

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
ECONOMISTA**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**RENDIMIENTOS DE ESCALA DEL SECTOR LECHERO EN LA
PARROQUIA SALINAS DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE
BOLÍVAR AÑO 2019.**

AUTOR:

DARWIN ANDRÉS BAYAS QUINCHA

TUTORA:

ECON. MARÍA GABRIELA GONZÁLEZ BAUTISTA

RIOBAMBA-ECUADOR

AÑO 2020

INFORME DEL TUTOR

Yo, Econ. María Gabriela González Bautista, en mi calidad de Tutora y luego de haber revisado el desarrollo del proyecto de investigación elaborado por la Sr. Darwin Andrés Bayas Quincha con C.I. 060495624-3, de la Carrera de Economía; tengo a bien informar que el trabajo “RENDIMIENTOS DE ESCALA DEL SECTOR LECHERO EN LA PARROQUIA SALINAS DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR AÑO 2019”, cumple con los requisitos exigidos para que pueda ser evaluada por el tribunal designado y expuesta al público.

Riobamba, septiembre del 2020

Atentamente;

A handwritten signature in blue ink, reading "María González", enclosed within a blue circular stamp or seal.

Econ. María Gabriela González Bautista

C.I. 0604292870

TUTOR

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO



Los miembros del Tribunal de Graduación del Proyecto de Investigación Titulado: “RENDIMIENTOS DE ESCALA DEL SECTOR LECHERO EN LA PARROQUIA SALINAS DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR AÑO 2019”, presentado por el Sr. Darwin Andrés Bayas Quincha y dirigido por la Econ. María Gabriela González Bautista.

Una vez presentada la defensa oral y revisado el informe final del Proyecto de Investigación con fines de graduación escrito, en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para su uso y custodio en la biblioteca de la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas.

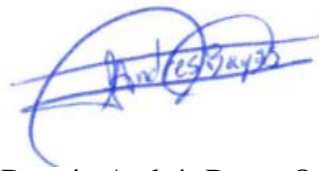
Para constancia de lo expuesto firman:

Econ. María Bautista. TUTOR	 Firma	9.5 Nota
Econ. Eduardo Zurita MIEMBRO 1	 Firma	8.0 Nota
Econ. Pablo Ochoa MIEMBRO 2	 Firma	10 Nota

NOTA 9.17 (SOBRE/10)

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Darwin Andrés Bayas Quincha, tengo a bien informar que los criterios emitidos bajo el tema **“RENDIMIENTOS DE ESCALA DEL SECTOR LECHERO EN LA PARROQUIA SALINAS DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR AÑO 2019”**, así como también los contenidos presentados, ideas, conclusiones y resultados están exclusivamente bajo mi responsabilidad y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Darwin Andrés Bayas Quincha

C.I. 060495624-3

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres, por estar presentes en mi vida e inculcarme valores y principios fundamentales para mi formación personal y profesional.

Darwin Andrés Bayas Quincha

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento es para mi Padre Celestial por haberme dado la capacidad y los medios necesarios para cumplir mis objetivos y culminar exitosamente mi carrera Universitaria.

A mi familia por acompañarme en este largo camino de la vida y brindarme la oportunidad de superarme.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por ser el lugar donde por varios años me he formado y he sido parte de tan prestigiosa institución.

Darwin Andrés Bayas Quincha

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
INFORME DEL TUTOR	ii
CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO I	6
1. ESTADO DEL ARTE	6
1.1. Antecedentes	6
1.2. Función de Producción.....	9
1.2.1. La función de producción Cobb-Douglas.....	9
1.2.2. Metodología del modelo a Cobb-Douglas.....	10
1.3. Rendimientos de Escala	12
1.3.1. Tipos de Rendimientos de Escala.....	12
1.3.2. Medición de la elasticidad de los rendimientos de escala	14
CAPÍTULO II	18
2. METODOLOGÍA	18
2.1. Método de Investigación	18
2.2. Tipo de Investigación	18
2.2.1. Investigación de campo	18
2.2.2. Investigación Bibliográfica o Documental	18

2.3.	Diseño de la investigación	18
2.4.	Población y muestra	19
2.4.1.	Población	19
2.4.2.	Tamaño de Muestra	19
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
2.5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	20
2.5.2.	Instrumentos de recolección de datos	21
CAPÍTULO III.....		22
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1.	Análisis del comportamiento de la cadena productiva.....	22
3.2.	Establecimiento del tipo de rendimientos de escala presenta la función de producción	23
3.2.1.	Análisis a la muestra de productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda.....	25
3.2.2.	Modelado de la función de producción de Cobb – Douglas.....	29
3.2.3.	Calculo de la eficiencia de producción.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		38
Conclusiones.....		38
Recomendaciones		38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40
ANEXOS.....		43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Tipos de rendimientos de escala	13
Tabla N° 2: Población de productores de leche parroquia Salinas	19
Tabla N° 3: Estratificación de la muestra	20
Tabla N° 4: Descripción de los actores de la cadena productiva.....	22
Tabla N° 5: Establecimiento de las variables de entrada de la función de producción .	24
Tabla N° 6: Principales índices estadísticos de las variables encuestadas	26
Tabla N° 7: Estimación de los parámetros del modelo basado en una función de producción	28
Tabla N° 8: Contraste de hipótesis del modelo de frontera estocástica.....	30
Tabla N° 9: Comparación de valores observados versus el óptimo.	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1: Tipos de rendimientos de escala	14
Gráfico N° 2: Elasticidad de estos rendimientos a escala.....	15
Gráfico N° 3: Curva de isocuanta e isocosto	16
Gráfico N° 4: Ruta de expansión de la empresa	17
Gráfico N° 5: Punto óptimo del costo de la producción.....	33
Gráfico N° 6: Punto óptimo de producción de la función Cobb-Douglas.....	35
Gráfico N° 7: Cálculo de la eficiencia de la producción	37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Formato de encuesta	43
Anexo B: Base de datos de los principales índices estadísticos de las variables encuestadas	45
Anexo C: Índices de Eficiencia SFA por explotación.....	50

RESUMEN

El presente trabajo determina los rendimientos de escala del sector lechero en la parroquia Salinas del cantón Guaranda, provincia de Bolívar. Este sector lechero bolivarense incurre en bajos índices de producción. La problemática central se presenta comúnmente dentro de los eslabones de la cadena productiva, esta se amplía al considerar el grado de tecnificación utilizado, afectando significativamente a los ingresos de los sectores menos favorecidos al alterar el grado de producción, lo que acciona una pérdida de competitividad en los diversos sistemas productivos utilizados como medios de optimización de la producción. La utilización de métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, para identificar las características principales de su funcionamiento económico de la cadena productiva del sector. El estudio utiliza datos de 144 productores de leche, obtenidos mediante encuestas llevadas a cabo en ciclo de producción. Para el análisis el autor utilizó la función de producción Cobb-Douglas. Por tanto, la finalidad esencial de este trabajo es constituir por medio de un modelo econométrico, cual factor de producción es más significativo. Los resultados evidenciaron que el comportamiento de la cadena productiva del sector lechero, en consecuencia, las estimaciones descritas son consistentes, siendo ($y=247.780$) la cantidad óptima de leche, dadas las cantidades óptimas de insumos, que proviene de la función de producción tipo Cobb-Douglas bivariada seudocuadrática.

Palabras clave: Eficiencia técnica. función Cobb-Douglas, ganaderos, rendimientos de escala, sector lechero.

ABSTRACT

The present work determines the scale performance of the dairy sector in the Salinas parish at Guaranda`s canton, Bolívar province. This Bolivarian dairy sector presents a low production rate. The central problem is commonly presented within the links of the productive chain, this is broadened by considering the degree of technification used, significantly affecting the income of the less privileged sectors as they alter the degree of production, which triggers a loss of competitiveness in the various production systems used as means of production optimization. The use of data collection methods, techniques, and instruments to identify the main characteristics of the economic functioning of the sector's productive chain. The study uses data from 144 milk producers, obtained through surveys carried out in the production cycle. For the analysis, the author used the Cobb-Douglas production function. Therefore, the essential purpose of this work is to establish, by means of an economic model, the factor of production that is more significant. The results showed that the behavior of the dairy sector production chain and consequently, the estimates described are consistent, with $(y = 247,780)$ the optimal quantity of milk, based on the optimal quantities of inputs, which comes from the production function Cobb-Douglas bivariate pseudo-quadratic.

Keywords: Technical efficiency. Cobb-Douglas function, ranchers, returns to scale, dairy sector.

Reviewed by:

MsC. Edison Damian
Escudero **ENGLISH**
PROFESSOR
C.C.0601890593

INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado y de constantes permutaciones, para competir en el área de los negocios, las organizaciones requieren contar con investigaciones apoyadas en una representación simplificada de la correlación entre dos o más variables que permitan estimaciones prácticas, con base a ello tomar decisiones productivas y socioeconómicas en forma acertada y oportuna (Pineda, 2015). Este tipo de información resultante de la investigación sirve como base fundamental a la alta gerencia para maximizar el rendimiento económico, reducir costos, aumentar utilidades y optimizar la actividad productiva (Muyulema-Allaica, *et al.*, 2020)

La producción lechera en Ecuador, en las últimas décadas, ha expuesto capacidad de adaptación y perfeccionamiento constante entre sus productores o ganaderos, gracias al incremento constante y los cambios en el consumo alimenticio de la población, este último a partir del aumento de los ingresos familiares (Jiménez, *et al.*, 2016). Del mismo modo deben sumarse las políticas públicas que privilegiaron a este sector de la economía, implementadas en los años 70 y 80, y que según Zambrano, Castillo y Simbaña (2017) se resumen en: facilidades crediticias, situaciones favorables en la importación de material genético y tecnológico, y protección arancelaria al sector frente a las importaciones. Según cifras del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP (2018); solo el 42% de la producción nacional de leche cruda es consumido por los industriales lácteos y sus derivados componen una fuente económica transcendental para los ganaderos.

Históricamente la producción nacional de leche en el Ecuador entre los años 2015 - 2017, se incrementó de 4'982.370 litros a 5'135.405 litros en total, esta cifra se ve apoyada fuertemente por la producción de la región Sierra y Costa (MAGAP, 2018). Por otro lado, en cuanto al destino de la leche cruda en el país se observa que el 72,32% de la producción tiene como fin la comercialización en líquido predestinado para producir productos derivados, en tanto que el 18,76% de la leche es procesada por los propios ganaderos, mientras que el 1,41% es utilizado para la alimentación de balde y finalmente el 0,23% es destinada para otros fines (Jiménez, Calderón, Gómez y Altuna, 2016).

En lo referente al análisis de la región Sierra se estima que la provincia líder en tener mayor número de cabezas de ganado fue Azuay (323.735), seguida de Pichincha

(286.586), Cotopaxi (254.709), Chimborazo (222.316) y Bolívar (188.680) entre las más representativas, mientras que las provincias con la mayor producción de leche a nivel de región están Pichincha (835.663), Cotopaxi (514.759), Azuay (482.401) y Chimborazo (431.325). En tanto que la región Costa revela que la provincia que concentra el mayor número de cabezas de ganado vacuno es Manabí (896.476), a esta le continúa Esmeraldas (309.469) y Guayas (270.029) entre las más destacadas; seguidamente la provincia con mayor producción de leche de la misma manera lo lidera Manabí con un total de 587.252 litros de leche durante el año 2017, a continuación de Guayas con 145.698 y Esmeraldas con 128.874 litros. (INEC 2017)

La provincia de Bolívar es considerada como parte de los primordiales ejes de desarrollo del país, la ganadería se encuentra especialmente en los cantones y parroquias del subtrópico, entre ellas la parroquia Salinas de Guaranda donde se producen diversos productos lácteos para ser comercializados de manera local, regional, nacional e internacional (MAGAP, 2018). Diferentes empresas comunitarias se encuentran situadas en la parroquia Salinas de Guaranda, entre ellas la Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP) que agrupa a 190 familias, que proveen la producción diaria de leche cruda, de la cual el 18% se emplea en la elaboración de quesos frescos, el 80% de quesos maduros y el 2% para yogurt natural, con sabor a fresa y durazno (Jiménez, et al., 2016).

Salinas es una parroquia que pertenece al cantón Guaranda de la Provincia de Bolívar, la cabecera parroquial se encuentra localizada a 3.600 msnm, con una temperatura promedio de 12° C; en la actualidad, la componen 30 comunidades delimitadas en una superficie de aproximadamente 440 km² su altitud varía desde los 800 msnm (subtrópico) hasta los 4.200 msnm (páramo). Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Salinas (2015), la población de este lugar, en el año 2014, fue de 7.262 habitantes, registró un crecimiento de la población rural y urbana del 7%, de los cuales 1.489 habitan en la cabecera parroquial y 5.773 en las comunidades circundantes (Jiménez, et al., 2016).

Salinas apoya significativamente con su provincia en la producción lechera durante el periodo 2015- 2017 aportó en promedio 1.2% de la producción provincial de leche de bovino; sin embargo, en el año 2018 este sector aportó solamente un 0.85% de la producción de leche provincial (Jiménez, et al., 2016; MAGAP, 2018). Este

comportamiento decreciente de la producción de leche en la parroquia puede reflejar un uso ineficiente de los recursos involucrados en las unidades de producción.

En el sector lechero de la parroquia Salinas de Guaranda, existen bajos índices de producción en los diversos eslabones que conforman la cadena productiva, en ese sentido Jiménez, Calderón, Gómez, y Altuna (2016) señalan que la problemática existente expuesta anteriormente dentro de los eslabones de la cadena presenta una diversidad de condiciones, las que van determinando una variedad de costos de producción, entre los principales factores que influyen en este tema se tienen el grado de tecnificación de la producción, el tipo de alimentación del ganado, el tipo de raza o ganado lechero especializado entre otros, así como las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua. Al considerar el grado de tecnificación de las explotaciones lecheras, destaca que el nivel de los costos de producción es más alto en las que otras empresas lecheras que operan con una mayor tecnificación.

Por otra parte, en las explotaciones lecheras de la parroquia Salinas de Guaranda, que concurren con menor tecnificación, el mayor peso se halla en los costos que corresponden a la mano de obra y no tienen costos por servicios financieros (Jiménez, et al., 2016; Zambrano, et al., 2017). La viabilidad por tipo de explotación está fuertemente relacionada no sólo con la rentabilidad que obtiene en cada caso, si no también se corresponde con los niveles de productividad y competitividad con la que trabajan. Este escenario puede visualizarse, al observar que en términos absolutos como relativos, la utilidad obtenida es más alta en las explotaciones no tecnificadas; pero en contraste, el promedio de producción en litros por día es considerablemente menor al compararlas con las explotaciones tecnificadas (Jiménez, et al., 2016). Lo antes expuesto evidencia la afectación que se presenta en los ingresos obtenidos en la parroquia cuando se altera el grado de producción al perder competitividad en los diversos sistemas productivos utilizados. Adicionalmente, con base en la investigación de campo, se detectó una inadecuada gestión asociativa de la parroquia marcado por conflicto de intereses, por otro lado, se evidencio escenarios en los que los procesos de comercialización de la leche no alcanzan a cumplir con estándares de calidad dispuestos para el consumo humano, viéndose afectados sus ingresos. Conforme indica el Acuerdo 394 pedido por esta Cartera de Estado, se establece que el precio de sustentación que los productores recibirán por la venta del litro de leche es de \$ 0,42 centavos de dólar, lo cual, al no poder entregar un

producto bajo estándar de calidad, arrastra a los campesinos a reducir sus ingresos totales y consecuentemente el nivel socioeconómico de las familias involucradas con la producción de leche cruda del sector.

Dada la importancia del sector y su repercusión en el desarrollo endógeno de la zona, se plantea como objetivo del trabajo profundizar el conocimiento del sector lechero mediante un análisis de los rendimientos para explicar la función de producción del sector lechero de la parroquia Salinas.

En atención a lo anterior y a modo de justificación de la investigación se puede decir que:

La presente investigación analizó la situación de la parroquia Salinas del cantón Guaranda dedicada a la producción de leche cruda, mediante la definición de los factores que influyen en los rendimientos en respuesta a una variación proporcional y simultánea de los factores productivos. Además, se trató de explicar la capacidad de producción de los mismos, así se establecieron los criterios que favorecerían a los productores en cuanto a términos de competitividad, volúmenes de producción y precios.

La complejidad inherente de la propia actividad y de la competitividad del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda, ocasiona que las cantidades a producir no sean fijadas por los ganaderos, los precios están impuestos por los grandes grupos de demanda y donde al productor ganadero sólo le queda un pequeño margen de actuación en el precio, siempre que consiga un producto de calidad, que hoy exige el mercado (Jiménez, et al., 2016).

En el sector lechero de la parroquia Salinas de Guaranda, toda esta situación ha tenido dos consecuencias importantes: por un lado, ha provocado el abandono de la actividad de muchos productores que no han podido sobrellevar dicha presión y por otro, el aumento de la productividad de las asociaciones productoras para, de este modo, garantizar sus ingresos y mantener sus márgenes de explotación. En este argumento queda claro que el camino a seguir no está en producir más, sino en producir mejor y analizar los costes de producción donde el productor ganadero tiene la máxima posibilidad de influir para alcanzar la relación ingresos/costes que le dé el mayor margen y rentabilidad a su explotación (Zambrano, Castillo, y Simbaña, 2017).

La búsqueda de una mayor rentabilidad requiere, obligatoriamente, de una adecuada optimización de todos los factores de la cadena productiva del sector lechero en la parroquia Salinas del cantón Guaranda, empezando por conocer su eficiencia económica y la mejor relación posible entre outputs e inputs. Dicha relación óptima se lograría, en primer lugar, produciendo lo máximo posible con el mínimo uso de recursos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar los rendimientos de escala del sector lechero en la parroquia Salinas del cantón Guaranda, provincia de Bolívar

Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda.
- Establecer qué tipo de rendimientos de escala presenta la función de producción de leche cruda en la parroquia Salinas del cantón Guaranda, provincia Bolívar.

CAPÍTULO I

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Antecedentes

Para realizar la investigación, se ejecutó una revisión sistemática de la bibliografía, misma que permitió obtener el aporte de investigaciones realizadas con anterioridad, con lo que se consigue una base significativa sobre la cual se fundamenta y argumenta el trabajo investigativo propuesto.

Según Ramírez *et al.*, (2010) en su investigación sobre Economías de escala y rendimientos crecientes, comentan que, en economía, mediante el concepto de “rendimientos de escala”, se pretende describir como varía la producción cuando varían en la misma proporción todos los factores productivos (cambio del tamaño o escala de la planta productiva). Por su parte, Feraudi y Ayaviri (2018) señalan que la ley de rendimientos de escala explica cómo se comporta la producción en respuesta a una variación proporcional y simultánea de los factores productivos. Al aumentar todos los factores de producción en proporciones iguales y al mismo tiempo, aumentará la escala de producción. Los rendimientos a escala difieren de un caso a otro, debido a la tecnología utilizada o los bienes que se producen.

Para Jiménez *et al.*, (2016) en su investigación cuyo objetivo fue analizar y diagnosticar la situación de la producción lechera en Bolívar, se fundamentó basado en la técnica de la encuesta de diagnóstico y análisis de calidad de la leche bovina de los sistemas de producción existentes en Bolívar, puntualmente la parroquia Salinas de Guaranda, se analizó los factores de manejo que intervienen en la calidad higiénica sanitaria del producto, identificando el impacto potencial en la salud humana y tendencias tecnológicas. Para lograr lo propuesto se diagnosticó los factores de manejo que influyen en la calidad de leche como línea base del trabajo y se estimó la calidad física-química de la leche a la entrada en la planta, con el fin de plantear en la segunda fase de la investigación, se planteó un programa de autocontrol aplicable a los sistemas ganaderos de estudio. La investigación recomendó profundizar el estudio en rendimientos de escala del sector lechero mediante una función de producción que es una expresión matemática que relaciona la cantidad empleada de factores de producción con la producción obtenida.

Albarrán (2016) en su investigación realiza un análisis de la asociatividad de las unidades productivas artesanales del cantón Otavalo, como mecanismo de desarrollo. La investigación partió desde la caracterización del sector investigado recabando datos del Censo Nacional Económico (CENEC) realizado en el año 2010. Por otra parte, el autor identificó los tipos de empresas o unidades productivas que están dentro del sector textil artesanal, utilizando las bases de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas (CIIU). El método utilizado para la búsqueda de una correspondencia entre la asociatividad con la productividad, se planteó una regresión lineal, partiendo desde la función de producción de Cobb-Douglas, con el fin de establecer si la aplicación de las estrategias de asociatividad tiene un impacto positivo en el desarrollo económico del sector. Los resultados manifestaron que mediante una regresión lineal que la asociatividad es una estrategia que tiene un impacto positivo en la productividad, sin embargo esto no refleja en qué medida y hasta qué punto este puede reflejar resultados adecuados para los productores del sector, debido a que pueden surgir problemas para el control adecuado de las agrupaciones productoras, ya que en el sector investigado se ha visto que impera un individualismo.

Maza, et al., (2017) realizó una investigación cuyo objetivo fue analizar la eficiencia técnica para identificar opciones de política para mejorar los medios de vida de los productores agrícolas rurales de leche cruda. El estudio utilizó datos de 130 hogares agrícolas derivados mediante encuestas llevadas a cabo en ciclo de producción del año 2016. El estudio empleó un modelo estocástico de frontera, se especificó una función de producción Cobb-Douglas a la que se le añaden posibilidades de producción del sistema ganadero extensivo. Los resultados revelaron un incremento significativo en la producción proporcional al tamaño de las pasturas ($p = 0,0179$), la mano de obra ($p = 0,0001$), y los costos de insumos ($p = 0,0153$). La eficiencia técnica promedio fue de alrededor del 71% alcanzada por los agricultores locales. La eficiencia técnica fue mayor para las fincas de tierras bajas a comparación a las tierras altas. Los investigadores recomiendan para futuras investigaciones tomar en cuenta en sectores cooperados la cantidad de vacas, en ordeño y producción, la mano de obra, el índice tecnológico y alimentario para un ciclo productivo.

Rebollar, Callejas, y Guzmán (2018) consideraron una función de producción tipo Cobb-Douglas bivariada seudocuadrática para establecer el nivel óptimo técnico en la

oferta semi-intensiva de leche, mediante dos procedimientos matemáticos y probar si transportan a la misma solución. La información provino de diez vacas (PV 628 ± 72 kg) con diferentes números de partos y periodos de lactancia, de un rancho lechero en el sur del Estado de México durante los meses de agosto-septiembre del año 2013. Las cantidades óptimas de los insumos variables fueron 9.00 kg de alimento concentrado y 12.60 kg de forraje por periodo, para un nivel óptimo técnico de 353.80 litros de leche cruda. La investigación concluyó que la función de producción Cobb-Douglas representa una excelente opción para optimizar el uso de recursos y la oferta en sistemas de producción de leche. Bajo este contexto los resultados de la función ($y=353.80$) representa la cantidad óptima de leche, dadas las cantidades óptimas de insumos, que proviene de la función de producción tipo Cobb-Douglas.

Aban (2019) realizó una investigación cuyo objetivo fue analizar la cadena de valor de la producción lechera, caso distrito cooperativo inclusivo al periodo 2018. En esta investigación de enfoque eminentemente cuantitativo, de nivel descriptivo y de diseño no experimental y de corte transversal, se recopiló información por medio de la técnica de la encuesta y su instrumento el cuestionario semi estructurado, el cual se aplicó a una muestra probabilística conformada por 86 familias que componen la cadena de valor; los resultados estuvieron tratados mediante la función de producción Cobb-Douglas. Se concluyo que: el nivel de la producción lechera es bajo, dado a que los pastos y forrajes no son los más adecuados para la producción de leche; al mismo tiempo, subsisten situaciones que requieren de la intervención de las autoridades locales y de Gobierno, en mayor provisión de agua, mejorar las vías y carreteras de acceso; apoyo técnico a los productores en temas de marketing y ventas; pero también de los integrantes de la cadena de valor, quienes deben mejorar significativamente las condiciones de almacenamiento de la materia prima y de sus productos terminados; evidenciando así la necesidad urgente a dar solución a estos problemas.

Alvarado, et al., (2020) en su investigación cuyo objetivo fue realizar un análisis del crecimiento económico del Ecuador en el período 2000-2017 en función del modelo econométrico de Cobb Douglas. Concluye que para lograr crecimientos en los niveles económicos en un país implica varios componentes que se deben analizar como son: ventajas comparativas, acceso a tecnologías, bloques comerciales, políticas administrativas locales, formas de financiación, ubicación geográfica, dotación de

factores de producción o capital humano, entre otros. En la actualidad, la ventaja competitiva, diversificación y oferta de bienes primarios, han tomado relevancia dentro del sector de las exportaciones los cuales se enfrentan al reto de aumentar y adquirir mejores capacidades productivas, y por ende maximizar la calidad y mejorar el precio.

1.2. Función de Producción

La función de producción es una expresión matemática que relaciona la cantidad empleada de factores de producción con la producción obtenida (Feraudi y Ayaviri, 2018; Guananga-Díaz, *et al.*, 2020). En microeconomía es frecuente tratar tres tipos de funciones de producción: la función Cobb-Douglas, la función Leontief y la función de Bienes Sustitutivos Perfectos (Bellod, 2011; Cheng y Han, 2014; Feraudi y Ayaviri, 2018). Matemáticamente cada una tiene un procedimiento distinto, siendo la función Cobb-Douglas en cierto modo la más compleja y diferenciada (Ramírez, Mungaray, Ramírez y Taxis, 2010).

La función de producción de Cobb-Douglas parte de una idea básica, la cual reside en que la producción de una economía depende fundamentalmente de sus dotaciones de capital y de trabajo, esto quiere decir que, si en una economía se quiere producir más, requiere emplear más cantidad de capital y de trabajo tales que le permitan generar un mayor producto (Feraudi y Ayaviri, 2018). Según Córdoba, *et al.*, (2016) la función de producción especifica la relación entre la cantidad de factores utilizados, esto es, trabajo (L) y capital (K), para producir un bien y la cantidad producida de ese bien (q). Analíticamente la función de producción puede expresarse como sigue: $q = f(L, K)$. Finalmente, Muyulema-Allaica, *et al.*, (2020) comenta que para analizar la producción tomemos como referencia el caso de una empresa que utiliza dos factores productivos (inputs): el trabajo y el capital, este último concretado en el local y el equipamiento necesario para fabricar helados, que es el producto u output.

1.2.1. La función de producción Cobb-Douglas

La función de producción Cobb-Douglas es una representación de la función de producción, considerablemente usada para representar las relaciones entre el producto y las variaciones de los factores capital y trabajo. Fue propuesta por Knut Wicksell (1851-1926) e investigada con relación a la evidencia estadística concreta, por Charles Cobb y Paul Douglas en 1928 (Feraudi y Ayaviri, 2018).

En síntesis, con base en las citas antes expuestas se puede decir que, en economía, la función de producción Cobb-Douglas es una función de producción que representa la relación que existe entre la cantidad producida en un proceso productivo y la cantidad de insumos utilizados en dicho proceso.

1.2.2. Metodología del modelo a Cobb-Douglas

La producción potencial de una economía no es una variable observable. En consecuencia, su estimación depende de cómo la definamos, de qué función matemática específica y de qué datos empleemos. Distintas definiciones, distintas funciones matemáticas (Ecuación. 1, 2 y 3), o incluso la misma función recurriendo a datos distintos, arrojarán resultados distintos (Bellod, 2011).

La forma específica de la relación producto - factores se puede instaurar de la siguiente manera.

$$Y_i = AX_1^{\beta_1}X_2^{\beta_2}, \dots, X_n^{\beta_n} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Fuente: (Bellod, 2011)

Donde:

- Y: Es el producto
- Xi: Los diferentes factores considerados. Con $i = 1, \dots, n$
- A: Es un valor que viene determinado parcialmente por las unidades de medida de las variables consideradas (Y, X1, X2...Xn) y parcialmente por la eficiencia del proceso de producción
- β_i : Son los parámetros que representan el cambio porcentual en la producción al variar en uno por ciento la cantidad del factor correspondiente empleado. Con $i = 1, \dots, n$

Suponiendo el caso de dos factores, la función de producción de Cobb-Douglas parte de una idea básica, la cual reside en que la producción de una economía depende fundamentalmente de sus dotaciones de capital y de trabajo (Bellod, 2011).

La función de producción Cobb-Douglas se instaura en forma algebraica del siguiente modo:

$$Y(K, L) = AK^{\beta_1}L^{\beta_2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- Y: Producto generado
- K: Capital invertido
- L: Trabajo empleado y
- A y β_i expresan los mismos coeficientes dados en (1). Con $i = 1, 2$

Generalizando la fórmula anterior y cambiando las variables, matemáticamente, la función de producción de Cobb-Douglas tiene la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}, \dots, X_n^{\beta_n} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

- Y es un vector de dimensión nX_1 que denota la cantidad de producto obtenido.
- $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ un vector de n insumos, y
- $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)$ un vector de n parámetros desconocidos.

Así puede verse que si $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) = 1$ en la expresión anterior, a una variación proporcional en las cantidades de los factores, el producto varío en la equivalente proporción. Una función de este tipo se dice que es homogénea de grado 1.

Si ocurre que $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) < 1$, a un incremento proporcional a todos los factores, el producto aumenta, pero en menor proporción que éstos.

Finalmente, cuando $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) > 1$, a un incremento proporcional en los factores, el producto aumenta en mayor proporción.

Para la función de producción antepuesta, el producto (Y) prácticamente es el producto total medido como valor agregado por año, sin embargo también puede medirse como cantidad física de producción por año; en tanto que los insumos (X_1, X_2, \dots, X_n) generalmente son medidos como cantidades aprovechables o usadas en el proceso de producción (Bellod, 2011).

Los insumos que generalmente se consideran en una función de producción de Cobb-Douglas, son el factor capital y el trabajo, especialmente; aunque también pueden considerarse a la tierra, materias primas y combustible, entre otros (Rebollar, et al., 2018; Feraudi y Ayaviri, 2018). De los insumos mencionados anteriormente, la medición del

capital muestra diversas dificultades, en virtud de que, los datos regularmente no se encuentran disponibles o son de dudosa confiabilidad, perdiendo así la validez de estos; por lo que se recomienda ampliamente evitar el uso de una medida explícita del abasto de capital (Bellod, 2011).

1.3. Rendimientos de Escala

Los rendimientos de escala componen la tasa a la que aumenta la producción cuando se incrementan los factores proporcionalmente (Ramírez, Mungaray, Ramírez y Taxis, 2010). Por otra parte, se considera como los cambios en la producción que resultan de un cambio proporcional en todos los inputs, cuando todos los inputs aumentan por un factor constante (Córdoba, et al., 2016). Las propiedades técnicas de la producción en el largo plazo se instauran en torno al concepto de rendimientos a escala. Escala representa el tamaño de la empresa medida por su producción (Álvarez, 2017). Si el producto aumenta en la misma proporción que los insumos, se dice que hay rendimiento constante a escala (Alvarado, *et al.*, 2020). Si el producto aumenta en una proporción mayor que los factores entonces se asumen rendimientos crecientes a escala y si por el contrario la producción se incrementa en una proporción se identifica por rendimiento decreciente a escala (Mora, 2018).

En síntesis, con base en las citas anteriormente expuestas se puede exponer que los rendimientos de escala articulan la variación de la cantidad producida por una empresa a medida que varía el uso de todos los factores que intervienen en el proceso de producción en la similar proporción.

1.3.1. Tipos de Rendimientos de Escala

La función de producción de una organización consigue mostrar disímiles tipos de rendimientos de escala para diferentes rangos de producción (Zhang, *et al.*, 2020). Típicamente, puede concurrir rendimientos crecientes para niveles comparativamente bajos de producción, rendimientos decrecientes para niveles correspondientemente altos de producción, y rendimientos constantes para un nivel de producción entre esos dos rangos (Córdoba, Bruno, Costa y Balzarini, 2016). Los rendimientos a escala difieren de un caso a otro, debido a la tecnología manejada o los bienes que se producen (Bellod, 2011).

El término rendimientos de escala aparece en el contexto de la función de producción de una organización. Hace referencia a los cambios existentes en la producción que resultan de un cambio proporcional en todos los inputs (Elemento de entrada que participan en un determinado proceso productivo), cuando todos los inputs aumentan por un factor constante. Si el producto aumenta en el mismo cambio proporcional entonces existen rendimientos constantes de escala (RCS). Si el producto aumenta en menos que el cambio proporcional, existen rendimientos decrecientes de escala (RDS). Si el producto aumenta en más que el cambio proporcional, existen rendimientos crecientes de escala (RCrS). Así, los rendimientos de escala a los que se enfrenta una empresa están impuestos exclusivamente por la tecnología y no están influidos por las decisiones económicas o por las condiciones de mercado (Feraudi y Ayaviri, 2018).

Según Mora (2018) dependiendo de la proporción en que aumenta la producción en comparación con los factores, hay tres tipos diferentes de rendimientos a escala y estos se especifican de la siguiente forma:

Tabla N° 1:

Tipos de rendimientos de escala

No.	Tipos de rendimientos	Especificación	Proporción
1	Rendimiento a escala constante	Al incrementar el tamaño de la planta los rendimientos se incrementan proporcionalmente. Los rendimientos constantes de escala, la escala de operaciones de la empresa no afecta a la productividad de sus factores, es fácil reproducir una planta que utilice un determinado proceso de producción, a fin de que dos plantas produzcan el doble.	($\mu = 1$): cuando la producción aumenta proporcionalmente (amarillo). (Ver Ilustración 1)
2	Rendimiento a escala creciente	Al incrementar el tamaño de la planta los rendimientos aumentan más que proporcionalmente. Los rendimientos crecientes de escala podrían deberse a que el aumento de la escala de operaciones permite a los directivos y a los trabajadores especializarse en sus tareas y utilizar fábricas y equipos mayores y más complejos. Si hay rendimiento creciente, es económicamente más ventajoso tener una única y gran empresa que la existencia de muchas y pequeñas.	($\mu > 1$): cuando la producción total aumenta más que proporcionalmente (verde). (Ver Ilustración 1)
3	Rendimiento a escala decreciente	Al incrementar el tamaño de la planta los rendimientos aumentan menos que proporcionalmente. Se aplica a algunas empresas que realizan operaciones en gran escala. A la larga, las dificultades para organizar y gestionar la producción a gran escala pueden reducir tanto la productividad del trabajo como la del capital.	($\mu < 1$): cuando aumenta la producción total menos que proporcionalmente (rojo). (Ver Ilustración 1)

Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011; Mora, 2018)

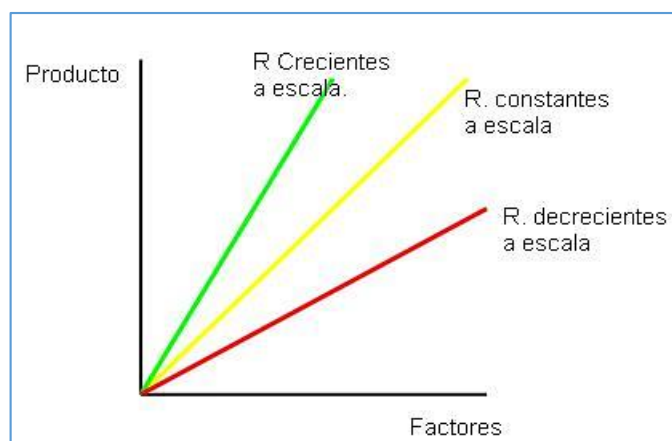


Gráfico N° 1: Tipos de rendimientos de escala

Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011; Mora, 2018)

En los términos de los conceptos antes expuestos y con base en el Gráfico 1, se puede interpretar que existen rendimientos crecientes a escala cuando ante un aumento de todos los factores en una misma proporción la producción aumenta en mayor proporción (verde) y hablamos de que en una organización hay rendimientos constantes a escala cuando ante un aumento de todos los factores en una misma proporción la producción aumenta en esa misma proporción (amarillo) y finalmente hablamos de rendimientos decrecientes a escala cuando ante un aumento de todos los factores en una misma proporción la producción aumenta en menor proporción (rojo).

1.3.2. Medición de la elasticidad de los rendimientos de escala

Diferentes niveles de producción soportan diferentes niveles de costes (Córdoba, *et al.*, 2016). En general, se presume que los niveles más altos de producción auxilian a reducir los costes (al reducir los costes fijos por unidad, al reducir el importe de las materias primas y los bienes intermedios utilizados) (Mora, 2018). Sin embargo, esto no sucede esencialmente en el caso de que un aumento en la producción lleve a un incremento en los costes fijos, que no pueden ser totalmente absorbidos por el aumento de la producción (compra de una nueva fábrica de mayor tamaño o una gran inversión en maquinaria). Para saber si un aumento en la producción aumentará la eficiencia (si el aumento de la producción será mayor que el aumento en el coste), podemos medir la elasticidad (Bellod, 2011). (Ver Ecuación 4)

Según Mora (2018) la medición de la elasticidad de los rendimientos de escala, se obtiene al dividir el resultado de dividir el porcentaje de cambio en la producción por el porcentaje de cambio en el input. Cuando la eficiencia crece con la producción, $\mu > 1$.

Cuando alcanzamos el punto de inflexión, $\mu = 1$, y cuando empezamos a tener rendimientos a escala decrecientes, la salida comienza a crecer más lento que las entradas, y $\mu < 1$. (ver ecuación 4)

La ley de los rendimientos de escala expone cómo se comporta la producción en respuesta a una variación proporcional y simultánea de los factores productivos (Feraudi y Ayaviri, 2018). Al aumentar todos los factores de producción en razones iguales y al mismo tiempo, aumentará la escala de producción (Córdoba, et al., 2016). Los rendimientos a escala difieren de un caso a otro, debido al tipo de tecnología que es utilizada o los productos que se producen (Mora, 2018). Por lo tanto, está profundamente relacionado con las economías de escala que acontecen al interior del proceso de producción (Ramírez, *et al.*, 2010).

Según Mora (2018) podemos medir la elasticidad de estos rendimientos a escala de la siguiente manera:

$$\mu = \frac{\partial X}{\partial K} * \frac{K}{X} + \frac{\partial X}{\partial L} * \frac{L}{X} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

- X: Es el producto generado.
- K: Es el capital invertido.
- L: El trabajo empleado.

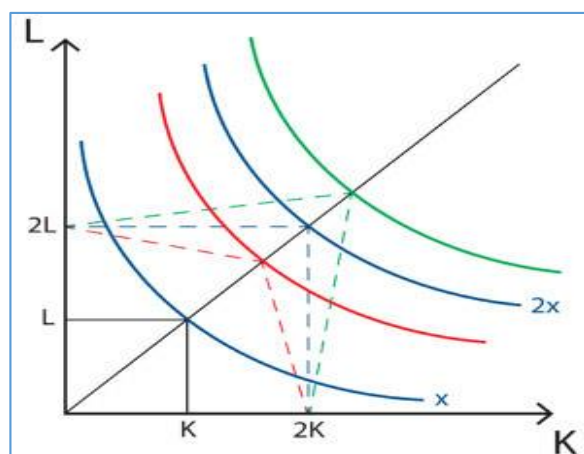


Gráfico N° 2: Elasticidad de estos rendimientos a escala
Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011; Mora, 2018)

Es decir, la suma de las derivadas parciales de la producción con respecto a cada uno de los factores multiplicados por la proporción de cada factor sobre el total de factores

usados (Bellod, 2011; Córdoba, *et al.*, 2016; Mora, 2018).

Según Ramírez, *et al.*, (2010) dependiendo de la proporción en que aumenta la producción en comparación con los factores, hay tres tipos diferentes de rendimientos a escala:

- Rendimientos crecientes a escala ($\mu > 1$): cuando la producción total aumenta más que proporcionalmente (verde);
- Rendimientos constantes a escala ($\mu = 1$): cuando la producción aumenta proporcionalmente (azul);
- Rendimientos decrecientes a escala ($\mu < 1$): cuando aumenta la producción total menos que proporcionalmente (rojo). (Ver Gráfico 2)

Cuando se trata de funciones Cobb-Douglas, también podemos determinar qué rendimientos a escala están presentes, ya que $\alpha + \beta = \mu$ (Rebollar, *et al.*, 2018).

En el Gráfico 3, se dibuja el mapa de isocuantas e isocosto de la empresa; que representa las posibilidades de producción a partir de diferentes combinaciones de los insumos.

Un isocosto expresa las diferentes combinaciones de capital y trabajo que una empresa puede adquirir, dados el desembolso total (DT) de la empresa, y los precios de los factores. La pendiente de un isocosto se obtiene mediante PL / PK , donde PL es el precio del trabajo y PK es el precio del capital (Bellod, 2011; Mora, 2018).



Gráfico N° 3: Curva de isocuanta e isocosto

Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011; Mora, 2018)

El equilibrio del productor se alcanza cuando maximiza su producción para un desembolso total determinado; es decir, cuando alcanza la isocuanta más alta, lo cual ocurre cuando ésta es tangente al isocosto. Lo anterior es análogo al equilibrio del

consumidor, cuando la curva de indiferencia más alta es tangente a la línea de restricción presupuestal (Bellod, 2011).

Matemáticamente, se dice que el productor alcanza el equilibrio cuando:

$$TMST_{LK} = \frac{PM_L}{PM_K} = \frac{P_L}{P_K} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011)

En el Grafico 4, se presenta la ruta de expansión de la empresa se obtiene al unir los puntos de equilibrio de las diferentes isocuantas e isocostos obtenidos al variar el desembolso total, por lo cual es análoga a la curva ingreso-consumo (Bellod, 2011; Mora, 2018).

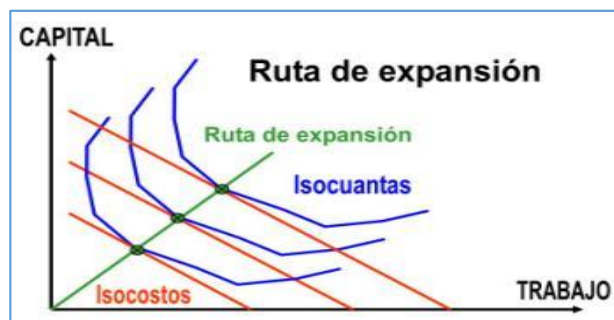


Gráfico N° 4: Ruta de expansión de la empresa
Fuente: El autor con base en (Bellod, 2011; Mora, 2018)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Método de Investigación

Para la realización del estudio, fue necesario conocer muy a fondo la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda. En ese contexto el presente proyecto consideró el paradigma crítico propositivo con un enfoque predominantemente cuantitativo, debido a que es medible numéricamente con el apoyo de la estadística descriptiva.

2.2. Tipo de Investigación

2.2.1. Investigación de campo

Según Palella & Martins (2017) mencionan que “es un estudio que implica la sensibilización del investigador con el lugar o ambiente de trabajo para identificar a las personas informantes que aporten datos adicionales, esto implica adentrarse en una investigación de campo y compenetrarse con la situación de análisis” (pág. 90).

En conclusión, la investigación es de campo puesto que se realizó un estudio dentro del sector, con el fin de conocer a profundidad la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas de Guaranda.

2.2.2. Investigación Bibliográfica o Documental

De acuerdo con Niño (2011) la investigación bibliográfica o documental es “el uso de documentos escritos como una forma de recoger datos, en fin, es una fuente de información con miras a construir el marco teórico y conceptual de la investigación” (pág. 93).

La investigación propuesta evidentemente recayó sobre el tipo documental puesto que se requirió de documentos (registros de producción) importantes y relevantes para su desarrollo.

2.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue no experimental, puesto que la investigación trató de analizar la situación actual de la parroquia Salinas de Guaranda de forma sistemática y empírica en la que los factores no se manipulan porque ya han sucedido.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población de estudio correspondió a tres estratos a evaluar, el primero pertenece a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP) que asciende a 190 productores, el segundo incumbe a Otras cooperativas que suman 73 productores y el tercer grupo que pertenece a pobladores sin ningún tipo de afiliación que suman 81 productores, resultando el siguiente universo a estudiar:

Tabla N° 2:

Población de productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda

Estratos	Frecuencia	Porcentaje
Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP)	190	55%
Otras cooperativas	73	21%
Pobladores	81	24%
TOTAL	344	100%

Fuente: Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP).

Elaborado por: Darwin Andrés Bayas Quincha

2.4.2. Tamaño de Muestra

El tamaño de la muestra se le conoce como aquel número determinado de sujetos o cosas que componen la muestra extraída de una población, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población (Álvarez, 2012). El mismo autor define la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

N = Tamaño de la población (344)

Z_a = Nivel de confianza (95%)

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (80%)

q = Probabilidad de fracaso (20%)

d = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción). 5%

Nota: Z_a es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza (1.96); valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.

Para la estimación de la muestra se realiza con un universo finito ya que la misma es conocida, se considera la población de los productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda.

Donde:

$$n = \frac{344 * (1.96)^2 * (0.8) * (0.2)}{(0.05)^2 * (344 - 1) + (1.96)^2 * (0.8) * (0.2)}$$

$$n = \frac{211.441664}{0.8575 + 0.614656}$$

$$n = 143.62$$

$$n = 144$$

N = 344
Z = 1.96
P = 0,8
Q = 0,2
D = 0,05

Por ende, se concluye que se debe realizar 144 datos muestrales de la población perteneciente a los productores de leche de la parroquia Salinas del cantón Guaranda. En la Tabla 3 se especifica la muestra para cada uno de los estratos mediante un muestro por conglomerados:

Tabla N° 3:

Estratificación de la muestra.

Estratos	Porcentaje	Frecuencia Muestral
Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP)	55%	79
Otras cooperativas	21%	31
Pobladores	24%	34
TOTAL	100%	144

Fuente: Tabla 1: Población de productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda
Elaborado por: Darwin Andrés Bayas Quincha.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

- **Observación Directa:** Consiste en una técnica que permite obtener información de un objeto observado en la realidad, siendo una técnica muy valiosa al momento de recopilar información relevante y fehaciente ya que el contacto con el objeto de estudio es directo y personal, se aplicó dicha técnica para recolectar información a fin de determinar la situación actual del sector y delimitar cuales son las falencias.

- **Encuesta:** Trata de un cuestionario que, a través del planteamiento de preguntas cerradas inherentes al tema de investigación, cabe recalcar que la encuesta se la aplicó a los productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda.
- **Fichaje:** Para la organización de la información.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

En la investigación se utilizan instrumentos como la guía de la observación, y el cuestionario de la encuesta, que se la aplicó a los productores de leche de la parroquia Salinas de Guaranda.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis del comportamiento de la cadena productiva

Los resultados de la encuesta aplicada a la muestra de estudio, evidenció que la parroquia Salinas del cantón Guaranda es eminentemente agrícola ya que por ramas de actividad el 74% de su población se dedica a actividades agro-industriales y artesanales, el 6% comercio al por mayor y menor, el 5% a la construcción, el 2% tanto a industrias manufactureras como a actividades financieras y de seguros y 1% a actividades relacionadas con: transporte y almacenamiento, enseñanza, actividades de los hogares como empleadores, trabajador nuevo y otras actividades de servicio.

- **Descripción de los actores de la cadena productiva**

Los actores de la cadena productiva que participan activamente en la parroquia Salinas del cantón Guaranda, se han identificado en función a los roles que desempeñan en la producción, en el acopio, la transformación, la distribución y el consumo. (Ver Tabla 4)

Tabla N° 4:

Descripción de los actores de la cadena productiva

N°	Actores	Descripción
1	Producción	En la producción se reconocen dos tipos de productores, los asociados es decir aquellos que son miembros integrantes como la Cooperativa de Producción Agropecuaria (PRODUCCOOP) y participantes de otras cooperativas y los productores proveedores que son campesinos vecinos del lugar que no son socios pero que entregan la leche en el Centro de Acopio y se benefician del precio como si fueran socios.
2	Acopio	En el acopio, un actor importante se identifica al camión recolector de la leche por medio de bidones metálicos, éste es de propiedad de la PRODUCCOOP (Empresas Gruppo Salinas - Salinerito), la participación de éste se justifica para contrarrestar al “piquero” puesto que la ubicación de las fincas o vaquerías de los campesinos es bastante dispersa y distante en relación al centro de acopio y el promedio de leche es de apenas entre 48 y 1200 litros (Ver Tabla 4), lo que no justifica contratar transporte para entregar en el Centro de

		Acopio de la cooperativa, por esta razón, el camión recolector pasa por las fincas, analiza la leche, verifica, mide la cantidad y recolecta; por esta gestión el diferencial del precio es de 2 centavos en relación al precio que recibe quien entrega en el Centro de Acopio.
3	Transformación	<p>La leche recolectada en el Centro de Acopio tiene dos destinos, el primero es la producción de quesos que en promedio diario es de 250 a 300 quesos de 500 gramos, aunque en función de la ciudad de destino de los quesos estos varían su presentación, ya que se tiene de tres pesos diferentes: de 750, 500 y 250 gramos.</p> <p>Otra cantidad importante de leche se negocia con una industria lechera grande que contrata camión cisterna y lleva la leche hasta su fábrica en la cual la transforma en las distintas formas de productos lácteos tales como: leche pasteurizada, crema, yogurt, queso, mantequilla, entre otros.</p>
4	Consumo	<p>En la distribución, se ha identificado a los micromercados y comercios de las ciudades de Guaranda, Riobamba y Guayaquil que venden directamente a los consumidores el queso procesado y distribuido por el Centro de Acopio; para llegar con el producto hasta sus locales, la PRODUCCOOP transporta en el camión de su propiedad.</p> <p>En referencia a la leche pasteurizada en la planta procesadora PRODUCCOOP, ésta cuenta con distribuidores provistos de camiones equipados para la distribución a nivel de supermercados y tiendas a nivel nacional.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas.

3.2. Establecimiento del tipo de rendimientos de escala presenta la función de producción

Los datos utilizados provienen de una base que sintetiza la gestión técnico-económica de 144 productores de leche de la parroquia Salinas del cantón Guaranda.

Como se mencionó en el estado del arte, existen dos metodologías que son las más utilizadas para describir la frontera de producción eficiente bajo la restricción de rendimientos de escala (numeral 1.3.2. Medición de la elasticidad de los rendimientos de escala), para posteriormente estimar los índices de eficiencia para cada unidad estudiada,

por lo tanto, fue ineludible la utilización del Análisis de la Frontera de Producción Estocástica (SFA, por sus siglas en inglés).

En concordancia con la mayoría de los estudios realizados sobre eficiencia en explotaciones lecheras, se eligió como única información de salida (output) a la producción física de leche (en litros) (Zambrano, et al., 2017; Álvarez, 2017; Rebollar, et al., 2018).

En relación a la información de entrada (inputs) se seleccionaron cinco variables (3.1. Análisis del comportamiento de la cadena productiva de la parroquia Salinas de Guaranda), cuidando no utilizar variables monetarias debido a las características de este tipo de explotaciones (señaladas anteriormente “única información de salida output”). (Ver Tabla 5)

Tabla N° 5:

Establecimiento de las variables de entrada de la función de producción

N°	Variables	Descripción
1	Cantidad de vacas	Variable que incide directamente sobre la producción de leche total de la explotación. Además, numerosos indicadores parciales de eficiencia técnica se encuentran contruidos directamente en relación al número de animales (por ejemplo, litros/vaca constituye uno de los indicadores más clásicos)
2	Cantidad de vacas en ordeño	La selección de esta variable a simple vista podría parecer algo redundante respecto a la variable anterior; sin embargo, existe un gran consenso de que la misma resulta decisiva cuando se estudia la eficiencia de una explotación lechera (Jiménez, <i>et al.</i> , 2016). Si bien algunos trabajos técnicos exponen indicadores sobre los valores considerados deseables para la de la parroquia Salinas del cantón Guaranda y la actividad (a lo largo del año, al menos el 80% de la majada debería entrar en ordeño), en la práctica se observa que la mayoría de los productores de la parroquia no alcanzan dichos valores. Para ilustrarlo mediante un ejemplo sencillo: a priori va a ser más eficiente una explotación con un plantel de 100 vacas que logra que 80 entren en ordeño a lo largo del año, que una explotación con 100 vacas, pero que solo logra que 50 entren en ordeño. Cabe destacar que una optimización de la explotación puede mejorar este parámetro de forma relativamente sencilla, simplemente con trabajar en el cuidado sanitario y alimenticio del hato y en el mejor manejo de las épocas de celo, preñez y parición.

3	Mano de obra	Además de ser una variable determinante en cualquier actividad productiva, puesto que en estudios sobre la Agricultura Familiar representa el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para producir o fabricar, un bien. Teniendo esto en cuenta, se trabajó esta variable haciendo una aproximación de todos los días de trabajo utilizados por los miembros de la población de estudio, para un período específico de tiempo. En este sentido se decidió tomar esta variable calculando la cantidad de jornadas al año que podría aportar un jornalero adulto en la explotación (300 jornadas/año) y ajustarla de acuerdo a las características de cada individuo que colabora en la vaquería.
4	Índice tecnológico	Se utilizó un índice tecnológico para contemplar los diferentes grados de inversión en infraestructura (Usca-Veloz, <i>et al.</i> , 2019). Bajo este contexto, se tomó como referencia los caracteres específicos de los productores de la parroquia (Encuesta), de acuerdo a las necesidades específicas del presente estudio. El índice recopila información referente a: características de la sala de ordeño, equipo de frío, corrales ganaderos, refugios y condiciones de limpieza, mantenimiento y ubicación del tambo en relación a la explotación, y abarca un rango de 0 a 2 puntos (1.4236). (Ver Anexo A y B)
5	Índice alimentario	El efecto directo de la alimentación sobre la productividad del animal, la diversidad de manejos alimentarios observados en la parroquia Salinas del cantón Guaranda y la incertidumbre de los productores sobre los inconvenientes y beneficios de cada sistema, lleva a incluir este índice como una variable. A tal efecto se levantaron datos sobre el manejo alimentario (monte, pasturas o ambos), presencia de suplemento en el ordeño y utilización de cerca eléctrica. El puntaje de este índice fluctúa entre 0 y 6 (4.8681). (Ver Anexo A y B)

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas.

3.2.1. Análisis a la muestra de productores de leche parroquia Salinas del cantón Guaranda

En el Tabla 6 se resumen algunos indicadores técnicos y estructurales de los productores estudiados, para el cálculo se utilizó el programa SPSS 22 (Programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y aplicadas, además de las empresas de investigación de mercado). Este nivel de procesamiento permite realizar un primer acercamiento hacia las características de las vaquerías que integran la parroquia Salinas del cantón Guaranda.

Tabla N° 6:*Principales índices estadísticos de las variables encuestadas*

		Estadísticos					
		¿Cuántos litros de leche obtiene por día?	¿Cuántas vacas actualmente se encuentran en producción?	¿Cuántas crías actualmente se encuentran en lactación?	¿Cuenta con equipo y tecnología adecuada de ordeño para vacas?	¿Cuántas personas laboran en el proceso de producción de leche?	¿Cuántas veces por día alimenta a sus vacas?
N	Válido	144	144	144	144	144	144
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		270.2083	18.6250	16.3611	1.4236	1.9306	4.8681
Mediana		80.0000	8.0000	7.0000	1.0000	2.0000	5.0000
Moda		60.00	6.00	5.00	1.00	2.00	5.00
Desv. Desviación		335.32166	18.36418	16.87329	.49586	.89014	.70211
Error estándar de curtosis		.401	.401	.401	.401	.401	.401
Mínimo		48.00	4.00	3.00	1.00	1.00	4.00
Máximo		1200.00	60.00	56.00	2.00	4.00	6.00

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas.

Es interesante observar la alta dispersión en los datos obtenidos. Esto es un claro reflejo de la diversidad existente y del diferencial de la estructura productiva entre las explotaciones. El promedio de vacas por tambo (18 vacas adultas) habla de un predominio de explotaciones de baja escala. Al relacionar el valor obtenido del 87,84% ($16.3611 / 18.6250 * 100$) para las vacas en lactación, con la tasa de parición del 82% promedio para la parroquia según estudios de (Jiménez, et al., 2016), queda al descubierto la alta estacionalidad existente en la producción.

La mano de obra utilizada promedia las 2 (1.9) personas por vaquería y se constata un nivel de inversión en tecnología mediano-bajo. En cuanto al manejo alimentario de las vaquerías que integran la parroquia Salinas del cantón Guaranda, se puede verificar una baja complejidad en el sistema utilizado, donde predomina la alimentación a monte y la ausencia de cantidades suplementarias durante el ordeño.

La producción promedio por vaca se calcula en 14,50lts ($270.2083/18.6250$). Pero al realizar el mismo cálculo en función a la leche producida que cumple con las condiciones sanitarias de ser producida, se obtiene un valor promedio de 12,39 lts. Esto concuerda con el promedio de rechazos observado en el centro de acopio (PRODUCCOOP), que ronda en el 17,69% de la producción anual. Todo revela que existen diversas falencias en cuanto

al manejo higiénico-sanitario de la producción de las vaquerías que integran la parroquia Salinas del cantón Guaranda, adicionalmente estas falencias provocan pérdidas significativas en los ingresos de los campesinos de la zona.

- **Estimaciones por máxima verosimilitud (EMV)**

Las estimaciones por máxima verosimilitud (conocida también como EMV y, en ocasiones, MLE por sus siglas en inglés) de los parámetros de la frontera de producción estocástica fueron obtenidas mediante el programa FRONTIER 4.1. (Software for Stochastic Frontier Analysis). Este programa sigue un procedimiento de tres etapas para obtener los estimadores.

¿Porque utilizar este método? - En estadística, EMV es un método habitual y significativo para ajustar un modelo y estimar sus parámetros. La evaluación por el método EMV procura localizar los valores más probables de los parámetros de la distribución estudiados para un conjunto de datos. Maximizando el valor de lo que se conoce como la “función de verosimilitud”.

Para la estimación de los parámetros se utilizaron tres (3) etapas. En la primera etapa se estimaron los parámetros de la función por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Todos los estimadores β , con excepción del intercepto, son insesgados. La búsqueda del valor de γ se realizó en una segunda etapa con los valores de los parámetros establecidos por MCO (excepto β_0). Finalmente, en la tercera etapa, los valores seleccionados del paso anterior fueron usados como valores iniciales del proceso de iteración, hasta conseguir las estimaciones finales de EMV.

Inicialmente se especificó una función de producción Translogarítmica, con el output y los inputs mencionados en el apartado anterior (Tabla 5 y 6). Puesto que el programa FRONTIER 4.1., asume una representación funcional lineal, las variables fueron expresadas en logaritmo natural (Ln).

Los resultados de la estimación de la frontera de producción en su especificación Translogarítmica se muestran en la Tabla 7.

Tabla N° 7:*Estimación de los parámetros del modelo basado en una función de producción*

Variables	Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)			Máxima Verosimilitud (EMV)		
	Coficiente	Error Standard	t-ratio	Coficiente	Error Standard	t-ratio
Ln (const.) β_0	2,799	3,044	0,920	2,799	1,180	2,519 **
Ln (vac_tot) β_1	-0,012	0,004	-2,689	-0,012	0,002	-5,752 ***
Ln (vac_lact) β_2	2,038	0,398	5,120	2,045	0,271	7,545 ***
Ln(m_obra) β_3	0,031	0,008	3,813	0,031	0,005	6,075 ***
Ln (in_tec) β_4	-0,118	0,318	-0,371	-0,077	0,147	-0,527
Ln (in_alim) β_5	0,005	0,006	0,962	0,006	0,003	2,297 **
Ln (vac_tot) x Ln (vac_tot) β_{11}	1,943	2,607	0,745	2,040	0,833	2,451 **
Ln (vac_tot) x Ln (vac_lact) β_{12}	0,052	0,053	0,981	0,058	0,017	3,451 ***
Ln (vac_tot) x Ln(m_obra) β_{13}	-0,014	0,019	-0,704	-0,015	0,012	-1,274
Ln (vac_tot) x Ln (in_tec) β_{14}	0,002	0,005	0,496	0,002	0,003	0,111
Ln (vac_tot) x Ln (in_alim) β_{15}	0,052	0,040	1,299	0,054	0,016	3,442 ***
Ln (vac_lact) x Ln (vac_lact) β_{22}	0,005	0,004	1,182	0,006	0,002	3,794 ***
Ln (vac_lact) x Ln(m_obra) β_{23}	-0,051	0,044	-1,168	-0,053	0,020	-2,726 **
Ln (vac_lact) x Ln (in_tec) β_{24}	-0,009	0,007	-1,365	-0,009	0,004	-1,421
Ln (vac_lact) x Ln (in_alim) β_{25}	0,024	0,025	0,935	0,027	0,010	2,726 **
Ln(m_obra) x Ln(m_obra) β_{33}	0,004	0,004	0,821	0,003	0,002	1,245
Ln(m_obra) x Ln (in_tec) β_{34}	0,066	0,036	1,836	0,067	0,017	3,982 **
Ln(m_obra) x Ln (in_alim) β_{35}	-0,023	0,027	-0,864	-0,022	0,010	-2,183 *
Ln (in_tec) x Ln (in_tec) β_{44}	0,004	0,004	0,971	0,004	0,002	2,266 **
Ln (in_tec) x Ln (in_alim) β_{45}	-0,002	0,005	-0,329	-0,004	0,003	-1,423
Ln (in_alim) x Ln (in_alim) β_{55}	0,004	0,002	2,286	0,004	0,001	5,380 ***
σ^2	0,162			0,189	0,052	3,647 ***
γ				0,999	0,000	7836999,500 ***
γ^*				0,999		
Log Verosimilitud	-6,096			0,748		

Notas: *** Significativo al nivel del 1%. ** Significativo al nivel del 5%. * Significativo al nivel del 10%

El R^2 ajustado, no influenciado por el número de variables introducidas, arrojo un valor del 76% (coeficiente de determinación ajustado, índice de eficiencias, Anexo C). Una vez ejecutada la estimación, se procede a realizar una serie de contrastes de hipótesis (verificación de lo enunciado para comparar el ajuste del modelo con especificación Cobb-Douglas) con el fin de concretar la especificación que mejor se adapta a la estructura productiva de la parroquia Salinas del cantón Guaranda, así como la significación de los parámetros que precisan la estructura del error compuesto del modelo.

Para ello se emplea el contraste de la razón de verosimilitudes generalizado, que se basa en el cálculo del siguiente estadístico:

$$\lambda = -2 \left[\ln \frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right] = 2[\ln L(H_0) - \ln L(H_1)]$$

Dónde:

- $L(H_0)$ y $L(H_1)$ son los valores que toma la función de verosimilitud (Ecuación 7) s nula y alternativa, respectivamente.
- El estadístico λ expresa la cantidad de veces que es más probable que los datos se ajusten a un modelo que al otro.

Se distribuye asintóticamente como una Chi-cuadrado con r grados de libertad, siendo r el número de restricciones impuestas por la hipótesis nula (X^2_r),

Como se comentó anteriormente, los resultados son altamente dependientes de la correcta selección de la forma funcional del modelo.

A continuación, se realiza el contraste de hipótesis para comparar el ajuste del modelo con especificación Cobb-Douglas frente a uno con especificación Translogarítmica, siendo el primero (modelo bajo hipótesis nula) un caso particular del segundo (hipótesis alternativa).

3.2.2. Modelado de la función de producción de Cobb – Douglas

La hipótesis que la forma funcional correcta del modelo es la Cobb-Douglas se impuso mediante la eliminación de los términos cuadrados y productos cruzados (los β_{jk} , de la ecuación 6) y reestimando el modelo. Dado que el valor del estadístico λ (38,954) es mayor al valor crítico (25,00), se rechaza la hipótesis nula ($H_0 : \beta_{jk} = 0$) a un nivel de significancia del 5%, lo que confirma que el modelo adecuado es la forma funcional Translogarítmica. (Ver Tabla 8)

Las variables son: cantidad de vacas cantidad de vacas en ordeño, mano de obra, índice tecnológico e índice alimentario.

Tabla N° 8:*Contraste de hipótesis del modelo de frontera estocástica*

Contraste de hipótesis del modelo de frontera estocástica				
	L(H ₀)	L(H ₁)	λ	Valor crítico
(H ₀) β ₁₁ = ... = β ₁₅ = β ₂₂ = ... = β ₂₅ = β ₃₃ = ... = β ₃₅ = β ₄₄ = ... = β ₅₅ = 0	-18,728	0,748	38,954	25,00 ^a
(H ₀) λ = 0	-6,096	0,748	13,689	5,13 ^b
(H ₀) μ = 0	0,748	0,748	1,325	3,84 ^c

Notas: a) Valor crítico correspondiente a la distribución Chi Cuadrado con 15 grados de libertad. b) Valor crítico obtenido de la Tabla 5 con 1 grado de libertad. c) Valor crítico correspondiente a la distribución Chi Cuadrado con 1 grado de libertad.

En la Tabla 7, el parámetro γ revela la proporción de la varianza total del error combinado que es atribuible a la ineficiencia. El valor de 0,999 que asume este parámetro implica que la ineficiencia es altamente significativa en el análisis de la producción. En este punto es preciso aclarar que la correcta contribución relativa de la ineficiencia está dada por:

$$\gamma^* = \left[\frac{\gamma}{\frac{\gamma + (1 - \gamma)\pi}{(\pi - 2)}} \right] \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dado que la verdadera varianza de $\mu_i(0)$ es proporcional pero no exactamente igual a $\sigma^2(0,162)$. Este cálculo del mismo modo arroja un valor próximo a 1, lo que implica que el componente aleatorio es usualmente nulo.

A fin de comprobar la existencia de ineficiencia técnica en la muestra objeto de estudio (productores de leche cruda de la parroquia Salinas del cantón Guaranda), se realiza el test de razón de MRV que considera como hipótesis nula la ausencia de ineficiencia ($H_0 : \gamma = 0$). Aceptar dicha hipótesis es equivalente a omitir el término μ_i de la ecuación (9) y el modelo resultante se podría estimar por MCO.

Un punto a destacar en este caso es que se trata de una prueba unilateral ($H_0 : \gamma = 0$; $H_1 : \gamma > 0$), en la que $\gamma = 0$ se halla localizada en el límite del espacio de valores que puede tomar el parámetro. Es por ello que bajo la hipótesis nula el estadístico λ conserva una distribución Chi-Cuadrado Mixta:

$$\frac{1}{2}X_0^2 + \frac{1}{2}X_1^2 \quad (\text{Ecuación 9})$$

El valor crítico se establece a partir de la Tabla 8. El estadístico λ (13,689) resulta

mayor que el valor crítico (5,13) por lo que se procedió al rechazó la hipótesis nula (H_0) con un nivel de confianza del 5%. En efecto, el modelo está correctamente especificado con un término para la ineficiencia técnica. (Ver Tabla 8)

El modelo fue inicialmente especificado conjeturando una distribución seminormal para el término de la ineficiencia técnica μ_i (distribución normal truncada en cero). La última hipótesis nula ($H_0 : \mu = 0$) conjetura dicha especificación, por sobre la de una distribución normal truncada más general en la que la media, puesto que puede ser diferente a cero. De acuerdo con el valor que tomó el estadístico λ se acepta la hipótesis alternativa (H_1) por lo que la especificación válida para μ_i es la seminormal.

- **Modelo econométrico**

Con los datos obtenidos por vaca, referentes a volumen de leche en litros producidos, numero de vacas, vacas lactantes, tecnología, personal utilizado y el número de veces que se dota de alimentación por día, durante el periodo de análisis para obtener el mejor ajuste de la función de producción tipo Cobb-Douglas bivariada, se utilizó un modelo de regresión no lineal con error multiplicativo, que representa la relación funcional de (variable dependiente) respecto a (variable independiente). El segundo modelo que se utilizó para ajustar los datos fue del tipo Cobb-Douglas estocástico:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5} \mu_i \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

- Y representa el volumen de leche en litros,
- β_0 la ordenada al origen (constante),
- β_1 el coeficiente de regresión del número de vacas,
- β_2 el coeficiente de regresión de lactación,
- β_3 el coeficiente de regresión del personal,
- β_4 coeficiente de regresión de tecnología,
- β_5 el coeficiente de regresión del insumo alimento por día,
- X_1 la cantidad de vacas,
- X_2 la cantidad de vacas en lactación,
- X_3 la cantidad personas,
- X_4 uso de tecnología,

- X_5 la cantidad alimento consumido, y
- μ_i el error aleatorio.

Los errores (μ_i) se suponen no correlacionados, con media cero y varianza desconocida.

Para transformar el modelo estadístico a un modelo econométrico, bivariado y pseudocuadrático y obtener los coeficientes de regresión, se linealizó el modelo, tomando el logaritmo en ambos lados de la ecuación, quedando como sigue:

$$\text{Log}(Y) = \log(\beta_0) + \beta_1 \log(X_1) + \beta_2 \log(X_2) + \beta_3 \log(X_3) + \beta_4 \log(X_4) + \beta_5 \log(X_5)$$

Este modelo es lineal en los parámetros, por lo que el modelo de regresión lineal múltiple fue el siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + e_i$$

Lo que supone errores multiplicativos al ser el anterior un modelo econométrico. β_0 se obtuvo como el antilogaritmo de β_0 o 10^{β_0} .

Los resultados del modelo lineal estimado muestran que existe una relación positiva entre el número de vacas, vacas lactantes, tecnología, personal utilizado y alimentación por día. Al considerar como criterio de ajuste del modelo R^2 ajustado (76%), de acuerdo al criterio de: (0 – 0,25 escasa o nula; 0,26-0,50 débil; 0,51- 0,75 entre moderada y fuerte; 0,76- 1,00 entre fuerte y perfecta). El modelo lineal estimado fue el siguiente:

$$Y_i = 270.208 - 0,012X_1 + 2,045X_2 + 0,031X_3 - 0,077X_4 + 0,006X_5$$

Al aplicar el antilogaritmo a los coeficientes de la función anterior se obtuvo la función no lineal Cobb-Douglas:

$$Y = \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}, \dots, X_n^{\beta_n} = 270.208 X_1^{-0,012} X_2^{2,045} X_3^{0,031} X_4^{-0,077} X_5^{-0,006}$$

La función presenta rendimientos decrecientes a escala (un aumento de todos los factores en una misma proporción, la producción aumenta en menor proporción). El valor 270.208 significa que el volumen en litros de leche obtenida dada en el periodo de tiempo considerado en el análisis, asociado al comportamiento productivo de los insumos variables y su consecuencia en la función de la respuesta productiva, que es el rendimiento en leche medio de la parroquia Salinas del cantón Guaranda.

Aplicando el procedimiento, denominado método simplificado, que consistió en obtener la $TMgST$, que bajo la teoría de la producción (Henderson y Quandt, 1995), en especial la que tiene que ver con isocuantas (relación técnica insumo-insumo), se expresa como:

$$TMgST = \frac{PMg_1}{PMg_2} \quad (\text{Ecuación 11})$$

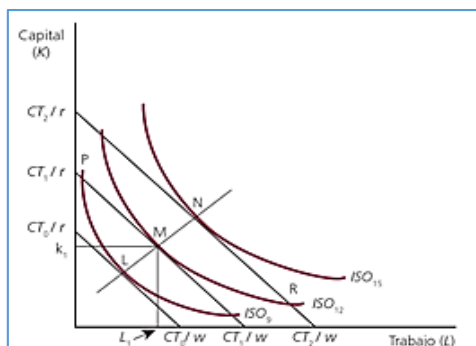


Gráfico N° 5: Punto óptimo del costo de la producción

Fuente: El autor con base en (Henderson y Quandt, 1995).

Nota: Criterio para el cálculo y la gráfica. - En el punto M, la curva Isocuantas ISO_{12} y la recta de isocosto que corresponde a CT_1 son tangentes, es decir sus pendientes son iguales. (Ver Gráfico 5)

La derivada parcial de Y (condición de primer orden) respecto a X_1 (PMg_1) es:

$$PMg_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = -0,012(270.208)(X_1^{-0,012-1})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = -3.242(X_1^{-1.012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = \frac{-3,242 X_2^{2,045} X_3^{0,031}}{X_1^{1.012} X_4^{0,077} X_5^{0,006}}$$

La derivada parcial de (condición de primer orden) respecto a X_2 (PMg_2) es:

$$PMg_2 = \frac{\partial Y}{\partial x_2} = 2,045(270.208)(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045-1})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_2 = \frac{\partial Y}{\partial x_2} = 552.57(X_1^{-0,012})(X_2^{1,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_2 = \frac{\partial Y}{\partial x_2} = \frac{552.57 X_2^{1,045} X_3^{0,031}}{X_1^{0,012} X_4^{0,077} X_5^{0,006}}$$

La derivada parcial de (condición de primer orden) respecto a X_3 (PMg_3) es:

$$PMg_3 = \frac{\partial Y}{\partial x_3} = 0,031(270.208)(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031-1})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_3 = \frac{\partial Y}{\partial x_3} = 8,376(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{-0,969})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_3 = \frac{\partial Y}{\partial x_3} = \frac{8,576 X_2^{2,045}}{X_1^{0,012} X_3^{0,969} X_4^{0,077} X_5^{0,006}}$$

La derivada parcial de (condición de primer orden) respecto a X_4 (PMg_4) es:

$$PMg_4 = \frac{\partial Y}{\partial x_4} = -0,077(270.208)(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077-1})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_4 = \frac{\partial Y}{\partial x_4} = -20.806(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,923})(X_5^{-0,006})$$

$$PMg_4 = \frac{\partial Y}{\partial x_4} = \frac{-20.906 X_2^{2,045} X_3^{0,031}}{X_1^{0,012} X_4^{0,923} X_5^{0,006}}$$

La derivada parcial de (condición de primer orden) respecto a X_5 (PMg_5) es:

$$PMg_5 = \frac{\partial Y}{\partial x_5} = -0,006(270.208)(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-0,006-1})$$

$$PMg_5 = \frac{\partial Y}{\partial x_5} = -1,621(X_1^{-0,012})(X_2^{2,045})(X_3^{0,031})(X_4^{-0,077})(X_5^{-1,006})$$

$$PMg_5 = \frac{\partial Y}{\partial x_5} = \frac{-1,621 X_2^{2,045} X_3^{0,031}}{X_1^{0,012} X_4^{0,077} X_5^{1,006}}$$

Por tanto:

$$X_1 = 0,70$$

$$X_2 = 0,94$$

$$X_3 = 0,80$$

$$X_4 = 0,99$$

$$X_5 = 1,21$$

Al sustituir los valores que se obtuvieron de los insumos variables X_1 , X_2 , X_3 , X_4 y el

de X_5 en la función de producción tipo Cobb-Douglas seudocuadrática:

$$Y = 270.208X_1^{-0,012} X_2^{2,045} X_3^{0,031} X_4^{-0,077} X_5^{-0,006}$$

$$Y = 270.208 (0,70)^{-0,012} (0,94)^{2,045} (0,80)^{0,031} (0,99)^{-0,077} (1,21)^{-0,006}$$

$$Y = 270,208(1,043) (0,881)(0,993)(1,007)(0,998)$$

$$Y = 247.780$$

Este valor ($y=247.780$) representa la cantidad óptima de leche, proporcionadas las cantidades óptimas de insumos, que procede de la función de producción tipo Cobb-Douglas bivariada seudocuadrática. Es seudocuadrática porque es no lineal (Ver Gráfico 4).

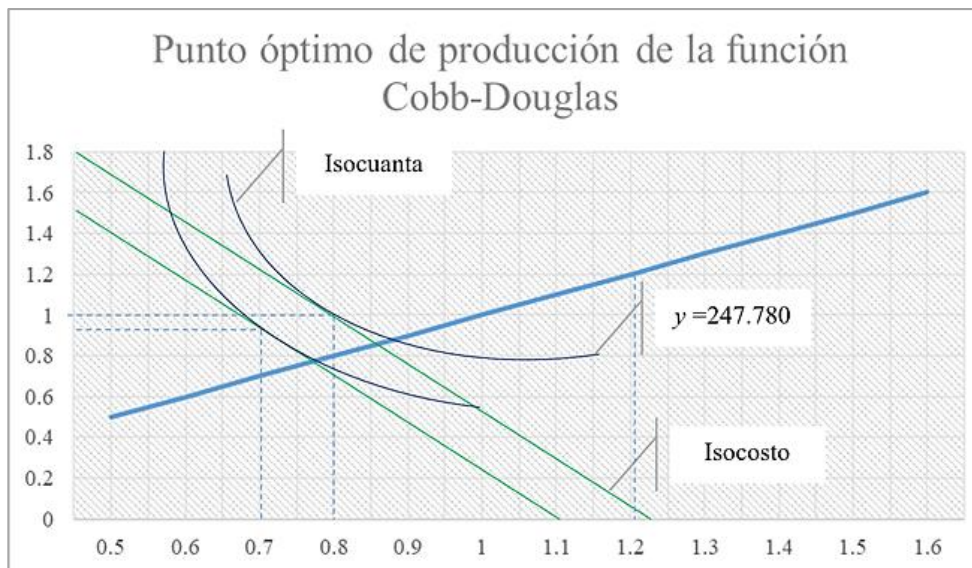


Gráfico N° 6: Punto óptimo de producción de la función Cobb-Douglas

Fuente: El autor con base en el modelo estadístico y el Gráfico N° 3.

- **Análisis económico al nivel óptimo técnico NOT**

El nivel óptimo técnico (NOT) es la magnitud más alta que obtiene la variable de respuesta concebida por el valor numérico de los cinco insumos variables (X_1 la cantidad de vacas, X_2 la cantidad de vacas en lactación, X_3 la cantidad personas, X_4 uso de tecnología, X_5 la cantidad alimento consumido); es decir, donde el producto marginal (PMg), vale cero.

Con la información de precios de los insumos y del producto, el costo total (CT), el ingreso total (IT) y la ganancia (G), se puede comprobar que la máxima ganancia se

obtuvo con la combinación óptima (mínimo 44% y máximo 68%) encontrada en ambos procedimientos (Ganancias/Ingresos). (Ver Tabla 9)

Tabla N° 9:

Comparación de valores observados versus el óptimo.

Periodo	Ingreso total (\$)	Costo total (\$)	Ganancia(\$)	Optimización
1	1,578.50	886.8	691,70	44%
2	1,687.50	900.6	786,86	47%
3	1,764.00	914.22	849,78	48%
4	1,773.00	883.22	889,78	50%
5	1,707.50	954.59	752,91	44%
Óptimo	1,769.00	558.62	1.210,38	68%

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas.

Significa que, con un volumen de 247, 780 litros de leche, inversión de 850 \$/vaca, costos costo de la producción de terneros 25 \$/cría, precio de la tecnología utilizada 0.03 \$/lt y precio del alimento 4.12 \$/kg la ganancia óptima será de 1,210.38 dólares por vaca (Tabla 9). Esta combinación también permite observar que el productor estaría perdiendo o estaría dejando de ganar dinero en todas las combinaciones utilizadas en este escenario, la peor combinación será la uno y la mejor la cuatro; esto representa el costo de oportunidad

3.2.3. Cálculo de la eficiencia de producción

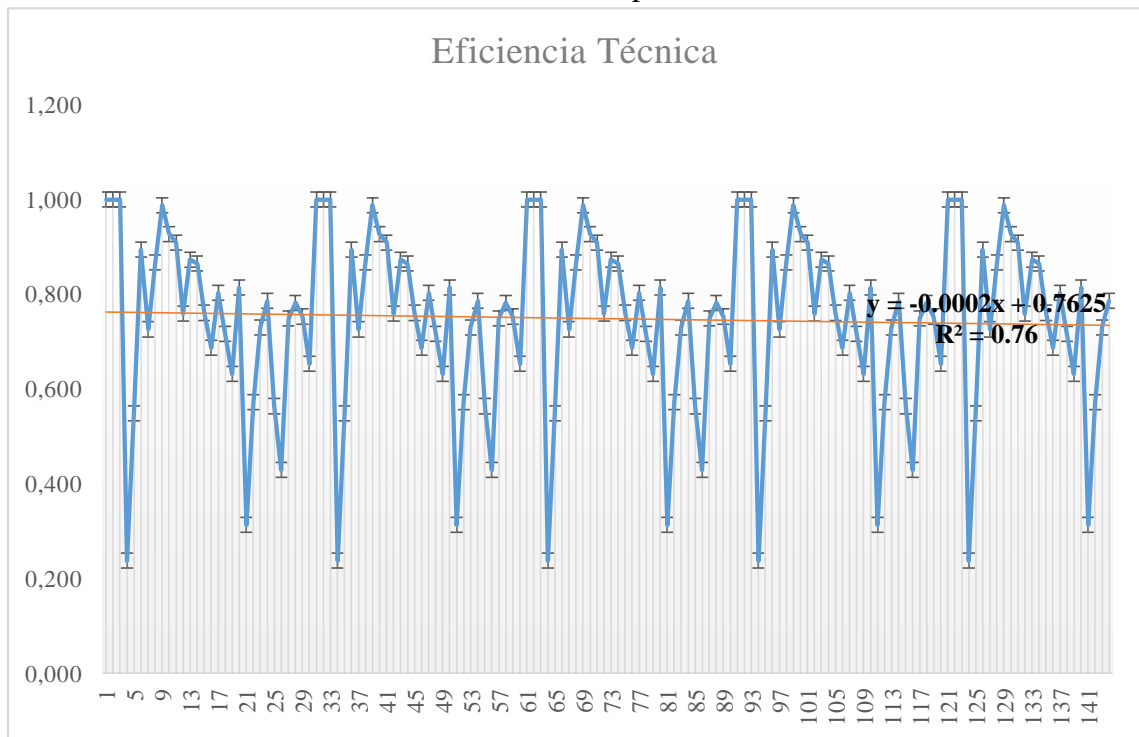
A partir de la frontera de producción estimada, el índice de eficiencia calculado para las explotaciones de la parroquia Salinas del cantón Guaranda (Eficacia = Resultado alcanzado*100 / Resultado previsto), presenta un valor medio del 0,745, con una eficiencia técnica mínima del orden de 0,238 y máxima de 1,000. (Ver Anexo C).

Cuando se utiliza el término eficiencia normalmente nos estamos refiriendo a la eficiencia de tipo económico, aunque cabría hablar de otro tipo de eficiencia, en este caso, técnica, que conviene diferenciar. Así la eficiencia técnica hace referencia al uso de los factores de producción que utiliza una explotación de la parroquia Salinas del cantón Guaranda de un carácter técnico, de tal modo que el proceso más eficiente técnicamente será aquel que utilice menos unidades físicas de factores productivos, mientras que la eficiencia económica se refiere al uso adecuado de los factores desde el punto de vista

de costes, siendo el proceso más eficiente económicamente el que cuesta menos.

Bajo el criterio de eficiencia técnica se desecharán las combinaciones de factores productivos que para obtener igual cantidad de producto exijan mayores empleos de dichos factores. La duda surge cuando se emplea más de un factor y menos de otro, entonces el criterio de eficiencia técnica no sirve para elegir teniendo que utilizar el de eficiencia económica para hacerlo (Ver Gráfico 7).

Gráfico N° 7: Cálculo de la eficiencia de la producción



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas. (Anexo B)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis del comportamiento de la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda, mediante la utilización de una encuesta aplicada a la muestra de estudio, evidenció que la parroquia Salinas del cantón Guaranda es eminentemente agrícola ya que por ramas de actividad el 74% de su población se dedica a actividades agro-industriales y artesanales, el 6% comercio al por mayor y menor, el 5% a la construcción, el 2% tanto a Industrias Manufactureras como a Actividades financieras y de seguros y 1% a actividades relacionadas con: Transporte y almacenamiento, Enseñanza, Actividades de los hogares como empleadores, trabajador nuevo y otras actividades de servicio.

La utilización de la función de producción tipo Cobb-Douglas continúa siendo útil en el análisis de la producción para medir el uso de los factores productivos, desde el punto de vista de las relaciones de la eficiencia técnica y económica. Los dos procedimientos algebraicos, corroboraron el resultado óptimo para los insumos variables y el rendimiento que se analizaron en la solución del modelo.

El análisis del comportamiento de la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda, permitió no solo estudiar la teoría con ecuaciones y tablas, elementos que definen las funciones de producción, sino también buscar una visualización gráfica las figuras que les corresponden. En consecuencia, las estimaciones descritas son consistentes, siendo ($y=247.780$), la cantidad óptima de leche (Tabla 6), dadas las cantidades óptimas de insumos, que proviene de la función de producción tipo Cobb-Douglas bivariada seudocuadrática.

Recomendaciones

De acuerdo a la literatura econométrica, una función de producción es especial y muy útil en los análisis micro y macroeconómicos. La función de producción Cobb – Douglas, representa la relación que existe entre la cantidad producida en un proceso productivo y la cantidad de insumos utilizados en ese proceso.

La utilización de la función de producción Cobb – Douglas, es significativa, puesto que tiene un protagonismo creciente en las investigaciones acerca de la posición cíclica a

la medición de la elasticidad de los rendimientos de escala. Misma que mide la variación porcentual de la producción ante cambios en la cantidad de insumos utilizados.

Las estrategias cooperativas de la parroquia Salinas del cantón Guaranda deberían ocupar un alto grado de importancia para los productores a pequeña escala, puesto que la actividad lechera mejora la seguridad alimentaria y representa una fuente de empleo e ingresos para las familias de pequeños ganaderos. La producción lechera de los pequeños productores puede variar considerablemente según la zona agroecológica y las condiciones socioeconómicas. Como ejemplos se pueden citar las explotaciones de la parroquia con menos de 6 vacas según muestra el número de animales con mayor frecuencia (Moda = 6) dentro de una explotación de la parroquia, por tal motivo se recomienda ampliar los estudios en el sector, para simplificar las estrategias a utilizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albarrán, T. J. L., (2016). *La asociatividad en el desarrollo del sector textil artesanal del cantón Otavalo*, Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
2. Alvarado, M. A., Ullauri, M. R. & Benítez, L. F. V., (2020). Impacto de exportaciones primarias en el crecimiento económico del Ecuador: análisis econométrico desde Cobb Douglas, período 2000-2017. *INNOVA Research Journal*, 5(1), pp. 220-231.
3. Álvarez, S. G., (2017). *Medición de la productividad del sector manufacturero del Ecuador en el año 2014 por tamaño de empresa. Aplicación de la función de Cobb-Douglas*, Cuenca: Universidad del Azuay.
4. Bellod, R. F., (2011). La función de producción Cobb – Douglas y la economía española. *Revista Economía Crítica*, 12(12), pp. 1-30.
5. Córdoba, M., Bruno, C., Costa, J. & Balzarini, M., (2016). Variabilidad espacial de suelo a escala de lote y su relación con los rendimientos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(1), pp. 47-53.
6. Feraudi, G. P. & Ayaviri, N. D., (2018). La función de producción Cobb Douglas y su aplicación en la economía boliviana. *INNOVA Research Journal*, 3(4), pp. 70-82.
7. Guananga-Díaz, F. R., Muyulema-Allaica, J. C., Rodríguez-Sevilla, D. I. & Guananga-Rodríguez, B. G., (2020). La teoría de restricciones (TOC) y su incidencia en los costos de producción. Caso empresa MIVIRN de Riobamba-Ecuador. *Conciencia Digital*, 3(3.1), pp. 285-306. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1395>
8. Henderson, J. M. & Quandt, R. E., (1995). *Teoría microeconómica. Una aproximación matemática*. 11 ed. Barcelona: Ariel.
9. Hernández, S. R., Fernández, C. C. & Baptista, L. M., (2014). *Metodología de la Investigación*, 6 ed.. México D.F. : McGraw-Hill Education..
10. Ibarra, S. J. & García, P. F., (2013). Elasticidades de sustitución y separabilidad de los factores productivos de la industria maquiladora. *Estudios fronterizos*, 14(28), pp. 155-185.
11. Jiménez, S. A., Calderón, T. Á., Gómez, V. E. & Altuna, J. L., (2016). Situación de la producción lechera en Bolívar. Parroquia Salinas, Guaranda. *International Journal of Applied Science and Technology* 6(1), pp. 1-6.
12. Klump, R., McAdam, P. & Willman, A., (2007). Factor Substitution and Factor Augmenting Technical Progress in the US: A Normalized Supply-Side System Approach. *Review of Economics and Statistics (The MIT Press)*, 89(1), pp. 183-192.

13. MAGAP., (2018). *Boletín Agrícola Integral al primer trimestre 2018. Análisis de variaciones*, Quito: MAGAP.
14. Mora, T., (2018). Rendimientos a escala homogéneos para las provincias españolas. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, (3), pp. 65-80.
15. Muyulema-Allaica, C. A., Muyulema-Allaica, J. C., Pucha-Medina, P. M. & Ocaña-Parra, S. V., (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital*, 4(1), pp. 43-66. <https://www.researchgate.net/deref/https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.33262%2Fvisionariodigital.v4i1.1089>
16. Niño, V., (2011). *Metodología de la Investigación: diseño y ejecución*. Primera ed. Bogotá: Ediciones de la U.
17. Palella, S. & Martins, F., (2017). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. 4 ed. Caracas: Fedupel.
18. Pineda, O. D., (2015). Análisis bibliométrico para la identificación de factores de innovación en la industria alimenticia. *Revista AD-minister*, (27), pp. 95-126.
19. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Salinas, (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019*, Salinas de Guaranda: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Salinas.
20. Rajimon, J., (2015). La economía y la función de producción en educación. *Revista Científica Visión de Futuro*, 13(1), pp. 31-43.
21. Ramírez, A. N., Mungaray, L. A., Ramírez, U. M. & Taxis, F. M., (2010). Economías de escala y rendimientos crecientes. Una aplicación en microempresas mexicanas. *Economía Mexicana. Nueva Época*, XIX (2), pp. 213-230..
22. Ramírez, V. A., (2015). Ajuste de una Función de Producción al Sector Financiero en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 23(1), pp. 141-156.
23. Rebollar, R. S., Callejas, J. N. & Guzmán, S. E., (2018). La función Cobb-Douglas de la producción semintensiva de leche en el sur del Estado de México. *Análisis Económico*, XXXIII(82), pp. 125-141.
24. Usca-Veloz, R. B., Muyulema-Allaica, J.C., Espinosa-Ruiz, C. G., Sánchez-Macías R. A., Velasteguí-Bósquez, G. A. & Caspi-Pilamunga, W. M., (2019). La interconexión digital de

objetos habituales con internet y sus aplicaciones para la empresa y la Industria 4.0: Review. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica – RIIT*, 7(41), pp. 1-19.

25. Zambrano, V. D. I., Castillo, M. E. A. & Simbaña, T. L. E., (2017). La producción de leche en Ecuador y Chimborazo: nuevas oportunidades e implicaciones ambientales. *Yura: Relaciones Internacionales*, 10(2), pp. 270-289.
26. Zhang, Q., Dong, W., Wen, C. & Li, T., (2020). Study on factors affecting corn yield based on the Cobb-Douglas production function. *Agricultural Water Management*, 228(2), p. e105869. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105869>

ANEXOS

Anexo A: Formato de encuesta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS

Objetivo: Analizar el comportamiento de la cadena productiva del sector lechero de la parroquia Salinas del cantón Guaranda, provincia Bolívar, explicando los factores que inciden en el nivel de producción, para el establecimiento del tipo de rendimientos de escala que presenta.

Instrucción: Sírvase contestar la siguiente encuesta con la mayor sinceridad posible.

CUESTIONARIO

I. **PROVEDORES DE BIENES Y SERVICIOS:**

1. ¿Qué empresas o Instituciones son proveedoras de insumos como: ¿semillas de pastos, fertilizantes, herbicidas, medicamentos?

Veterinarias	Centro Agrícola	Fertisa	Agrocentros	Ecuaquímica	Otro
--------------	-----------------	---------	-------------	-------------	------

2. ¿Qué empresas o Instituciones son proveedoras de equipos para el procesamiento de la leche?

Artisanal Salinas	Danessa	Agrozootec	Rodey	Otro
-------------------	---------	------------	-------	------

3. ¿Qué empresas o Instituciones brindan Asistencia Técnica en su explotación?

MAGAP	AGROCALIDAD	MIPRO	MAE	MIES	Otra	Ninguna
-------	-------------	-------	-----	------	------	---------

II. **SUELOS Y FORRAJES Y TECNOLOGÍA**

4. Superficie de suelo destinado para ganadería destinada a la producción de leche
Especifique.....

5. ¿Realiza fertilización química en sus praderas?

Si	No
----	----

6. ¿Maneja sistemas de riego en sus potreros?

Si	No
----	----

7. ¿Cuenta con equipo y tecnología adecuada de ordeño para vacas?

Si	No
----	----

III. **COMPOSICION DEL HATO**

8. ¿Con que razas de ganado lechero dispone usted?

Holstein	Brownswiss	Jersey	Soltura	Criollo	Otro
----------	------------	--------	---------	---------	------

IV. PRODUCCIÓN

9. ¿Cuántos litros de leche obtiene por día?

Especifique.....

10. ¿Cuántas vacas actualmente se encuentran en producción?

Especifique.....

11. ¿Cuántos ordeños realiza por día?

Especifique.....

12. ¿Qué sistema de ordeño maneja en la producción?

Ordeño manual	Ordeño mecanizado
---------------	-------------------

13. ¿Cuántas veces por día alimenta a sus vacas?

Especifique.....

14. ¿Con qué frecuencia se suministra el balanceado?

Especifique.....

15. ¿Cuántas personas laboran en el proceso de producción de leche?

Especifique.....

16. ¿Considera usted que cuenta con el personal adecuado en el proceso de producción de leche?

Si	No
----	----

V. ACOPIO, TRANSPORTE E INDUSTRIA

17. ¿Cuenta con un tanque silo?

Si	No
----	----

VI. COMERCIALIZACION FORMAL

18. Lugar de venta del producto final:

Especifique.....

Anexo B: Base de datos de los principales índices estadísticos de las variables encuestadas

1. Estadísticos

Estadísticos

		¿Cuántos litros de leche obtiene por día?	¿Cuántas vacas actualmente se encuentran en producción?	¿Cuántas crías actualmente se encuentran en lactación?	¿Cuenta con equipo y tecnología adecuada de ordeño para vacas?	¿Cuántas personas laboran en el proceso de producción de leche?	¿Cuántas veces por día alimenta a sus vacas?
N	Válido	144	144	144	144	144	144
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		270.2083	18.6250	16.3611	1.4236	1.9306	4.8681
Error estándar de la media		27.94347	1.53035	1.40611	.04132	.07418	.05851
Mediana		80.0000	8.0000	7.0000	1.0000	2.0000	5.0000
Moda		60.00	6.00	5.00	1.00	2.00	5.00
Desv. Desviación		335.32166	18.36418	16.87329	.49586	.89014	.70211
Varianza		112440.614	337.243	284.708	.246	.792	.493
Asimetría		1.585	1.155	1.211	.312	.861	.189
Error estándar de asimetría		.202	.202	.202	.202	.202	.202
Curtosis		1.125	-.205	-.010	-1.929	.171	-.949
Error estándar de curtosis		.401	.401	.401	.401	.401	.401
Mínimo		48.00	4.00	3.00	1.00	1.00	4.00
Máximo		1200.00	60.00	56.00	2.00	4.00	6.00
Percentiles	25	60.0000	6.0000	5.0000	1.0000	1.0000	4.0000
	50	80.0000	8.0000	7.0000	1.0000	2.0000	5.0000
	75	320.0000	30.0000	27.0000	2.0000	2.0000	5.0000

2. Tabla de frecuencia por variable encuestada

¿Cuántas vacas actualmente se encuentran en producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4.00	9	6.3	6.3
	5.00	25	17.4	23.6
	6.00	31	21.5	45.1
	7.00	5	3.5	48.6
	8.00	4	2.8	51.4
	10.00	9	6.3	57.6
	12.00	9	6.3	63.9
	18.00	4	2.8	66.7
	20.00	5	3.5	70.1
	24.00	5	3.5	73.6
	30.00	9	6.3	79.9
	44.00	5	3.5	83.3
	48.00	4	2.8	86.1
	50.00	8	5.6	91.7
	55.00	4	2.8	94.4
	59.00	4	2.8	97.2
	60.00	4	2.8	100.0
Total	144		100.0	

¿Cuántas vacas actualmente se encuentran en producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4.00	9	6.3	6.3
	5.00	25	17.4	23.6
	6.00	31	21.5	45.1
	7.00	5	3.5	48.6
	8.00	4	2.8	51.4
	10.00	9	6.3	57.6
	12.00	9	6.3	63.9
	18.00	4	2.8	66.7
	20.00	5	3.5	70.1
	24.00	5	3.5	73.6
	30.00	9	6.3	79.9
	44.00	5	3.5	83.3
	48.00	4	2.8	86.1
	50.00	8	5.6	91.7
	55.00	4	2.8	94.4
	59.00	4	2.8	97.2
	60.00	4	2.8	100.0
Total	144		100.0	

¿Cuántas crías actualmente se encuentran en lactación?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3.00	10	6.9	6.9
	4.00	24	16.7	23.6
	5.00	27	18.8	42.4
	6.00	9	6.3	48.6
	7.00	8	5.6	54.2
	8.00	5	3.5	57.6
	10.00	9	6.3	63.9
	15.00	4	2.8	66.7
	19.00	10	6.9	73.6
	27.00	5	3.5	77.1
	28.00	4	2.8	79.9
	38.00	5	3.5	83.3
	39.00	4	2.8	86.1
	45.00	4	2.8	88.9
	47.00	4	2.8	91.7
	50.00	4	2.8	94.4
	55.00	4	2.8	97.2
	56.00	4	2.8	100.0
Total	144		100.0	

¿Cuenta con equipo y tecnología adecuada de ordeño para vacas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	83	57.6	57.6
	No	61	42.4	100.0
Total	144		100.0	

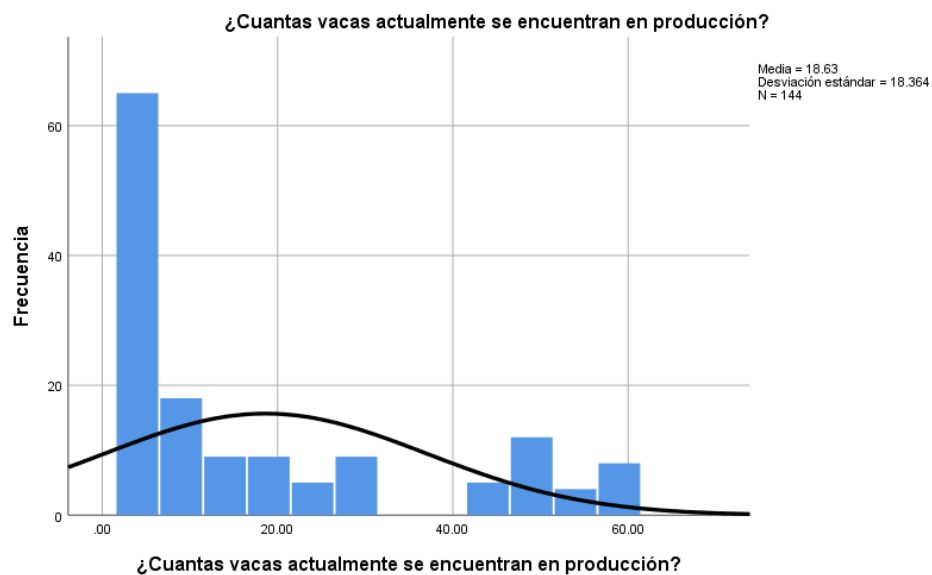
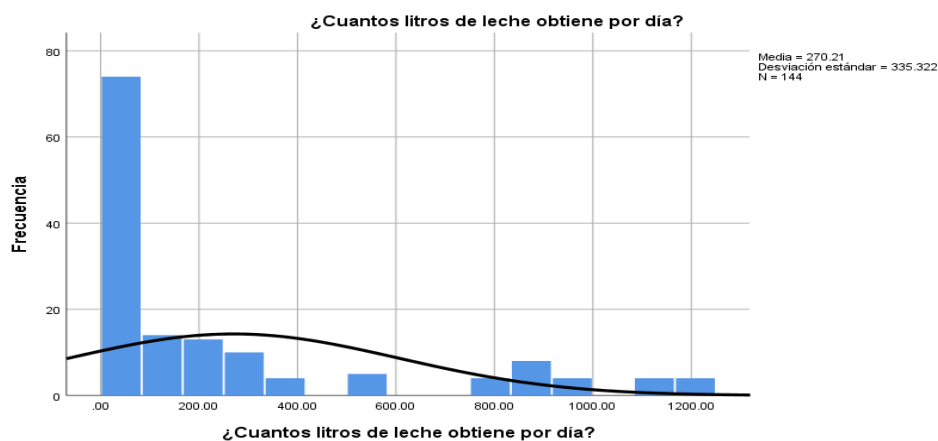
¿Cuántas personas laboran en el proceso de producción de leche?

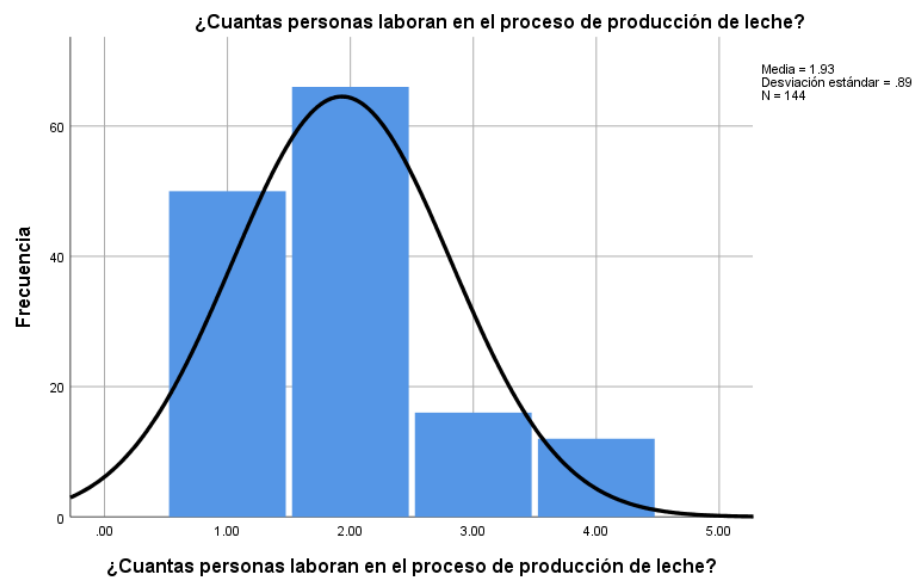
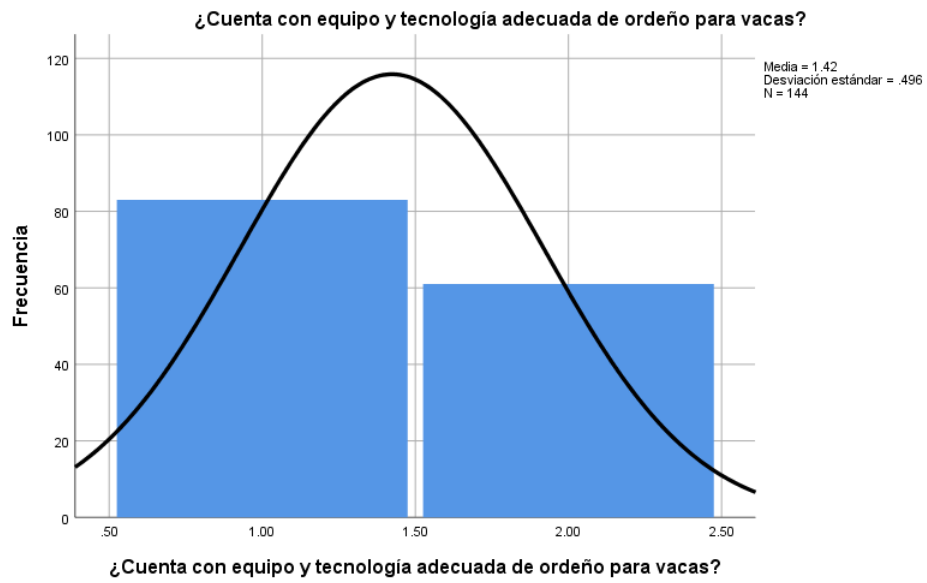
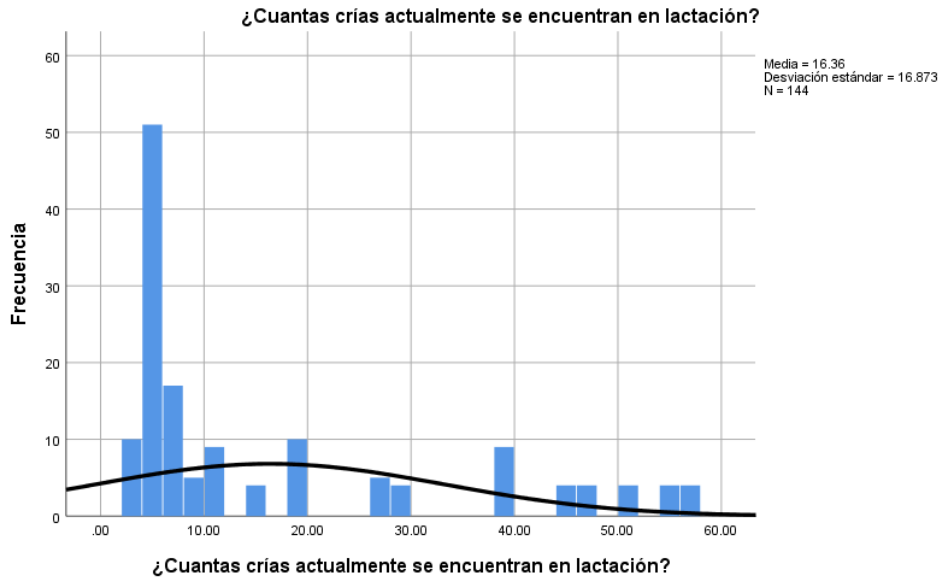
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1.00	50	34.7	34.7
	2.00	66	45.8	80.6
	3.00	16	11.1	91.7
	4.00	12	8.3	100.0
Total	144	100.0	100.0	

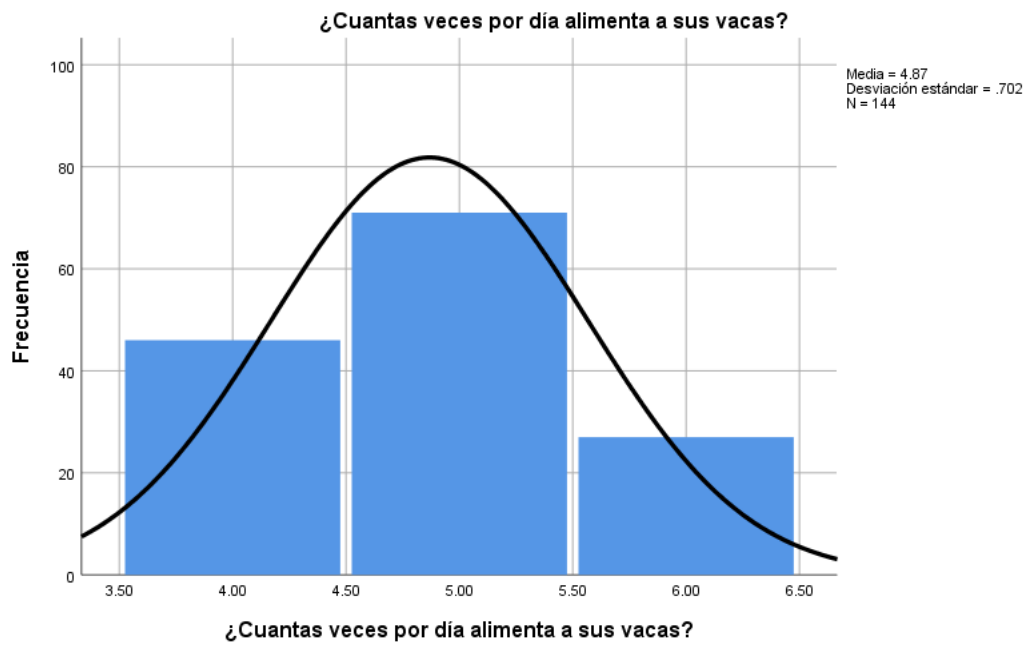
¿Cuántas veces por día alimenta a sus vacas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4.00	46	31.9	31.9
	5.00	71	49.3	81.3
	6.00	27	18.8	100.0
Total	144	100.0	100.0	

3. Histogramas por variable encuestada







Anexo C: Índices de Eficiencia SFA por explotación

Índices de Eficiencia SFA	
Explotación	Eficiencia Técnica
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	0.238
5	0.549
6	0.894
7	0.726
8	0.867
9	0.988
10	0.927
11	0.909
12	0.759
13	0.873
14	0.865
15	0.761
16	0.687
17	0.803
18	0.716
19	0.632
20	0.814
21	0.313
22	0.572
23	0.730
24	0.786
25	0.564
26	0.429
27	0.749
28	0.782
29	0.753
30	0.653
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	0.238
35	0.549
36	0.894
37	0.726
38	0.867
39	0.988
40	0.927
41	0.909
42	0.759
43	0.873
44	0.865
45	0.761
46	0.687
47	0.803
48	0.716
49	0.632
50	0.814
51	0.313
52	0.572
53	0.730
54	0.786
55	0.564

56	0.429
57	0.749
58	0.782
59	0.753
60	0.653
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	0.238
65	0.549
66	0.894
67	0.726
68	0.867
69	0.988
70	0.927
71	0.909
72	0.759
73	0.873
74	0.865
75	0.761
76	0.687
77	0.803
78	0.716
79	0.632
80	0.814
81	0.313
82	0.572
83	0.730
84	0.786
85	0.564
86	0.429
87	0.749
88	0.782
89	0.753
90	0.653
91	1.000
92	1.000
93	1.000
94	0.238
95	0.549
96	0.894
97	0.726
98	0.867
99	0.988
100	0.927
101	0.909
102	0.759
103	0.873
104	0.865
105	0.761
106	0.687
107	0.803
108	0.716
109	0.632
110	0.814
111	0.313
112	0.572
113	0.730

114	0.786
115	0.564
116	0.429
117	0.749
118	0.782
119	0.753
120	0.653
121	1.000
122	1.000
123	1.000
124	0.238
125	0.549
126	0.894
127	0.726
128	0.867
129	0.988
130	0.927
131	0.909
132	0.759
133	0.873
134	0.865
135	0.761
136	0.687
137	0.803
138	0.716
139	0.632
140	0.814
141	0.313
142	0.572
143	0.730
144	0.786
Media	0.745
Máximo	1.000
Mínimo	0.238
R²	0.759

1. Cálculo de la eficiencia de producción

