se le aplica el antilogaritmo de Euler (2,7182). Y la participación de los demás factores, se establecen de manera directa en forma de exponente, obteniendo de esta manera la función de producción de tipo Cobb Douglas para la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo como se muestra a continuación:

$$Y_i = 4,5308X_1^{0,3053}X_2^{0,4072}X_5^{0,2711} \quad (13)$$

Por lo tanto, se puede observar en la ecuación 13 que el factor más influyente es la semilla. Es decir, la producción de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, es intensiva en semilla, seguida del número de jornales familiar o contratado para la producción de fréjol.

Productividad marginal

Para evaluar la productividad marginal de los factores, se aplica dos metodologías. En primer caso, se aplica la primera derivada parcial de la función de producción, con lo cual se podrá conocer si esta presenta una productividad marginal positiva. En el segundo caso, la productividad marginal de los factores se obtiene, a partir de la elasticidad parcial mediante una transformación matemática con los valores promedios de la producción y los factores, Asimismo, para averiguar si la productividad marginal de los factores es positiva pero decreciente, se aplica la segunda derivada parcial. como se muestra en la tabla 10.

$$PMgXi \frac{\partial Y}{\partial xi} > 0 \quad (14)$$

$$Y = 4,5308X_1^{0,3053}X_2^{0,4072}X_5^{0,2711}$$

$$PMgX1 \frac{\partial Y}{\partial X1} = 1,3833X_1^{-0,6947}X_2^{0,4072}X_5^{0,2711}$$

$$PMgX1 \frac{\partial Y}{\partial X1} = 1,3833 \frac{X_2^{0,4072}X_5^{0,2711}}{X_1^{0,6947}}$$

$$PMgX2 \frac{\partial Y}{\partial X2} = 1,8449X_1^{0,3053}X_2^{-0,5928}X_5^{0,2711}$$

$$PMgX2 \frac{\partial Y}{\partial X2} = 1,8449 \frac{X_1^{0,3053}X_5^{0,2711}}{X_2^{0,5928}}$$

$$PMgX5 \frac{\partial Y}{\partial x5} = 1,2283X_1^{0,3053}X_2^{0,4072}X_5^{-0,7282}$$

$$PMgX5 \frac{\partial Y}{\partial X5} = 1,2283 \frac{X_1^{0,3053} X_2^{0,4072}}{X_5^{0,7282}}$$

$$PMgx = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 xi} < 0 \quad (15)$$

$$PMgx1 = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x1} = -0,9610 X_1^{-1,6947} X_2^{0,4072} X_5^{0,2711}$$

$$PMgx1 \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x1} = -0,9610 \frac{X_2^{0,4072} X_5^{0,2711}}{X_1^{1,6947}}$$

$$PMgx2 = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x2} = -1,0937 X_1^{0,3053} X_2^{-1,5928} X_5^{0,2711}$$

$$PMgx2 \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x2} = -1,0937 \frac{X_1^{0,3053} X_5^{0,2711}}{X_2^{1,5928}}$$

$$PMgx5 = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x5} = -0,8944 X_1^{0,3053} X_2^{0,4072} X_5^{-1,7282}$$

$$PMgx5 \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 x5} = -0,8944 \frac{X_1^{0,3053} X_2^{0,4072}}{X_5^{1,7282}}$$

Tabla 10. Cálculo de las productividades marginales de los factores de producción.

Variabes	Promedio *	Unidad de medida	Coefficientes β_i	Productividad Marginal **
Número de jornales (X1)	37,15	Jornales/quintales de cosecha	0,3053	0,5009
Cantidad de Semilla (X2)	2,39	quintales/quintales de cosecha	0,4072	10,3845
Gasto en herbicidas (X5)	63,00	USD /quintales de cosecha	0,2711	0,2622
Cantidad Cosechada (Y)**	60,95			

Nota: *Promedio del factor para la parroquia Multitud ** $PMgxi = \beta_i * \left(\frac{Y}{xi}\right)$ o $PMgXi = \frac{\partial Y}{\partial xi}$

Fuente: elaboración propia

Se observa en la ecuación 14 y la tabla 10 que, al efectuar la primera derivada parcial a la función de producción tipo Cobb Douglas y remplazar con los valores promedios de la producción y de los factores, se obtiene que la productividad marginal del factor es positiva, con lo cual se determina

que efectivamente los factores de producción antes mencionados, presentan una productividad marginal positiva. El factor semilla presenta una mayor productividad marginal, es decir que, la siembra de un quintal adicional producirá aproximadamente 10 quintales. Por otra parte, para determinar si los aportes de los factores de producción son decrecientes, se aplica la segunda derivada parcial, en la cual, se observa que la productividad de los factores es menor que cero, con lo que se evidencia que estos son decrecientes. Es decir, que los factores de producción que resultaron significativos para la función de producción Cobb Douglas al parecer presentan una productividad marginal positiva pero decreciente bajo el supuesto de *ceteris paribus*. De los resultados antes expuestos, se destaca como el factor semilla presenta una mayor participación o elasticidad en la producción de fréjol arbustivo, por lo que se considera que es intensiva en semilla.

Cortázar & Montaña (2011) encontraron resultados similares, en la cual, la producción de algodón en el Valle de Juárez (México), es intensiva en semilla, con una elasticidad 0,90. Es decir, por cada 1% que varíe la semilla, la producción variará en el mismo sentido en 0,90%. Esto se explica por las características del terreno óptimas desde el punto de vista de nutrientes y las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo del cultivo de algodón. De igual manera, estudios como los de Akighir & Shabu (2011), Gahatraj & Subedi (2019) demuestran que, la cantidad de semilla no siempre es intensiva debido a las condiciones en las que se desarrolla la producción, por ejemplo, el uso de la tierra y la intensidad del uso de los insumos agrícolas. Es decir, la producción obedece también al desarrollo de las labores culturales. Por lo que indican que sería necesario la utilización de semillas certificadas.

El factor jornales es el segundo más importante en la producción de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud, con una participación de 0,31 debido a que los agricultores sustituyen gran parte de las labores culturales como: la deshierba o rascadillo con herbicidas químicos, también hacen uso de herramientas agrícolas como bombas de fumigar manuales o a motor. Asimismo, Cortázar & Montaña (2011), encontraron resultados en los que el factor trabajo era el segundo más importante, esto se debe a la limitación de la tierra de los ejidatarios, ya que al agregarle factor trabajo adicional manteniendo las demás constantes generaba un efecto decreciente en la producción.

Por otra parte, en estudios como los de Mugabo *et al.*, (2014); Aneani *et al.*, (2011) mostraron que el aporte de los insumos agrícolas es significativo debido a que, un mayor uso de los mismo en el

proceso productivo puede garantizar una buena producción. Sin embargo, para el caso de estudio, los insumos agrícolas utilizados en la producción de fréjol arbustivo mostraron ser no significativos a excepción del gasto en herbicidas. Este último, es significativo ya que los productores han sustituido en gran parte las actividades tradicionales de control de malezas por herbicidas químicos para el control de las mismas. Y el gasto en fungicidas e insecticidas no fueron significativos debido a que, los productores utilizan en pocas cantidades estos insumos y en otros casos ni utilizan.

Los resultados del tipo de rendimientos a escala muestran que es decreciente. Y que los productores de fréjol de la parroquia Multitud operan entre la etapa óptima y la irracional, ya que la suma de las elasticidades parciales da como resultado 0,98. Esta tendencia a los rendimientos a escala decrecientes, se debe a la baja participación de los insumos agrícolas fungicidas e insecticidas en la producción, ya que estos influyen de manera significativa en las labores culturales y por ende en la producción. Asimismo, se ha encontrado estudios del tipo de rendimientos a escala menor a la unidad como es el caso de Mugabo *et al*, (2014) para la producción de soja en la cual, su elasticidad global fue de 0,98, sin embargo, concluyen que, al ser un valor cercano a la unidad la producción se considera que presenta rendimientos constantes a escala.

Conclusiones y recomendaciones

Los factores jornales, semilla y herbicidas por unidad cosechada son 0,61; 0,04; 1,03 respectivamente. Es decir, que para producir 1 quintal se necesita un poco más de medio jornal, 4 libras de semilla y se gastará alrededor de 1,03 dólares en herbicidas. Por otra parte, el promedio de producción en la parroquia Multitud es de 60,95 quintales por temporada (abril-julio), y un uso promedio de los factores de 37 jornales, 2 quintales y 39 libras de semilla y un gasto en herbicidas de 63,03 dólares.

De igual manera, se puede decir que las labores culturales que más demandan el uso de la mano de obra son la siembra y la cosecha con un 41% y 39% respectivamente. Asimismo, el gasto en

herbicidas representa el 47% de los gastos en insumos agrícolas seguido de los insecticidas con un 28% y los fungicidas en un 25%.

Se concluye que la producción del fréjol arbustivo en la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, período 2021 presenta rendimientos decrecientes a escala. Los factores que se mostraron significativos fue el número de jornales tanto familiar y contratado con una participación de 0,3053; la cantidad de semilla sembrada con 0,4072 y el gasto en herbicidas con una participación de 0,2711. Por lo tanto, la producción de fréjol arbustivo en la parroquia antes mencionada es intensiva en semilla, es decir, que por cada 1% que varíe la semilla, la cantidad cosechada variará en el mismo sentido en 0,41%.

En la parroquia Multitud los productores deberían utilizar más el factor semilla ya que esto provocará un aumento del 0,407% en la cantidad cosechada por cada 1% que varíe la cantidad de semilla. Sin embargo, la producción presenta rendimientos decrecientes a escala, para lo cual, deberán mejorar la calidad semilla bajo estrictos estándares de germinación, de igual manera un mayor control fitosanitario y así mejorar el rendimiento de la producción.

También, se recomienda a las instituciones públicas encargadas del área de la agricultura, realizar programas y proyectos en beneficio de la parroquia Multitud y sus comunidades que los conforman. Estos deberían centrarse en: capacitaciones, dotación de maquinaria agrícola y una gestión adecuada de sus ventas, en la cual, los productores puedan eliminar los intermediarios y vender directamente su producción a los consumidores finales a un mejor precio.

De igual manera, se recomienda que, para estudios posteriores sobre la temática en cuestión, se profundice el análisis desde el punto de vista de costos de los factores, la cual permita determinar el óptimo económico, y que las variables insumos agrícolas sean analizadas también como unidades físicas. Para la variable semilla de fréjol arbustivo, se deberá definirse con mayor exactitud, ya que estas difieren en su tamaño, lo cual genera leves sesgos en la estimación de la función de producción y a consecuencia de ello la falta de normalidad a causa de datos atípicos.

Referencias

1. Aldana, F. (2010). *Manual de Producción Comercial y de Semilla de Frijol (Phaseolus vulgaris L.). Proyecto Establecimiento del Mecanismo de Difusión tecnológica Agrícola, y su Aplicación para Mejorar las Condiciones de Vida de los pequeños Agricultores Indígenas y no Indígenas–PROETTAPA. MAGA–ICTA–JICA.*
2. Almeida, C. & Pedrosa-Harand, A. (2011). Contrasting rDNA Evolution in Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L.) and Common Bean (*P. vulgaris* L., Fabaceae). *Cytogenetic and Genome Research*, 132(3), 212-217.
3. Akighir, D. T. & Shabu, T. (2011). Efficiency of Resource use in Rice Farming Enterprise in Kwande Local Government Area of Benue State, Nigeria. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(3), 215-220.
4. Arias, J., Rengifo, T. & Jaramillo, M. (2007). *Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/a-a1359s.pdf>
5. Aneani, F., Anchirinah, V. M., Asamoah, M. & Owusu-Ansah, F. (2011). Analysis of Economic Efficiency in Cocoa Production in Ghana. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(1).
6. Anido, J. D., Quintero Rizzuto, L., Díaz, Z. M., Grisolia, A., Febres Cordero, M. A. & González, Y. D. C. (1996). *Análisis Empírico de la Producción de Maíz en el Estado Barinas, Venezuela*. [Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes]. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/13173>
7. Ayaviri, V. & Feraudi, P. (2018). La Función de Producción Cobb Douglas y su Aplicación en la Economía Boliviana. *INNOVA Research Journal*, 3(4), 70-82.

8. Bellod, J. (2011). La Función de Producción Cobb–Douglas y la Economía Española. *Revista de Economía Crítica*, (12), 9-38.
9. Biddle, J. (2012). Retrospectives: The Introduction of the Cobb-Douglas Regression. *Journal of Economic Perspectives*, 26(2), 223-236.
10. Bapari, Y. & Joy, A. (2017). Estimation of Rice Production Function in Rajbari District, Bangladesh: An Econometric Analysis. *Asian Journal of Humanity, Art and Literature*, 4(2), 117-130.
11. Banco Central del Ecuador. (2019). Reporte de Coyuntura del Sector Agropecuario N° 92 – III t -2019 enero 2020. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201903.pdf>
12. Briones, X., Molero, L. & Calderón, O. (2018). La función de producción Cobb-Douglas en el Ecuador. *Tendencias*, 19(2), 45-73.
13. Chisasa, J. & Makina, D. (2013). Bank Credit and Agricultural Output in South Africa: A Cobb-Douglas Empirical Analysis. *International Business & Economics Research Journal*, 12(4), 387-398.
14. Cheng, M. L. & Han, Y. (2014). A Modified Cobb–Douglas Production Function Model and Its Application. *IMA Journal of Management Mathematics*, 25(3), 353-365.
15. CENTA. (2008). *Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol*. Programa de Granos Básicos. 23p.
16. CENTA. (2018). *Guía Técnica de Frijol*. Programa de Granos Básicos. 37p.

17. Cortázar, A. & Montaña, E. (2011). *La función Cobb Douglas en la Producción de Algodón del Valle de Juárez: Aplicación de los Factores Definidos e Interpretación Específica de los Resultados*. Juárez-México. N°.3
18. Cruz Lauracio, J. (2019). *Análisis de la Función Cobb-Douglas que Mejor Optimiza la Productividad de la Quinoa Orgánica En La Región Puno*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Antiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9612>.
19. Danso-Abbeam, G., Aidoo, R., Agyemang, K. & Ohene-Yankyera, K. (2012). Technical Efficiency in Ghanas Cocoa Industry: Evidence from Bibiani-Anhwiaso-Bekwai District. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4(10), 287-294.
20. Debertin, D. L. (2012). *Agricultural Production Economics Agricultural Production Economics Second Edition*. Lexington, Kentucky: ED. Universidad de Kentucky.
21. Duplan, V. (1971). *Estudio de Rentabilidad de la Producción de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la Provincia de Alajuela Costa Rica*. [Tesis de Maestría, Instituto Interamericano De Ciencias Agícolas]. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/1808?show=full>
22. Escoto, N. (2004). El Cultivo de Frijol. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa. Honduras.
23. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Legumbres. Pequeñas Semillas, Grandes soluciones. Ciudad de Panamá. 292 Páginas. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
24. Felipe, J. & Adams, F. G. (2005). "A Theory of Production" The Estimation of the Cobb-Douglas Function: A Retrospective View. *Eastern Economic Journal*, 31(3), 427-445.

25. Gahatraj, S. & Subedi, R. (2019). Financial Profitability and Resource Productivity Analysis of Garden Pea (*Pisum Sativum* L.) Production in Dhankuta, Nepal. *SAARC Journal of Agriculture*, 17(2), 165-172.
26. Garcés-Fiallos, F. R., Olmedo-Zamora, I. M., Garcés-Estrella, R. E. & Díaz-Coronel, T. G. (2015). Potencial Agronómico de 18 Líneas de Fréjol F6 en Ecuador. *IDESIA (Chile)*, 33(2), 107-118.
27. Ganie, M. A., Akhter, F., Bhat, M. A., & Najar, G. R. (2014). Growth, Yield and Quality of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) As Influenced by Sulphur and Boron Application on Inceptisols of Kashmir. *The Bioscan*, 9(2), 513-518.
28. Gujarati, D. & Porter, D. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
29. Jiménez, F. (2016). *Macroeconomía: Enfoques y Modelos Ejercicios Resueltos*. Departamento de Economía-Pontificia Universidad Católica del Perú. http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/ME002.pdf?fbclid=IwAR0BQvQPctPJ-f2QYBFgQdfJFIG-_ZGpbjz4uQWo76SGUJ-ulMG6BvAUXiY
30. Katungi, E., Larochelle, C., Mugabo, J. & Buruchara, R. (2019). Climbing Bean As a Solution to Increase Productivity in Land-Constrained Environments: Evidence from Rwanda. *Outlook on Agriculture*, 48(1), 28-36.
31. Khayer, U., Akhter, S. & Mondal, R. K. (2011). Comparative Economics of Bean and Bottle Gourd Production in Some Selected Areas of Bangladesh. *Developing Country Studies*, 1(2), 34-40.
32. Margaret, N., Tenywa, J. S., Otabbong, E., Mubiru, D. N. & Ali, T. (2014). Development of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Production Under Low Soil Phosphorus and

- Drought in Sub-Saharan Africa: A Review. *Journal of Sustainable Development*, 7(5), 128-139.
33. Mugabo, J., Tollens, E., Chianu, J., Obi, A. & Vanlauwe, B. (2014). Resource Use Efficiency in Soybean Production in Rwanda. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(6), 116-122.
34. Nurhussen, H., Bekele, A. & Haji, J. (2015). Analysis of Technical Efficiency of Haricot Bean Production in Misrak Badawacho Woreda, Hadiya Zone, Ethiopia. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 4(1), 234-241.
35. Labini, P. S. (1995). Why the Interpretation of The Cobb-Douglas Production Function Must be Radically Changed. *Structural Change and Economic Dynamics*, 6(4), 485-504.
36. López, L., Herrera, O., Pérez, S. & Torres, W. (2017). Crecimiento y Rendimiento de Cultivares de Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Localidad de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 38(3), 58-63.
37. Loría, E. & Parkin, M. (2010). *Microeconomía: Versión para Latinoamérica*. Pearson Educación.
38. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Multitud Cantón Alausí Provincia de Chimborazo. (2019). <http://www.gadmultipud.gob.ec/gad-parroquialmultitud/plan-de-desarrollo/10-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-multitud-2014-2019/file.html>
39. Peralta, E., Murillo, Á., Mazón, N., Rodríguez, D. (2014). Catálogo de Variedades Mejoradas de Fréjol Arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) Para los Valles y Estribaciones de la Sierra Ecuatoriana. Incluye Huella Digital y Razas. Publicación Miscelánea No. 146.

Tercera edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 66 p.

40. Pindyck, R. & Rubinfeld. (2009). *Microeconomía*. Pearson Educación, S.A.
41. Qiao, F. B. & Huang, J. K. (2021). Farmers' Risk Preference and Fertilizer Use. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(7), 1987-1995.
42. Rosas, J. C. (2003). Recomendaciones para el Manejo Agronómico del Cultivo de Frijol. Programa de Investigaciones en Frijol. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Imprenta LitoCom, Tegusigualpa, Honduras, 33 p.
43. Rosales Álvarez, R. A., Apaza Mamani, E. & Bonilla Londoño, J. A. (2004). *Economía de la Producción de Bienes Agrícolas: Teoría y Aplicaciones*. Documento CEDE. Universidad de Los Andes. Colombia., 34, 2-64.
44. Shaikh, S. A., Hongbing, O., Khan, K. & Ahmed, M. (2016). Determinants of Rice Productivity: An Analysis of Jaffarabad District-Balochistan (Pakistan). *European Scientific Journal*, 12(13), 41-50.
45. Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2019). Cifras Agroproductivas. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
46. Yuan, Z. (2011). Analysis of Agricultural Input-Output Based on CobbDouglas Production Function in Hebei Province, North China. *African Journal of Microbiology Research*, 5(32), 5916-5922.
47. Yver, R. & Corbo, M. (1967). Estimación de la Función de Producción Agrícola en la Zona del Maule-Norte. *Cuadernos de Economía*, 4(11), 48-64.
48. Zellner, A., Kmenta, J. & Drèze, J. (1966). Specification and estimation of Cobb-Douglas production function models. *Econometrica*, 34(4), 784-795.

Anexos

Anexo A: Formato de la encuesta

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



Estimado (a) participante

El presente cuestionario tiene como objetivo levantar información primaria, la cual permitirá estimar la función de producción para el cultivo de fréjol arbustivo en la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, Período 2021.

INFORMACIÓN GENERAL

1.- ¿Cuál es la comunidad a la que usted pertenece?

Multitud Grande	Centro Poblado	Estación de Multitud

2.- ¿Cuál es el nivel de instrucción que usted posee?

Primaria	Bachillerato	Superior

3.- ¿Cuál es su edad?

INFORMACIÓN DE LOS FACTORES PRODUCTIVOS

4.- ¿Cuál es la cantidad de semilla que usted utiliza para la producción de fréjol?

_____ quintales

5.- ¿Qué cantidad de mano de obra utiliza usted para la producción de fréjol en los siguientes procesos?

Proceso agrícola	Número de jornales
Siembra	
Labores culturales (todas las actividades agrícolas realizadas después de la siembra)	
Cosecha (no incluye la trilla)	
Total	

6.- ¿Cuál es el gasto en dólares que usted realiza en insumos agrícolas durante el proceso productivo del fréjol?

Insumos	Costo por insumo
Herbicidas	
Insecticidas	
Fungicidas	
Costo Total	

INFORMACIÓN DE LA COSECHA

7.- ¿Cuál fue la cantidad de fréjol que obtuvo usted en la última cosecha?

..... quintales

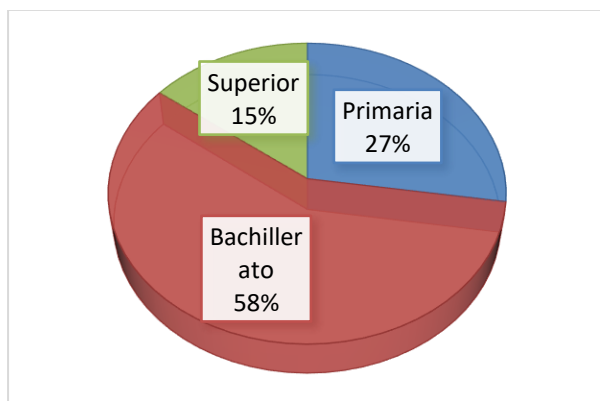
Gracias por su colaboración.

Anexo B: Resultados de las encuestas a los productores de fréjol arbustivo de la parroquia Multitud

Nivel de instrucción de los encuestados

Descripción	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Primaria	17.00	27.42%
Bachillerato	36.00	58.06%
Superior	9.00	14.52%
Total	62.00	100%

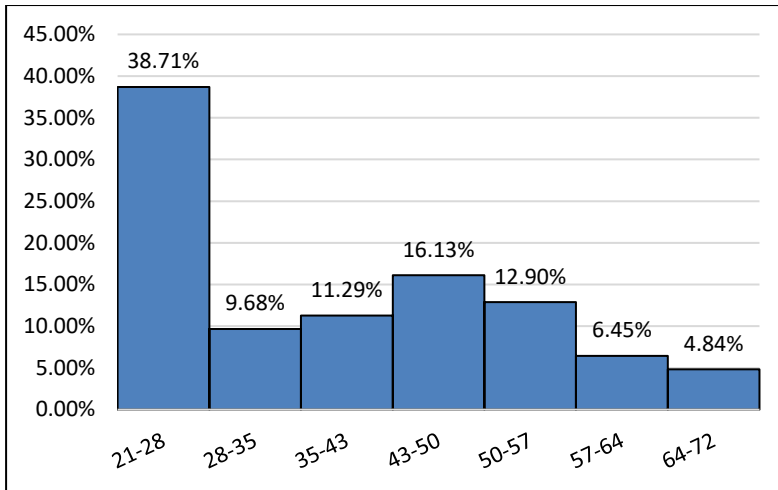
Fuente: elaboración propia



Edad de los encuestados

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
21	28	24	38.71%
28	35	6	9.68%
35	43	7	11.29%
43	50	10	16.13%
50	57	8	12.90%
57	64	4	6.45%
64	72	3.00	4.84%
Total		62	100%

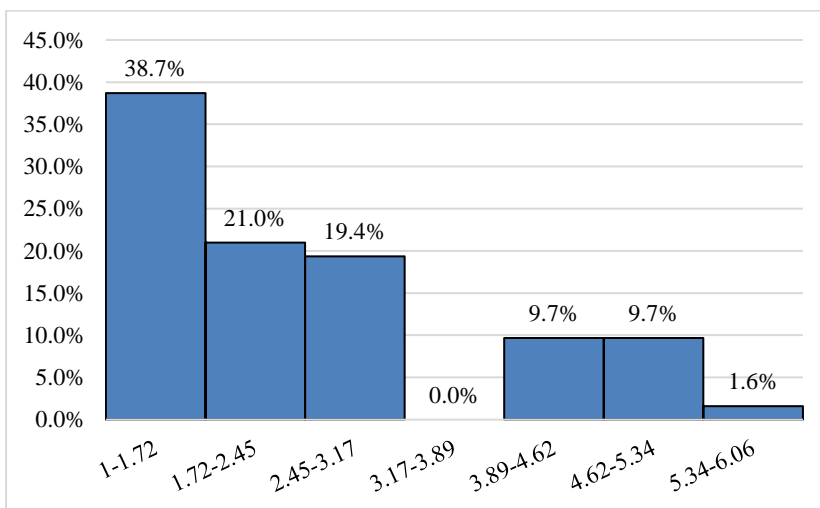
Fuente: elaboración propia



Cantidad de semilla de fréjol arbustivo destinado a producción

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1	1.72	24	38.7%
1.72	2.45	13	21.0%
2.45	3.17	12	19.4%
3.17	3.89	0	0.0%
3.89	4.62	6	9.7%
4.62	5.34	6	9.7%
5.34	6.06	1	1.6%
Total		62	100%

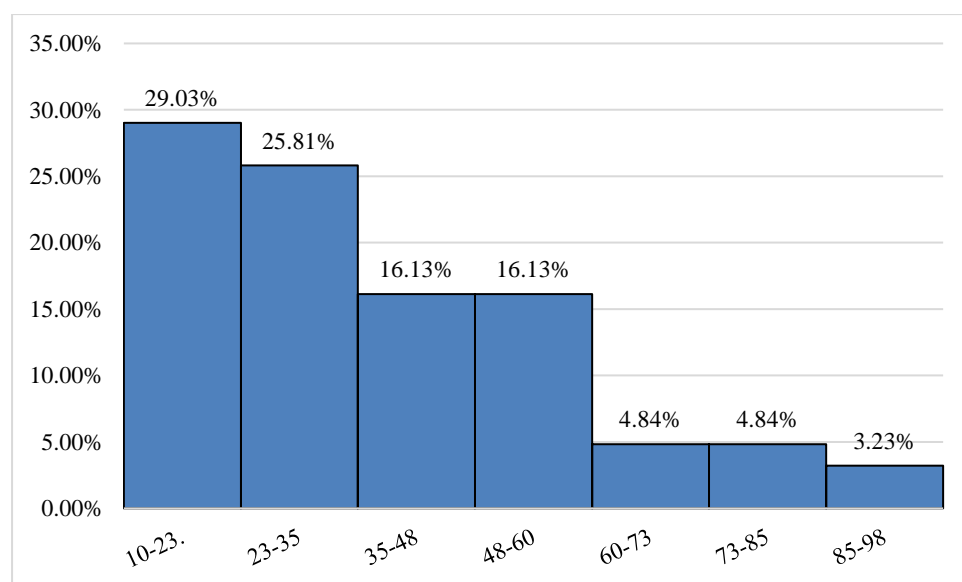
Fuente: elaboración propia



Número de jornales familiar y contratado usados durante el proceso productivo

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
10	23	18	29.03%
23	35	16	25.81%
35	48	10	16.13%
48	60	10	16.13%
60	73	3	4.84%
73	85	3	4.84%
85	98	2	3.23%
Total		62	100.00%

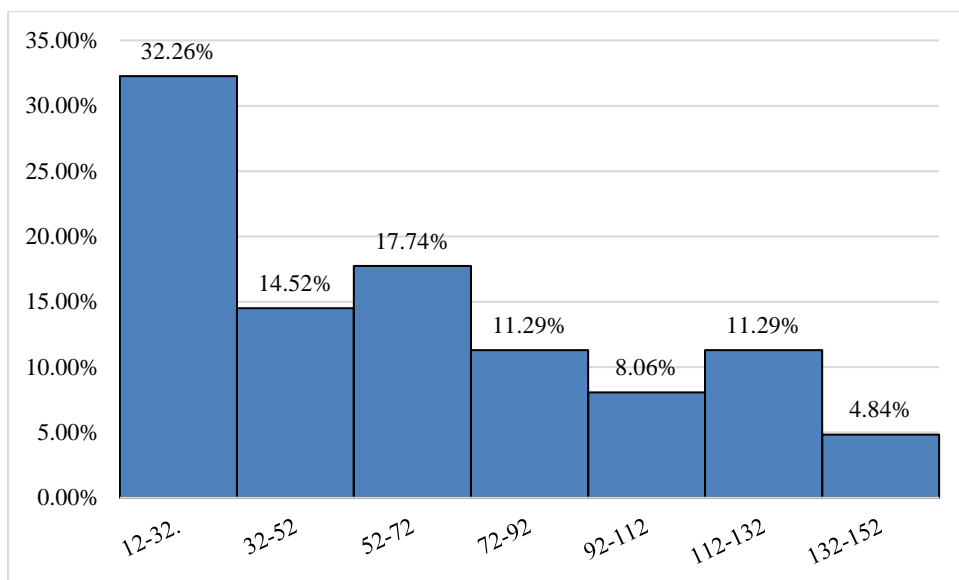
Fuente: elaboración propia



Gasto en herbicidas para la producción de fréjol arbustivo

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
12	32	20	32.26%
32	52	9	14.52%
52	72	11	17.74%
72	92	7	11.29%
92	112	5	8.06%
112	132	7	11.29%
132	152	3	4.84%
Total		62	100%

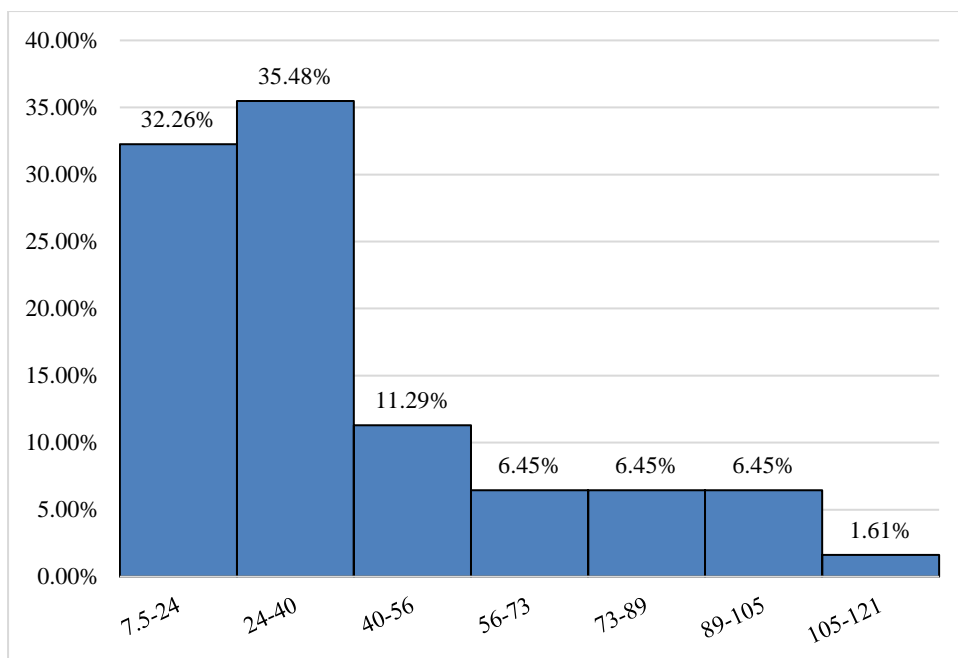
Fuente: elaboración propia



Gasto en insecticidas para la producción de fréjol arbustivo

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
7.5	24	20	32.26%
24	40	22	35.48%
40	56	7	11.29%
56	73	4	6.45%
73	89	4	6.45%
89	105	4	6.45%
105	121	1	1.61%
Total		62	100%

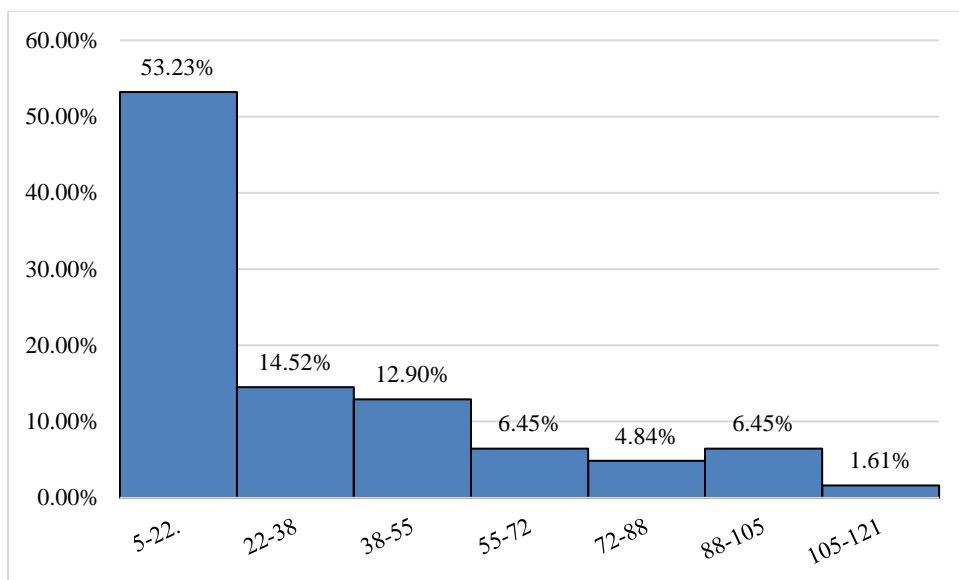
Fuente: elaboración propia



Gasto en fungicidas para la producción de fréjol arbustivo

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
5	22	33	53.23%
22	38	9	14.52%
38	55	8	12.90%
55	72	4	6.45%
72	88	3	4.84%
88	105	4	6.45%
105	121	1	1.61%
Total		62	100%

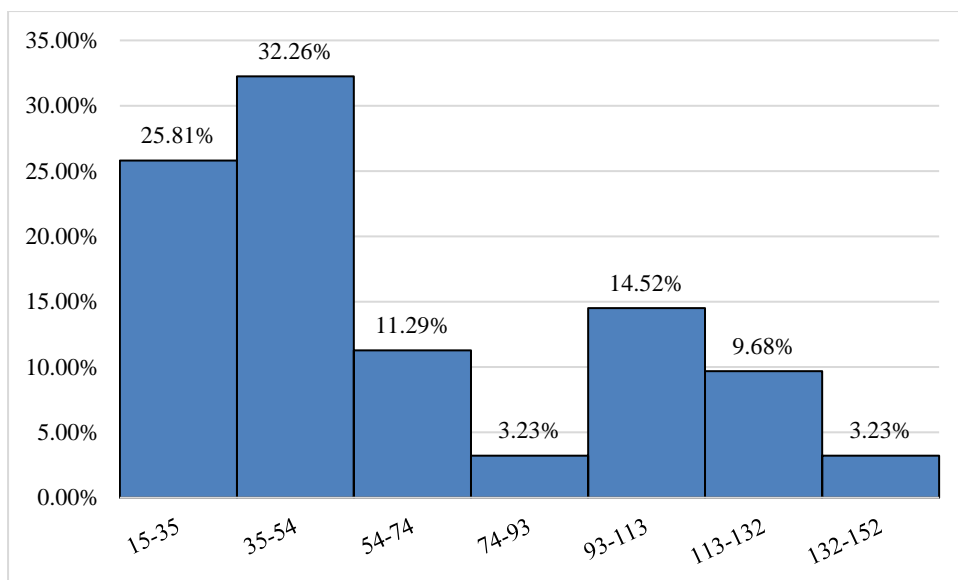
Fuente: elaboración propia



Cantidad cosechada de fréjol arbustivo

Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
15	35	16	25.81%
35	54	20	32.26%
54	74	7	11.29%
74	93	2	3.23%
93	113	9	14.52%
113	132	6	9.68%
132	152	2	3.23%
Total		62	100.00%

Fuente: elaboración propia



Estadísticos descriptivos de las variables

Variable	Valor mínimo	Valor Máximo	Media	Error típico	Desviación estándar	Varianza
Semilla	1	6	2,39	0,18	1,38	1,90
Jornales	10	97	37,15	2,70	21,28	452,72
Gasto en herbicidas	12	150	63,03	4,97	39,13	1531,41
Gasto en insecticidas	7,5	120	38,62	3,36	26,48	701,17
Gasto en fungicidas	5	120	34,27	3,61	26,39	806,07
Cantidad cosechada	15	150	60,95	4,72	37,14	1379,43

Fuente: elaboración propia

Anexo C: Base de datos

N°	Cantidad de semilla en (quintales)	Número de jornales familiar y contratado en (8 hrs/ jornal)	Gasto en herbicidas en (UDS)	Gasto en insecticidas en (UDS)	Gasto en fungicidas en (UDS)	Cantidad cosechada en (quintales)
1	1	24	75	45	25	52
2	3	57	40	60	50	35
3	5	65	120	64	64	120
4	1	20	15	10	15	30
5	1	23	20	12	18	25
6	1.5	13	20	15	12	30
7	5	83	120	100	100	120
8	1	15	40	30	30	15
9	1	10	24	7.5	5	40
10	1	20	25	20	20	40
11	5	60	110	80	90	100
12	4	78	120	90	75	120
13	5	87	120	100	100	110
14	1	32	15	60	10	19
15	1	20	12	25	32	15
16	3	68	30	40	50	100
17	2	36	80	25	80	50
18	1	14	26	8	20	40
19	2	31	80	25	50	20
20	2	39	60	28	20	60
21	3	49	75	50	50	100
22	1	24	30	25	20	48
23	1	14	45	10	10	20
24	2	41	60	30	30	60
25	1	19	30	20	10	45
26	2	25	25	20	18	28
27	1.5	25	26	32	16	44
28	5	58	64	120	120	100
29	3	48	70	20	10	68
30	2.25	35	75	50	50	60
31	1	15	25	15	18	19.8

32	3	38	60	34	20	32
33	2	25	60	40	20	43
34	4	46	60	40	40	100
35	1	12	18	14	10	23
36	2	29	40	19	10	50
37	5	61	130	50	70	150
38	2	27	40	15	22	60
39	2	30	50	20	20	60
40	4	40	150	50	30	130
41	4	48	130	100	100	130
42	4	56	80	40	40	80
43	2.5	24	30	25	25	45
44	6	85	120	50	80	100
45	3	97	30	20	20	50
46	2	15	150	20	20	35
47	3	41	100	20	20	50
48	1	14	40	12	10	28
49	1.5	34	100	40	22	47
50	1	24	54	30	10	35
51	4	54	150	42	28	138
52	2	36	100	28	13	62
53	1	21	60	24	6	37
54	1.5	14	30	25	12	25
55	3	41	60	75	65	80
56	3	41	70	60	70	100
57	3	60	100	80	20	130
58	1	12	17	15	6	15
59	3	54	90	80	50	100
60	1	20	32	30	10	25
61	2	35	50	30	20	50
62	1.5	21	30	30	18	35