



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE ENZIMAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE VACAS HOLSTEIN MESTIZAS EN EL  
PRIMER TERCIO DE LACTANCIA”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentando para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA:**

**ELSA SUSANA BUÑAY TOASA**

Riobamba-Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE ENZIMAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE VACAS HOLSTEIN MESTIZAS EN EL  
PRIMER TERCIO DE LACTANCIA”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA:** ELSA SUSANA BUÑAY TOASA

**DIRECTOR:** Ing. PABLO RIGOBERTO ANDINO NÁJERA MGs.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Elsa Susana Buñay Toasa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, ELSA SUSANA BUÑAY TOASA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad académica y legal de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de Junio de 2022

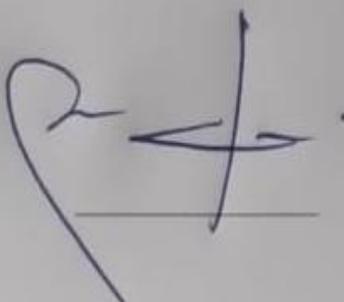
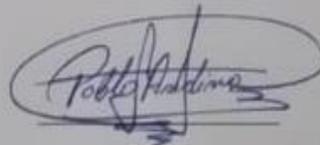
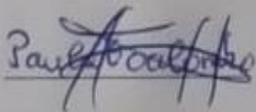
A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines. The name 'Elsa Susana Buñay Toasa' is partially legible within the scribbles.

**Elsa Susana Buñay Toasa**

**160095932-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECURIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo trabajo Experimental, “EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE ENZIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS HOLSTEIN MESTIZAS EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA”, realizado por la señorita: **ELSA SUSANA BUÑAY TOASA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Mauricio Chavez Haro Mba. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-20
Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera MGs. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-06-20
Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas PhD. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-20

## **DEDICATORIA**

A dios por ser quien me permitió existir en este mundo y por ser la luz que guía mi camino.

A mi padre Feliciano Buñay quien ha sido mi pilar, mi inspiración para seguir adelante con mis estudios y seguir cumpliendo metas, a mi madre María Toasa que desde el cielo me cuida, y me llena de bendiciones y a mi segunda madre Juana Yautibug quien me encamino y me ayudo a ser una mujer trabajadora, emprendedora, salir a la vida sin miedos.

A mis hermanos Luis, Diego, Jonathan pese a que hemos estado separados fueron un gran apoyo emocional en mi vida estudiantil.

*Elsa*

## AGRADECIMIENTO

A dios, por brindarme salud, vida y permitirme seguir adelante día a día alcanzando cada una de mis metas.

A mis Padres por su esfuerzo y su sacrificio, me han apoyado y respaldado durante toda la vida especialmente durante esta etapa.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Zootecnia por habernos acogido durante nuestros años de preparación técnico- profesional en sus aulas y fuera de ellas, a los profesores por sus enseñanzas, conocimientos y experiencias compartidas.

A mi director de tesis, Ingeniero Pablo Rigoberto Andino, a la Doctora Paula Toalombo por su apoyo, experiencia y motivación para la realización exitosa de esta investigación.

Al Ingeniero Jonnathan Valdivieso y a la Ingeniera Alicia Quinzo quienes de manera desinteresada me brindaron sus conocimientos.

*Elsa*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	3
1.1. Importancia de la producción lechera .....	3
1.2. Etapa de la lactancia .....	3
1.3. Alimentación de la vaca durante la época de lactancia .....	4
1.4. Condición Corporal.....	5
1.5. La alimentación para ganado lechero .....	6
1.5.1. <i>Forraje</i> .....	7
1.5.2. <i>Concentrados y subproductos industriales</i> .....	7
1.5.3. <i>Necesidades proteicas del ganado lechero</i> .....	7
1.5.4. <i>Necesidades energéticas del ganado lechero</i> .....	8
1.5.5. <i>Necesidades de minerales</i> .....	8
1.5.6. <i>Necesidades de agua</i> .....	9
1.6. Fisiología digestiva de los rumiantes.....	10
1.6.1. <i>Funciones de los cuatro estómagos</i> .....	11
1.6.1.1. <i>Retículo y rumen</i> .....	11
1.6.1.2. <i>Omaso</i> .....	11
1.6.1.3. <i>Abomaso</i> .....	11
1.6.1.4. <i>Intestino delgado (digestión y absorción)</i> .....	12
1.6.1.5. <i>Ciego (fermentación) e intestino grueso</i> .....	12
1.7. Las bacterias del rumen.....	12
1.7.1. <i>Microorganismos del rumen</i> .....	12
1.7.2. <i>Enzimas</i> .....	13
1.7.3. <i>Celulosa</i> .....	13

1.7.4. <i>Proteasa</i> .....	14
1.7.5. <i>Bacillus subtilis min</i> .....	14
1.7.5.1. <i>Características generales del género Bacillus</i> .....	14
1.7.6. <i>Lactobacillus acidophilus min</i> .....	14
1.7.7. <i>Sassharomyces cerevisei min</i> .....	14
1.8. <b>Ácidos grasos volátiles</b> .....	15
1.9. <b>Composición de la leche</b> .....	16
1.9.1. <i>Sólidos totales</i> .....	16
1.9.1.1. <i>Materia grasa</i> .....	16
1.9.2. <i>Sólidos no Grasos</i> .....	17
1.9.2.1. <i>Proteína</i> .....	17
1.9.2.2. <i>Lactosa</i> .....	17
1.9.2.3. <i>Densidad</i> .....	17
1.10. <b>Calidad de la leche</b> .....	18
1.11. <b>Ekomilk Ultra Pro</b> .....	19
1.11.1. <i>Funcionamiento</i> .....	20

## CAPÍTULO II

2. <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
2.1. <b>Localización y duración del experimento</b> .....	21
2.2. <b>Unidades experimentales</b> .....	21
2.3. <b>Materiales, equipos e insumos</b> .....	21
2.3.1. <i>Materiales</i> .....	21
2.3.2. <i>Equipos</i> .....	22
2.4. <b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	22
2.5. <b>Esquema del experimento</b> .....	22
2.6. <b>Mediciones experimentales</b> .....	23
2.6.1. <i>Físicas</i> .....	23
2.6.2. <i>Química</i> .....	23
2.6.3. <i>Económicas</i> .....	23
2.7. <b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	23
2.8. <b>Procedimiento experimental (en orden de ejecución)</b> .....	24
2.8.1. <i>De campo</i> .....	24
2.8.2. <i>De oficina</i> .....	25
2.9. <b>Metodología de evaluación</b> .....	25

2.9.1. <i>Análisis de leche al 1 día</i> .....	25
2.9.2. <i>Análisis de leche 30 días</i> .....	25
2.9.3. <i>Análisis de leche 60 días</i> .....	25
2.9.4. <i>Producción de leche lt</i> .....	25
2.9.5. <i>Grasa de la leche %</i> .....	26
2.9.6. <i>Sólidos no grasos %</i> .....	26
2.9.7. <i>Densidad g/ml</i> .....	26
2.9.8. <i>Sólidos totales %</i> .....	26
2.9.9. <i>Proteína %</i> .....	26
2.9.10. <i>Análisis beneficio/costo</i> .....	26

### CAPÍTULO III

<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>3.1. Comportamiento productivo y características químicas de la leche inicial en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia</b> .....	27
<b>3.2. Comportamiento productivo y características de la leche en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia por efecto de diferentes niveles de enzimas a los 30 días de evaluación</b> .....	27
3.2.1. <i>Producción de lecha, lt</i> .....	28
3.2.2. <i>Grasa, %</i> .....	28
3.2.3. <i>Sólidos no grasos, %</i> .....	30
3.2.4. <i>Proteína, %</i> .....	31
3.2.5. <i>Densidad g/ml</i> .....	31
3.2.6. <i>Sólidos Totales, %</i> .....	32
<b>3.3. Comportamiento productivo y características de la leche en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia por efecto de diferentes niveles de enzimas a los 60 días de evaluación</b> .....	32
3.3.1. <i>Grasa, %</i> .....	33
3.3.2. <i>Sólidos no grasos, %</i> .....	34
3.3.3. <i>Proteína, %</i> .....	35
3.3.4. <i>Densidad g/ml</i> .....	35
3.3.5. <i>Sólidos Totales, %</i> .....	36
<b>3.4. Análisis económico de en vacas mestizas Holstein, por efecto de diferentes niveles de enzima en la dieta</b> .....	36

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>GLOSARIO</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Condiciones corporales recomendadas para el vacuno lechero.....	6
<b>Tabla 2-1:</b> Condiciones corporales recomendadas para el vacuno lechero.....	9
<b>Tabla 3-1:</b> Requerimiento de agua para vacas lecheras .....	10
<b>Tabla 4-1:</b> Composición química de la leche en las diferentes razas.....	18
<b>Tabla 5-1:</b> Contenido de minerales en la leche .....	18
<b>Tabla 6-1:</b> Contenido de vitaminas en la leche .....	19
<b>Tabla 1-2:</b> Condiciones meteorológicas del cantón Chambo del año 2021 .....	21
<b>Tabla 2-2:</b> Esquema del experimento .....	23
<b>Tabla 3-2:</b> Esquema del ADEVA .....	24
<b>Tabla 1-3:</b> Comportamiento productivo y características químicas de la leche inicial por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia .....	27
<b>Tabla 2-3:</b> Comportamiento productivo y características químicas de la leche a los 30 días, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas.....	28
<b>Tabla 3-3:</b> Comportamiento productivo y características químicas de la leche a los 60 días, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas.....	32
<b>Tabla 4-3:</b> Análisis económico del comportamiento productivo, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Producción lechera, picos de producción.....	4
<b>Figura 2-1:</b> El sistema digestivo de una vaca incluye cuatro estómagos .....	10
<b>Figura 3-1:</b> Equipo Ekomilk .....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Análisis de regresión del porcentaje de grasa en leche, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia .....	29
<b>Gráfico 2-3:</b> Análisis de regresión del porcentaje de grasa en leche, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia a los 60 días .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRODUCCIÓN LECHERA INICIAL
- ANEXO B:** PORCENTAJE DE GRASA INICIAL
- ANEXO C:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS INICIAL
- ANEXO D:** PORCENTAJE DE PROTEÍNA INICIAL
- ANEXO E:** DENSIDAD DE LA LECHE INICIAL
- ANEXO F:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES INICIAL
- ANEXO G:** PRODUCCIÓN LECHERA A LOS 30 DÍAS
- ANEXO H:** PORCENTAJE DE GRASA A LOS 30 DÍAS
- ANEXO I:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS A LOS 30 DÍAS
- ANEXO J:** PORCENTAJE DE PROTEÍNA A LOS 30 DÍAS
- ANEXO K:** DENSIDAD DE LA LECHE A LOS 30 DÍAS
- ANEXO L:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES A LOS 30 DÍAS
- ANEXO M:** PRODUCCIÓN LECHERA A LOS 60 DÍAS
- ANEXO N:** PORCENTAJE DE GRASA A LOS 60 DÍAS
- ANEXO O:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS A LOS 60 DÍAS
- ANEXO P:** PORCENTAJE DE PROTEÍNA A LOS 60 DÍAS
- ANEXO Q:** DENSIDAD DE LA LECHE A LOS 60 DÍAS
- ANEXO R:** PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES A LOS 60 DÍAS

## RESUMEN

La investigación de los “efectos de diferentes niveles de enzimas en la producción de vacas holstein mestizas en el primer tercio de lactancia”, fue realizado en la hacienda Pucate, ubicado en el sector Julquis del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo, se evaluó el efecto de los niveles de enzimas (25 y 50 gr de enzima) en la producción de vacas holstein mestizas en el primer tercio de lactancia, para ser comparado con un tratamiento control, el tamaño de la unidad experimental fue de 1 vaca por repetición, dando un total de 15 vacas lactantes; las mismas que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar, evaluándose diferentes parámetros productivos y características químicas e la leche durante 60 días de investigación, los análisis estadísticos fueron analizados con Infostat versión (2021) y Excel 2019. Los resultados experimentales fueron sometidos al análisis de varianza, y separación de medias con la prueba de Duncan. Determinándose que en la evaluación a los 30 días se obtuvo los mejores resultados con los 25 g de enzima, con un porcentaje de grasa de 1,41%, sólidos grasos de 8,16%, proteína 3,07% densidad de 1,0294 g/ml y sólidos de 9,57%; con la misma tendencia en la evaluación a los 60 días se obtuvo resultados de grasa con 2,12%; proteína de 3,13%; densidad de 1,0293 g/ml y finalmente sólidos totales con el 10,26%. Lo cual con referencia la relación beneficio costo los 25g de enzima alcanzó un beneficio costo 1,50 con una rentabilidad del 50%. Por lo que se recomienda el uso de 25gr de enzima en la dieta diaria de vacas en el primer tercio de lactancia en vacas Holstein mestizas.

**Palabras claves:** <TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES>, <ENERGÍA DIGESTIBLE>, <ENERGÍA METABOLIZABLE>, <ENERGÍA NETA PARA MANTENIMIENTO>, <ENERGÍA NETA PARA PRODUCCIÓN>, <ENERGÍA NETA PARA LACTACIÓN>.

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Cristian Castillo



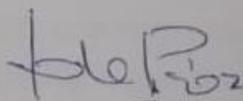
1440-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The investigation of the "effects of different enzyme levels on the production of crossbred holstein cows in the first third of lactation" was carried out at the Pucate farm located in the Julquis area of the Chambo town, Chimborazo province. The effect of enzyme levels (25 and 50 gr of enzyme) on the production of crossbred Holstein cows in the first third of lactation was evaluated to be compared with a control treatment. The size of the experimental unit was 1 cow per repetition, giving a total of 15 lactating cows; They were distributed under a completely randomized design, evaluating different productive parameters and chemical characteristics of the milk during 60 days of research, the statistical analyses were analyzed with Infostat version (2021) and Excel 2019. The experimental results were subjected to analysis of variance and separation of means with Duncan's test. It was determined that in the evaluation at 30 days the best results were obtained with 25 g of enzyme, with a percentage of fat of 1.41%, fat solids of 8.16%, protein 3.07% density of 1.0294 g/ml and solids of 9.57%; with the same tendency in the evaluation at 60 days the results obtained were fat with 2.12%, protein of 3.13%, density of 1.0293 g/ml and total solids with 10.26%. With reference to the cost-benefit ratio, the 25 g of enzyme reached a cost-benefit of 1.50 with a profitability of 50%. Therefore, the use of 25 g of enzyme in the daily diet of cows in the first third of lactation in crossbred Holstein cows is recommended.

**Keywords:** <TOTAL DIGESTIBLE NUTRIENTS>, <DIGESTIBLE ENERGY>, <METABOLIZABLE ENERGY>, <NET ENERGY FOR MAINTENANCE>, <NET ENERGY FOR PRODUCTION>, <NET ENERGY FOR MILKING>.

1440-DBRA-UTP-2022



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

0602698904

## INTRODUCCIÓN

La rentabilidad para una explotación lechera se basa principalmente en los ingresos generados por la leche menos los costos de producción, alimentación y salud, por ende el propósito de incrementar los niveles de producción se encuentran acorde con la alimentación, de tal manera que la alimentación de los hatos lecheros del Ecuador se realiza por medio de pastos y forrajes naturales, es por ello que en fincas de alta producción se han visto en la imperiosa necesidad de suministrar algún tipo de suplementación, para lograr balancear los requerimientos nutricionales de una vaca lechera, ya que en ocasiones los pastos y forrajes producidos no cumplen los requerimientos que necesitan las vacas lecheras en las etapas de lactación (Castillo et al., 2018, p.210).

La curva de lactancia representa la producción de leche a lo largo del ciclo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días. El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactación o en leche. Existe una relación positiva entre el pico y la subsecuente producción de leche a lo largo de la lactancia. Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia (Bretschneider et al., 2015, p.1).

La curva de lactación describe la producción de la leche desde el fin de la fase calostrala hasta el momento de secado. El ciclo productivo de una vaca se divide en tres tercios que comprenden los 305 días de la lactancia, cada etapa tiene diferentes requerimientos, por lo cual se conoce que la curva de lactación normal de una vaca comienza antes con la producción del calostro, luego continua con un proceso de ascenso progresivo hasta alcanzar el pico de producción alrededor de los 45 y 65 días de latencia, para luego declinar y estandarizarse hasta que una preñez avanzada causa una disminución drástica (Fedegan, 2018, p.1).

Durante el primer tercio de lactación, las demandas nutricionales de la vaca son mayores que la capacidad física de cubrir dichas demandas, por lo cual en ocasiones se puede presentar un balance energético negativo. La alimentación de los hatos lecheros de la hacienda Pucate se realiza a base de pasto, concentrado y ensilaje, y a más de esto suministramos enzimas a base de celulosa, proteasa, bacillus subtilis, lactobacillus acidophilus, sasharomyces cerevisei, los cuales ayudan a obtener beneficios positivos en la fisiología ruminal. Estos beneficios se obtendrían, principalmente, porque reduce las fluctuaciones de pH, mejora la producción de ácidos grasos volátiles, incrementa la utilización del amonio, modifica la proporción de protozoarios en el rumen y reduce el contenido de oxígeno presente en el rumen, acciones que en conjunto mejoran el ambiente ruminal, con la consecuente respuesta animal de un mayor consumo de materia seca,

mayor disponibilidad de energía e incremento en la producción de leche, menor pérdida de peso corporal, mantenimiento de la condición corporal, y favoreciendo una pronta recuperación del balance energético negativo propio del inicio de la lactancia (Rivas et al., 2006, p.381).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Evaluar los diferentes niveles de enzimas de 25 y 50 gramos vs el testigo en la suplementación de la ración alimenticia de vacas Holstein mestizas del primer tercio de lactancia para identificar el mejor rendimiento en la producción de leche.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el mejor nivel de suplementación de la enzima que presente mejor rendimiento en la producción de leche.
- Conocer la composición de leche (grasa, proteína, sólidos totales, densidad, sólidos no grasos).
- Analizar la relación beneficio-costos de la utilización de diferentes niveles de enzima en vacas del primer tercio de lactancia.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1. Importancia de la producción lechera

La producción de leche es una actividad que proporciona ingresos adicionales al productor, mejora su alimentación, permite el empleo de mano de obra familiar y en casos de que la producción sea a gran escala el uso eficiente de mano de obra contratada al igual que tecnología será mayor. Los bovinos son capaces de producir leche en gran cantidad, el objetivo de la producción lechera es producir la mayor cantidad de litros de leche de buena calidad por hectárea al menor costo posible, la producción de leche tiene un enorme potencial. Existen grandes extensiones de tierras donde es factible la explotación ganadera, muchos subproductos agrícolas pueden ser aprovechados con éxito por el ganado. La producción lechera es de gran importancia debido a que la leche tiene un alto valor nutritivo para el hombre y por el alto consumo de dicho producto a nivel mundial (Arevalo, 2014, p.33).

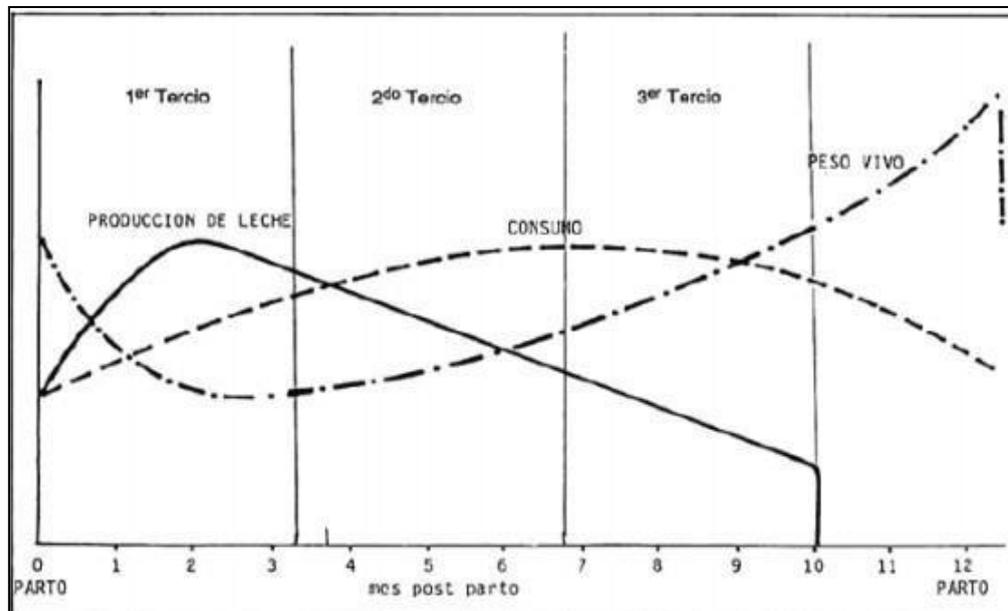
#### 1.2. Etapa de la lactancia

Cuando se presenta el pico de producción, son los días que aumenta la cantidad de leche, la vaca es más demandante en agua y alimento. La curva de lactancia de las vacas inicia con una producción normal que va aumentando hasta los 45 a 60 días de lactancia, cuando alcanzan el pico o máximo nivel de producción; de allí en adelante se da el fenómeno conocido como persistencia, que depende, en lo fundamental, de la genética del animal y de la alimentación que esté recibiendo (Fedegan, 2018, p.5).

La curva que se presenta en ganaderías de doble propósito se sostiene hasta los 270 días, en condiciones normales, casos excepcionales de animales que se sostienen por más tiempo, incluso hasta el destete, están casi siempre asociados con problemas reproductivos, es decir que ocurre sólo en animales que se demoran demasiado para preñarse, los animales no lactantes requieren alrededor de 3 litros de agua por kg de materia seca ingerida, mientras que animales lactantes ingieren adicionalmente entre 2 y 4 litros de agua por litro de leche producido (Durando, 2011, p.21).

En la Figura 1-1 se puede observar que la máxima producción de leche se logra entre los días 45 a 60 después del parto. Los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras varían en función de la etapa de la lactancia en que se encuentren. El consumo de proteína expresado como porcentaje de la ración total para el primer, segundo y tercer tercio de la lactancia debe ser de 17, 15 y 13%,

respectivamente. El contenido energético debe ser entre 2,9 a 2,7 Mcal de energía metabolizable por kilo de materia seca (Durando, 2011, p.23).



**Figura 1-1.** Producción lechera, picos de producción

Fuente: (Durando, 2011).

El primer tercio es más exigente en la alimentación de la vaca lechera y es, en esta etapa, donde el productor lechero debe hacer los mayores esfuerzos con el objeto de satisfacer los requerimientos nutritivos de los animales. En el primer tercio se produce alrededor del 45% del total de la leche de la lactancia. En el segundo y tercer tercio se produce el 32 y 23%, respectivamente. En otras palabras, una vaca de 6000 litros de leche en la lactancia producirá 27; 19,2 y 13,8 litros diarios en el primer, segundo y tercer tercio de la lactancia, respectivamente, por kilo de materia seca (Durando, 2011, p.26).

### **1.3. Alimentación de la vaca durante la época de lactancia**

Según Durando (2011, p.48), La lactancia de la vaca lechera comienza el día que nace el ternero y continúa durante 305 días en promedio, asumiendo que los 60 días restantes corresponden al período de SECA de la vaca antes del parto. Una vez que las vacas terminaron el período de transición, la alimentación de estos animales dependerá de la producción de leche y su condición corporal. Existen variaciones en la subdivisión por etapas que se puede tener durante todo el período de lactación, basado en el criterio de que una vaca debe lograr una campaña de lactancia de 305 días, la misma que puede dividirse en:

- Inicio de la lactancia de 21 a 150 días
- Mitad de la lactancia de 150 a 210 días
- Final de la lactancia de 210 a 305 días.

El inicio de la lactancia empieza entre los 21 a 30 días posparto y su alimentación también es crítica, pues en esta etapa es donde se alcanza dos parámetros muy importantes para la futura producción de leche, el pico de la lactación y el máximo consumo de Materia Seca. Bajo condiciones normales las vacas alcanzan un máximo consumo de materia seca entre la décima y doceava semana posparto, esto significa que, mientras más pronto se obtenga ese máximo consumo de materia seca la vaca pasará de un balance energético negativo a uno positivo, ganado peso y mejorando su condición corporal al alcanzar un nivel de 3,3, además restablecerá su función reproductiva normal (Braford, 2018, p.11).

Para maximizar el consumo de materia seca tiene también un efecto importante, pues no sólo provee una mayor cantidad de material para la fermentación del rumen, sino también una mayor cantidad de aminoácidos para la síntesis de proteína en la leche y glucosa en el hígado. Además, un alto consumo de materia seca favorece la liberación de insulina, la cual regula la movilización de grasa corporal, evitando de esta manera la cetosis en la vaca lechera (Braford, 2018, p.15).

#### **1.4. Condición Corporal**

La calificación de la condición corporal es un concepto que nos permite estimar el estado de carnes en que se encuentra a la vaca, considerando la cantidad de grasa en reservas que tienen los animales en una determinada etapa productiva, calificación que comprende una escala de 5 puntos, correspondiendo el 1 a una vaca en condición muy delgada, el 5 a un animal muy gordo y la condición corporal de un animal en buen estado es de 3 puntos. Se ha demostrado que los animales con condición corporal superior a 3.0 alcanzan el pico de producción más rápido y producen más leche (Cueva, 2018, p.24).

El autor antes citado afirma que, si llegan al parto con exceso de grasa, la ingestión de alimentos se reduce, agravando el balance energético negativo, se moviliza grasa en exceso y se produce cetosis, síndrome de hígado graso y otras patologías posparto, la aparición de estas patologías está asociada con la disminución de la eficiencia reproductiva. En la (Tabla1-1), se menciona las condiciones corporales recomendadas en animales adultos y vaconas (Cueva, 2018, p.24).

**Tabla 1-1:** Condiciones corporales recomendadas para el vacuno lechero

Estado fisiológico	Puntuación óptima	Margen aceptable
<b>ADULTOS</b>		
Parto	3.5	3.5-4.0
Pico de producción	2.5	2.5-3.0
Media lactación	3.0	3.0-3.5
Secado	3.5	3.5-4.0
<b>NOVILLAS</b>		
6 meses	2.5	2.5-3.0
Cubrición	2.5	2.5-3.0
Parto	3.5	3.5-4.0

Fuente: (Arevalo, 2014).

### 1.5. La alimentación para ganado lechero

Según Arista (2017, p.59), indica que es muy importante para obtener la máxima producción de leche. Las vacas, a través de la acción de comer, ingieren alimentos que están compuestos por nutrientes, encargados de mantener sus actividades rutinarias como caminar, comer, beber, rumiar, parir o producir leche.

Estos alimentos se dividen en energéticos y proteínicos, la alimentación puede ser dividida en cuatro categorías: forrajes, los concentrados y los subproductos industriales, el agua y los minerales. La cantidad de alimentación es esencial para lograr el máximo nivel de producción de leche (Braford, 2018, p.87).

Podemos ver como la tecnología explica cómo pesar a la vaca y determinar las diferentes cantidades de alimentos necesarios durante los períodos de crecimiento, gestación y producción. Es importante conocer las características y composición de los alimentos, y las necesidades nutricionales de los animales según edades (FAO, 2015, p.45).

Existen dos divisiones que podemos encontrar en los alimentos para el ganado, los cuales son energéticos y proteínicos. Los energéticos pueden definirse como el combustible que los animales utilizan para cumplir sus necesidades de mantenimiento y producción, mientras que los proteínicos están requeridos por los animales para mantenimiento, reproducción, crecimiento, lactancia y en el proceso de formación de la leche (FAO, 2015, p.46).

### ***1.5.1. Forraje***

Están constituidos por tallos, hojas y flores de las plantas de especies forrajeras como la cebada, avena, vicia vellosa, alfalfa, trébol, festuca, pasto ovillo, ray grass, etc. Los animales pueden consumir forrajes en los siguientes estados: verde, heno y ensilaje. Si las plantas forrajeras han llegado a su madurez, el contenido de fibra aumenta, sin embargo, su valor nutritivo disminuye, por eso, se debe cosechar granos como la cebada, avena, etc. cuando el grano está aún en un estado lechoso y las leguminosas como la alfalfa, trébol, vicia vellosa, etc. cuando han empezado a florecer en un 10%

### ***1.5.2. Concentrados y subproductos industriales***

Se llaman alimentos concentrados a granos y frutos de origen vegetal con muy poca fibra (solo en la cáscara), formados en gran parte por sustancias nutritivas altamente digestibles, como en el maíz, cebada, arveja, habas, arroz, trigo, sorgo, soya, pepa de algodón, etc. También existen subproductos industriales, que son los restos de procesos de producción industrial, es decir, los sobrantes que no son Cebada Clasificación de alimentos 3 aptos para el consumo humano, como la borra de cerveza, torta de soya, torta de girasol, afrecho de trigo, afrecho de arroz, arrocillo, levadura de cerveza, harina de pescado, harina de sangre, harina de plumas, entre otros.

### ***1.5.3. Necesidades proteicas del ganado lechero***

Los alimentos, en su estructura química, están constituidos en átomos muy pequeños de carbono, hidrógeno y oxígeno. A un nivel más grande hay moléculas, algunas son conocidas como carbohidratos (como azúcares, almidón y fibra bruta) y lípidos (grasas). Los carbohidratos y lípidos son usados por los animales para generar la energía que necesitan para mantener la temperatura de su cuerpo, hacer funcionar sus órganos internos, moverse, etc. En las vacas, además, son usadas para elaborar la grasa de la leche (Cueva, 2018, p.25).

Los requerimientos de proteína en vacas lecheras son cubiertos sólo en un 20-30% por proteína alimentaria (no degradada en el rumen). El resto, es degradada por la flora ruminal y utilizada desde la forma de amoníaco, para síntesis de proteína microbiana disponible para el animal. La síntesis de proteína microbiana depende primariamente del aporte nitrogenado de la ración y luego, del suministro oportuno de energía que requieren los microorganismos del rumen. En la medida que aumenta el nivel productivo de las vacas, aumenta el requerimiento de proteína no degradable, ampliándose de esta forma la relación proteína-energía (Cueva, 2018, p.27).

#### ***1.5.4. Necesidades energéticas del ganado lechero***

Los alimentos, en su estructura química, están constituidos en átomos muy pequeños de carbono, hidrógeno y oxígeno. A un nivel más grande hay moléculas, algunas son conocidas como carbohidratos (como azúcares, almidón y fibra bruta) y lípidos (grasas). Los carbohidratos y lípidos son usados por los animales para generar la energía que necesitan para mantener la temperatura de su cuerpo, hacer funcionar sus órganos internos, moverse, etc. En las vacas, además, son usadas para elaborar la grasa de la leche (Cueva, 2018, p.25).

La energía en la alimentación animal se requiere para satisfacer necesidades de: Mantenimiento corporal, ganancia de peso, reproducción y producción. De esta manera, un animal puede aumentar de peso una vez que ha satisfecho sus necesidades de mantenimiento, que de no cubrirse produciría un decremento de peso y podría tener graves complicaciones para la producción y reproducción (Integri, 2018, p.8).

En vacas de alta producción el factor más limitante es la energía, y esto se agrava en la medida que los forrajes que consumen tengan una baja digestibilidad. Prolongado estrés alimenticio y que acarreen serias pérdidas de condición corporal afectan seriamente la actividad reproductiva de las vacas lecheras (Cueva, 2018, p.25).

Al inicio de lactancia, regularmente, existe un problema de desbalance energético por el insuficiente consumo que tienen las vacas, por lo cual el animal recurre a reservas corporales, con la consiguiente pérdida de peso. Posteriormente, el balance energético se hace positivo, recuperando la condición corporal y depositando nuevas reservas. Sólo cercano al parto, se produce nuevamente un déficit de energía por la menor capacidad de consumo (Cueva, 2018, p.26).

#### ***1.5.5. Necesidades de minerales***

Estos elementos inorgánicos son esenciales para el funcionamiento del organismo en sus distintos estados fisiológicos. Se clasifican en macrominerales y minerales traza, según sean las cantidades involucradas en los procesos, los elementos que tienen que ver con la formación de tejidos son el Calcio, Fósforo y Manganeso, (tabla 2-1.) principalmente. En los procesos de transmisión nerviosa y contracción muscular, son importantes el Calcio, Fósforo, Sodio y Potasio. Para el equilibrio ácido-base, juegan un rol esencial el Fósforo, Sodio, Potasio y Cloro. En el metabolismo energético, el Fósforo, Sodio, Cobalto y Yodo (Coria, 2020, p.3).

Los minerales son elementos que se encuentran en la naturaleza como Calcio, Fósforo y

Magnesio, y son usados por los seres vivos para desarrollar el tejido óseo y cartilaginoso. Por eso es importante asegurarnos de que estos nutrientes estén presentes en la alimentación de nuestro ganado. La insuficiencia y la movilización del Calcio corporal para la producción de leche después del parto provocan la enfermedad conocida como hipocalcemia (vaca postrada debido a la deficiencia de Calcio en la sangre); por eso, la ración alimenticia de las vacas secas y gestantes debe estar bien equilibrada en Calcio y Fósforo. Por cada litro de leche producido se exporta del organismo: 2.25 g de Calcio y 0.90 g de Fósforo (Coria, 2020, p.3).

**Tabla 2-1:** Condiciones corporales recomendadas para el vacuno lechero

	<b>Concentración (en MS de la ración completa)</b>
Calcio, %MS	0,6-0,07
Fosforo, %MS	0,3-0,4
Sodio, %MS	0,19-0,23
Cloro, %MS	0,26
Potasio, %MS	1,0-1,5
Magnesio, %MS	0,18-0,21
Azufre, %MS	0,2
Cobalto, ppm	0,10
Cobre, ppm	11
Cinc, ppm	63
Yodo, ppm	0,4-0,6
Hierro, ppm (máximo)	1000
Manganeso, ppm	14
Selenio, ppm	0,3
Vitamina A; UI/d	64.000(100.000-200.000)^1
Vitamina D, UI/d	20.000(20.000-30.000)^1
Vitamina E, UI/d	500(300-500)^1

Fuente: (Calsamiglia et al., 2009).

### **1.5.6. Necesidades de agua**

El agua es el principal elemento constituyente de los organismos animales (entre 55 y 65 %), participa en el proceso digestivo, secreción láctea y en la regulación térmica del cuerpo. Es por esto que los animales deben consumir agua limpia a discreción durante todo el día (tabla 3-1.). Las vacas satisfacen sus necesidades de consumo de agua mediante dos vías: al tomar agua de bebederos o ríos, y al extraerla directamente de sus alimentos, que en mayor o menor medida contienen agua. En promedio, los pastos y forrajes verdes contienen entre 70 y 90 %, los ensilados, 40 y 80 %, los henos, 10 y 20 % y los concentrados, 8 y 10 % (Calsamiglia et al., 2009, p.61).

**Tabla 3-1:** Requerimiento de agua para vacas lecheras

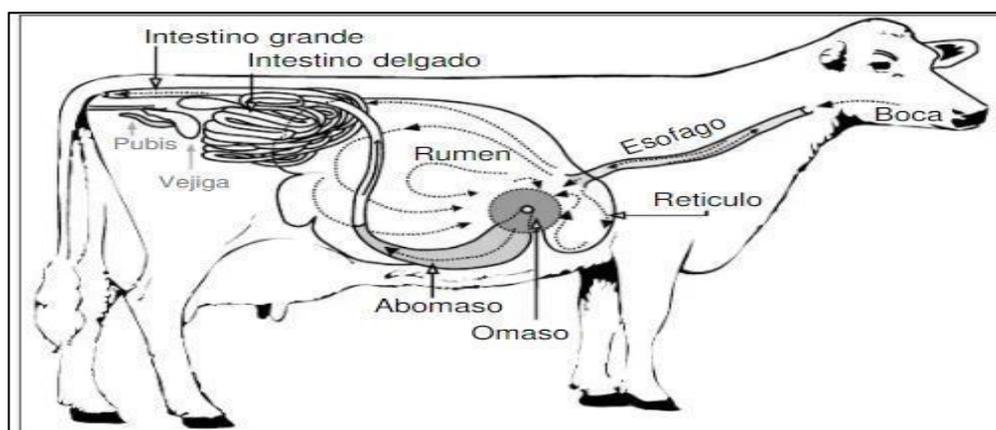
Requerimiento de agua	(L/kg) MS ingerida
>35 C°	4-8
15-25 C°	3-5
-5-15 C°	2-4
<-5 C°	<2-3

Fuente: (Calsamiglia et al., 2009).

### 1.6. Fisiología digestiva de los rumiantes

Los rumiantes tienen la capacidad de utilizar como alimento, materias primas que otras especies no pueden usar. Deben esta propiedad, a la adaptación de su aparato digestivo (Figura 2-1) y a la perfecta simbiosis que tiene con los millones de microorganismos que habitan en el rumen (Wattiaux, 2016, p.1).

La digestión de los alimentos se inicia en la boca, con la rápida masticación de alimentos que pasan por el esófago y llegan a la panza. Una vez ahí, se acumulan hasta que la panza está llena, y son devueltos a la boca para una nueva masticación (rumia). Luego de esta segunda masticación, en la que se agrega más saliva al bolo alimenticio finamente triturado, pasa al segundo estómago (redcilla) para dirigirse al libro, donde se extrae parcialmente el agua; el alimento en su tránsito pasa al cuajar donde se realiza la segunda digestión, viaja por los intestinos delgado y grueso completando de esta manera el proceso digestivo (Wattiaux, 2016, p.1).



**Figura 2-1.** El sistema digestivo de una vaca incluye cuatro estómagos

Fuente: (Wattiaux, 2016).

## ***1.6.1. Funciones de los cuatro estómagos***

### *1.6.1.1. Retículo y rumen*

El retículo y rumen son los primeros preestomagos de los rumiantes. El contenido del retículo se mezcla con los del rumen casi constantemente (una vez por minuto). Los dos estómagos comparten una población densa de microorganismos (bacterias, protozoos y fungi) y se llaman frecuentemente el "retículo-rumen." El rumen es un vaso de fermentación grande que puede contener hasta 100-120 Kg, de materia en digestión. Las partículas de fibra se quedan en el rumen de 20 a 48 horas porque la fermentación bacteriana es un proceso lento. El retículo es una intersección de caminos donde las partículas que entren o salgan del rumen se separan. Sólo las partículas de un tamaño pequeño (1.2 g/ml) pueden seguir al tercer estomago (Wattiaux, 2016, p.2).

### *1.6.1.2. Omaso*

El tercer estomago u omaso es un saco con forma de balón y tiene una capacidad de aproximadamente 10 Lts. El omaso es un órgano pequeño que tiene una alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden volver al rumen por la saliva. El omaso no es esencial, sin embargo, es un órgano de transición entre el rumen y el abomaso, que tienen modos muy diferentes de digestión (Wattiaux, 2016, p.2).

### *1.6.1.3. Abomaso*

El cuarto estómago es el abomaso, este estómago se parece al estómago de los animales no-rumiantes. Secreta ácidos fuertes y muchas enzimas digestivas. En los animales no-rumiantes, los primeros alimentos se digieren en el abomaso. Sin embargo, en los rumiantes, los alimentos que entran el abomaso se componen principalmente de partículas de alimentos no-fermentadas, algunos productos finales de la fermentación microbiana y los microbios que crecieron en el rumen. Las funciones del abomaso (digestión ácida) son: (Wattiaux, 2016, p.3).

- Secreción de ácidos fuertes y enzimas digestivas.
- Digestión de alimentos no fermentados en el rumen (algunas proteínas y lípidos).
- Digestión de proteínas bacterianas producidas en el rumen (0.5 a 2.5 Kg. por día).

#### *1.6.1.4. Intestino delgado (digestión y absorción)*

- Secreción de enzimas digestivas por el intestino delgado, hígado y páncreas.
- Digestión enzimática de carbohidratos, proteínas y lípidos.
- Absorción de agua, minerales y productos de digestión: glucosa, aminoácidos y ácidos grasos (Wattiaux, 2016, p.4).

#### *1.6.1.5. Ciego (fermentación) e intestino grueso*

- Una población pequeña de microbios fermenta los productos de digestión no absorbidos
- Absorción de agua y formación de heces (Wattiaux, 2016, p.4).

### **1.7. Las bacterias del rumen**

El rumen provee un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimentos, para el crecimiento y la reproducción de los microbios. La ausencia de aire (oxígeno) en el rumen favorece el crecimiento de especies de bacterias especiales, entre ellas las que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa) para producir azúcares sencillos (glucosa). Los microbios fermentan glucosa para obtener la energía para crecer y producen ácidos grasos volátiles (AGV) como productos finales de fermentación. Los AGV cruzan las paredes del rumen y sirven como fuentes de energía para la vaca. Mientras van creciendo los microbios del rumen producen aminoácidos; estos son los ladrillos fundamentales con los cuales se sintetizan las proteínas.

Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea le son inútiles a la vaca. Sin embargo, las proteínas bacterianas producidas en el rumen se digieren en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para la vaca (Wattiaux, 2016, p.87).

#### ***1.7.1. Microorganismos del rumen***

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios, su concentración puede llegar a cien mil millones por centímetro cúbico. La concentración y el tipo de bacterias dependen de la dieta pues si bien están presentes siempre muy variadas especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable. Se puede considerar al rumen como una enorme curba de fermentación, con condiciones de temperatura constante (39°C, 1°C más que la

temperatura del animal debido al calor desprendido por la fermentación), y anaerobiosis, es decir, exclusión del aire por los gases producidos por la fermentación (García et al., 2017, p.8).

La población microbiana no sólo degrada alimentos, sino que sintetiza sus propias proteínas, aún a partir de nitrógeno no proteico. Esto hace que sea poco importante la calidad de la proteína que se suministra al animal dado que no se registran en la práctica deficiencias de aminoácidos esenciales, pues estos son sintetizados por las bacterias, lo cual permite usar fuentes de nitrógeno muy económicas (tales como urea, biuret, etc.) para satisfacer los requerimientos en proteína del rumiante. También se sintetizan en el rumen todas las vitaminas del grupo B y la K, haciendo al animal independiente de su aporte por la dieta (García et al., 2012, p.17).

### ***1.7.2. Enzimas***

Son responsables de completar tareas y de catalizar los millones de reacciones químicas que suceden cada segundo en el sistema digestivo. Las células liberan las enzimas digestivas hacia el intestino para ayudarte a digerir la comida. Las enzimas digestivas abundan en el estómago, el intestino delgado y el páncreas. Ellas descomponen en nutrientes más pequeños el alimento de los bovinos, de esta forma, el cuerpo después puede absorberlos y transportarlos a donde se los necesita para hacer que los órganos y los tejidos funcionen correctamente (Nava, 2017, p.86).

### ***1.7.3. Celulosa***

El rumiante provee los nutrientes que permiten el crecimiento y desarrollo de los microorganismos ruminales. Todo el C, N, P, S y elementos trazas necesarios son aportados por el alimento que consume el animal. También el rumiante contribuye sustancialmente a mantener las condiciones fisicoquímicas apropiadas para este medio fermentativo, por ejemplo; contribuye al control de la temperatura y pH y al control de la dinámica de reciclaje de los compuestos en el rumen (Univercidad de Chile, 2018, p.95).

En respuesta a la entrega de este excelente hábitat, los microorganismos proveen de actividades y productos que son esenciales para el animal. El principal aporte son las celulosas microbianas. La celulosa es la más importante fuente de carbono y energía en la dieta del rumiante, pero el animal por sí mismo no produce las enzimas necesarias para digerir la celulosa. Como los microorganismos usan celulosa y otros carbohidratos presentes en las plantas como sus propias fuentes de energía y carbono, ellos aportan gran cantidad de productos (AGV y otros), los cuales son usados por el animal como fuente de energía (Univercidad de Chile, 2018, p.98).

#### **1.7.4. *Proteasa***

Las bacterias son los principales microorganismos involucrados en la proteólisis, las proteasas están principalmente en la superficie de la célula: El primer paso de la lisis es la adsorción de la proteína soluble o insoluble a la superficie de la célula, la fermentación de las proteínas de la dieta empieza por proteasas de origen microbiano. Estas proteasas son exoenzimas, ya que las proteínas vegetales no pueden entrar a los m.o., de la misma manera que la celulosa no lo puede hacer (Loerch, 2017, p.48).

#### **1.7.5. *Bacillus subtilis min***

Los bacilos son especies que en general están clasificados dentro de los microorganismos aeróbicos o facultativos productores de catalasa. Pueden ser Gram Positivos o variables, generalmente producen endosporas (Univercidad de Chile, 2018, p.119).

##### **1.7.5.1. *Características generales del género Bacillus***

- Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de energía.
- Los bacilos en general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes.
- Se desarrollan en un amplio rango de temperatura y humedad (Univercidad de Chile, 2018, p.120).

#### **1.7.6. *Lactobacillus acidophilus min***

Las *Lactobacillus acidophilus*, que fermentan los azúcares hasta ácido láctico, acidificando el medio, siendo capaces de vivir en medios relativamente ácidos. Serían los eficaces guardianes de nuestro intestino delgado. *Lactobacillus* sp se caracterizan por su producción de ácido láctico, y son participantes dominantes en muchos procesos de fermentación industrial y artesanal de plantas, carnes y lácteos, *Lactobacillus* se ha utilizado ampliamente como aditivo alimentario en la industria del ganado lechero para mejorar la salud intestinal, la eficiencia de conversión alimenticia y la producción de leche (Arista, 2017, p.42).

#### **1.7.7. *Sassharomyces cerevisei min***

Se ha demostrado que el hidrolizado enzimático de *S. cerevisiae* ejerce efecto activador de las

poblaciones de bacterias viables totales y celulolíticas del rumen en condiciones in vitro, *S. cerevisiae* puede duplicar la degradación de la fracción fibrosa en el rumen, pues tiene capacidad enzimática para penetrar alimentos fibrosos a través de estomas, colonizar los tejidos altamente lignificados de los forrajes tropicales y solubilizar las partes lignificadas de las paredes celulares de las plantas. Sus celulasas se consideran las más activas en la degradación de la celulosa cristalina (Arista, 2017, p.77).

### **1.8. Ácidos grasos volátiles**

Los AGV son productos finales de la fermentación microbial y son absorbidos a través de la pared del rumen (Guevara, 2019, p.48).

Lo importante de la producción de estas moléculas de ácido acético, propiónico o butírico es la producción de altos enlaces de energía que se produce siendo el más importante la producción de adenosina tri fosfato, más conocido como ATP, el mismo que se localiza en la mitocondria de la célula, produciendo la siguiente cantidad de ATP (Guevara, 2019, p.48).

1 mol de ácido acético o acetato = 2 moles de ATP

1 mol de ácido propionico, o propianato = 3 moles de ATP

1 mol de ácido butírico o butirato=3 moles de ATP

1 mol de metano (CH<sub>4</sub>)= 1 mol de ATP (Guevara, 2019, p.48).

En cuanto a la producción aproximada de ácidos grasos volátiles en el rumen, esto depende exclusivamente de la dieta que el rumiante consuma, si es forraje o concentrado. A continuación, damos datos referenciales de la proporción de AGV en porcentaje que se pueden producir de acuerdo al tipo de dieta que el animal consuma (Guevara, 2019, p.49).

#### **Forrajes**

- Ácido acético= 70%
- Ácido propionico= 20%
- Acido butírico = 10% (Guevara, 2019, p.49).

#### **Concentrados y/o balanceados**

- Ácido acético = 50%
- Ácido propionico= 40%
- Acido butírico= 10%

Es importante reconocer que la absorción de AGV empieza en el rumen y no como se creía anteriormente que la mayor parte era en el intestino delgado, en la actualidad se conoce que la mayor absorción está a nivel de pared ruminal, entrando a la sangre portal para posteriormente ir a las células de la siguiente forma (Guevara, 2019, p.50).

Pared ruminal = 76%

Omaso y abomaso= 19%

Intestino delgado= 5% (Guevara, 2019, p.50).

La producción de leche puede aumentarse como resultado de un aumento en la absorción de ácido acético a través del rumen. El ácido propiónico no provoca aumento en la cantidad de leche, pero si en la de proteína de la leche. El ácido butírico no afecta a la cantidad de la leche, pero aumento el contenido de grasa (Zavaleta, 2015, p.236).

## **1.9. Composición de la leche**

La leche contiene numerosos componentes con alto valor nutritivo, las proteínas son de alto valor biológico, su grasa muy digestible y rica en calcio y fósforo, además, aporta vitaminas. La proteína láctea, es importante para la industria quesera, además, contiene un gran número de aminoácidos esenciales, la leche de vaca contiene 5,3 g/kg de nitrógeno, de lo cual el 95% se encuentra en forma de proteínas verdadera y el 80% corresponden a caseína y el resto a proteínas del suero (Arevalo, 2014, p.80).

La leche corresponde a una mezcla de agua, varios nutrientes y componentes que se encuentran en suspensión. En su calidad están involucrados diferentes aspectos como: características organolépticas como el color blanco, olor apenas perceptible; sabor agradable, ligeramente dulce, y ausencia de agentes extraños; propiedades físico (Arevalo, 2014, p.82).

### **1.9.1. Sólidos totales**

Comprende todos los constituyentes a excepción del agua, éstos son (Bretschneider et al., 2015 p.85).

#### **1.9.1.1. Materia grasa**

El contenido de grasa en los productos lácteos (tenor butirométrico) es de gran importancia económica y nutricional, las vacas Jersey producen leche con más tenor graso que las vacas

Holstein, la materia grasa es la sustancia más importante de la leche, ya que de ella depende su calidad y la de sus derivados, la grasa es la que da a la leche su color amarillento y éste se debe a la presencia de caroteno o provitamina A, en la cual es rica la mantequilla (Bretschneider et al., 2015, p.86).

### **1.9.2. Sólidos no Grasos**

Son los sólidos totales a excepción de la grasa (proteínas, azúcares, vitaminas, enzimas y minerales) (Wattiaux, 2016, p.75).

#### **1.9.2.1. Proteína**

La leche contiene un 3.5% de proteínas, la más importante es la caseína, esta proteína solo se encuentra en la leche, en combinación con el calcio y fosfato, por lo cual es común que se le conozca como fosfocaseinato de calcio. Es sensible a la acción de ácidos y enzimas; por esta razón cuando se acidifica o cuaja, la caseína se precipita (cuajada) y se convierte en el principal constituyente del queso. Las proteínas que contiene la leche en el suero son lactoalbumina y lactoglobulina, su importancia consiste en que su estructura contiene los aminoácidos que el hombre necesita para su desarrollo y que no es capaz de sintetizar, son los aminoácidos llamados esenciales y la leche es la única fuente y contiene en 0.7% (Wattiaux, 2016, p.78).

#### **1.9.2.2. Lactosa**

La leche es la única fuente de lactosa y contiene 4.9%, el poder edulcorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa y junto a las sales de la leche es la responsable de su sabor característico. La lactosa, es un disacárido constituido por glucosa y galactosa, está formada por la acción conjunta de la N- galactosiltransferasa y la  $\alpha$ -lactalbúmina (lactosasintetasa) para formar la unión glucosa-galactosa; la glucosa llega a la ubre por la sangre, la lactosa es el único carbohidrato de la leche y se produce por unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa, en presencia de una enzima dependiente de la  $\alpha$ -lactalbúmina (Molina, 2009, p.67).

#### **1.9.2.3. Densidad**

La leche es básicamente una emulsión de grasa en agua, y su densidad depende de la proporción de grasa o de otros componentes de la leche con respecto al agua. Si la grasa es menos densa que el agua, cuando el contenido de grasa en la leche aumenta, su densidad disminuye; en cambio, cuando el contenido de sólidos no grasos de la leche aumenta, su densidad aumenta. Este

parámetro puede modificarse por la temperatura, por ende, es importante especificar la temperatura a la que se mide la densidad; comúnmente se hace a 15 a 20 °C, este parámetro es útil para verificar la integridad y equilibrio de los factores de la leche (Molina, 2009, p.78).

### 1.10. Calidad de la leche

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, ya que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el ser humano. La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tiene la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria en los países altamente desarrollados. En la tabla 4-1; 5-1; 6-1, se muestra la composición de la leche (Molina, 2009, p.13).

**Tabla 4-1:** Composición química de la leche en las diferentes razas

RAZA	PROTEÍNA	GRASA	LACTOSA	CENIZA
Jersey	3.9	5.5	4.9	0.7
Ayrshire	3.6	4.1	4.7	0.7
Guernsey	3.8	5.0	4.9	0.7
Brown swiss	3.6	4.0	5.0	0.7
Holstein F.	3.1	3.5	4.9	0.7
Shorthorn	3.3	3.6	4.5	0.8
Cebú	3.9	4.9	5.1	0.8

Fuente: (Arevalo, 2014).

**Tabla 5-1:** Contenido de minerales en la leche

ELEMENTO	GR/LITRO
Sodio	0.58
Potasio	1.38
Cloro	1.03
Calcio	1.25
Magnesio	0.12
Fosforo	1.00
hierro	0.001
azufre	0.300

Fuente: (Arevalo, 2014).

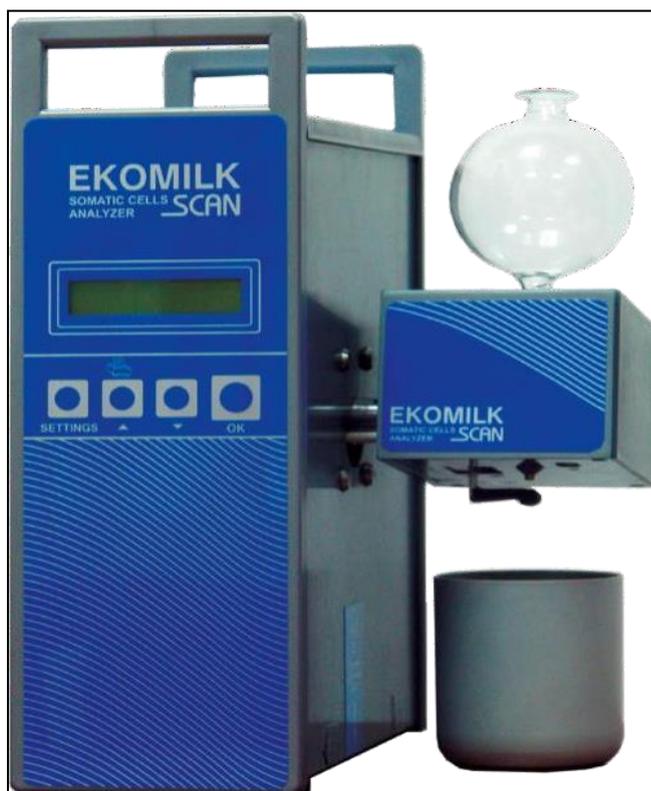
**Tabla 6-1:** Contenido de vitaminas en la leche

VITAMINAS	Mgl/litro
A	340
D	0.6
Tiamina	420
Riboflavina	1570
Ácido nicotínico	850

Fuente: (Arevalo, 2014).

### 1.11. Ekomilk Ultra Pro

Es un analizador de leche multiparamétrico robusto, fiable y automatizado que proporciona resultados rápidos para: grasas, proteínas, sólidos no grasos, lactosa, densidad, punto de congelación, agua añadida, pH, temperatura y conductividad en leche fresca vaca, oveja y / o búfalo, cabra durante 30 segundos. Basado en la tecnología ultrasónica, el instrumento no requiere ningún producto químico costoso, cáustico o reactivo para la prueba. En la figura 3-1 se presenta el equipo Ekomilk (Damaus, 2020, p.3).



**Figura 3-1.** Equipo Ekomilk

Fuente: (Damaus, 2020).

### ***1.11.1. Funcionamiento***

Ekoprim es un surfactante en polvo que disuelve la membrana de las células somáticas, así como su núcleo y forma un gel, elevando la viscosidad de la leche. Existe una relación proporcional entre la viscosidad de la mezcla (leche – Ekoprim) y el número de células somáticas de la leche analizada (Damaus, 2020, p.8).

Analizadores ultrasónicos: Succionan una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido. Un microprocesador traduce los resultados midiendo los siguientes parámetros: Materia grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, punto de congelamiento y agua agregada (Damaus, 2020, p.8).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

Este siguiente trabajo de investigación se realizó en la hacienda Pucate, ubicado en el sector Julquis del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo, el que tuvo una duración de 60 días, distribuidos de la siguiente manera: Selección de los animales para el trabajo, aplicación de los niveles de enzimas 25 g, 50 g vs el testigo para la determinación de la mejor ración, evaluación de las variables de estudio, tabulación de datos y presentación del informe final.

Las condiciones meteorológicas del cantón Chambo describen en la Tabla 1-2.

**Tabla 1-2:** Condiciones meteorológicas del cantón Chambo del año 2021

PARÁMETRO	UNIDAD	PROMEDIO
Temperatura	°C	16
Humedad atmosférica	%	81
Precipitación	Mm	1626
Altitud	msm	2780
Velocidad de viento	Km/h	3

Fuente: (Municipio cantón Chambo, 2021).

#### 2.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo del trabajo experimental se utilizaron 15 vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia que fueron tomadas como unidades experimentales

#### 2.3. Materiales, equipos e insumos

Los materiales, equipos e instalaciones a utilizar en el trabajo de campo se detallan a continuación:

##### 2.3.1. Materiales

- Vacas Holstein
- Balanceado

- Enzimas
- Frascos
- Overol
- Botas
- Mascarilla
- Mandil
- Cofias
- Registros
- Lápiz

### 2.3.2. *Equipos*

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Sala de ordeño

## 2.4. **Tratamientos y diseño experimental**

En la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar con dos tratamientos vs el testigo cada una consta con 5 repeticiones por cada tratamiento, obteniendo un total de 15 vacas Holstein mestizas.

A continuación, se presenta el modelo lineal aditivo:

$$Y_i = \mu + T_i + \epsilon_i \quad \text{Ecu.1-2}$$

**Dónde:**

$Y_i$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_i$  = Efecto del error.

## 2.5. **Esquema del experimento**

Para la presente investigación el esquema del experimento quedo conformado de la siguiente manera como expone la tabla 2-2.

**Tabla 2-2:** Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPET.	TUE	TOTAL
0 g de enzimas en laración de vacas	T0	5	1	5
25 g de enzimas en laración de vacas	T1	5	1	5
50 g de enzimas en laración de vacas	T2	5	1	5
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>		<b>15</b>

Realizado por: (Buñay E, 2021).

## 2.6. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se considerarán en la presente investigación serán:

### 2.6.1. Físicas

- Producción de la leche. It.

### 2.6.2. Química

- Grasa de la leche %
- Sólidos no grasos %
- Densidad g/ml
- Sólidos totales %.
- Proteína %.

### 2.6.3. Económicas

- Costos de producción
- Beneficio/ Costo (USD)

## 2.7. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos serán sometidos a los siguientes análisis estadísticos, Tabla 3-2.

- Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar las diferencias con un nivel de significancia  $p < 0.05$ .

- Separación de medias a través de la prueba de Duncan con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

**Tabla 3-2:** Esquema del ADEVA

Fuentes de variaciones	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Realizado por: (Buñay E, 2022).

## 2.8. Procedimiento experimental (en orden de ejecución)

### 2.8.1. De campo

Primero se realizó visitas a la hacienda Pucate, con el fin de conocer el sistema de producción en cuanto a la calidad y cantidad del que producen las vacas del primer tercio de lactancia y además se indagó la variedad de alimentación que manejan a los animales.

Se escogió los 15 animales que se encontraban en el primer tercio de lactancia:

- Se realizó el sorteo completamente al azar.
- Se identificó los tres tratamientos con las cinco repeticiones.
- Cada tiramiento se identificó con cinta de colores siendo el color rosado el tratamiento uno, sin administración de enzima, el color tomate representa el tratamiento 2, administramos 25 g de enzima y el color verde el tratamiento 3, administramos 50 g de enzima, cada una de las cintas se colocó a los animales sorteados según sus tratamientos.
- Se obtuvo los 15 frascos esterilizados, en cada uno se colocó el código según el tratamiento.
- Para la recolección de la leche se lo realizaba en el primer ordeño que empezaba a las 4 de la mañana.
- Una vez que el animal entraba a la sala de ordeño, se limpiaba las ubres, se despuntaba y se recolectaba la muestra.
- Terminaba el ordeño nos dirigimos a la estación experimental Thunshi para realizar el correspondiente análisis.
- Nos instalábamos en la oficina preparamos el equipo Ekomil y empezamos a realizar el análisis de cada una de las muestras.
- Obteniendo los primeros resultados de las muestras de leche del día 0.
- Desde el día 1 se empezó a suministrar los 25 y 50 g en la ración alimenticia a cada uno de los animales según su tratamiento.
- Luego de los 30 días se volvió a realizar el respectivo análisis de la leche.

- Desde el día 31 se continuó a suministrar los 25 y 50 g en la ración alimenticia a cada uno de los animales según su tratamiento.
- A los 60 días de igual manera se volvió a realizar el análisis de la leche.

### **2.8.2. De oficina**

Con ayuda de la información obtenida del sistema DELPRO, se obtuvo los resultados y con la aplicación del análisis estadístico se llegó a un resultado definitivo.

## **2.9. Metodología de evaluación**

### **2.9.1. Análisis de leche al 1 día**

Una vez que ya se ha identificado a los animales que se encuentran en el primer tercio de lactancia y realizado el sorteo completamente al azar, se realiza el primer análisis de leche en el día 1, donde no se suministró ningún gramo de la enzima a probar, el análisis de leche se realizó con el equipo ekomilk que encuentra en la estación Experimental Tunshi.

### **2.9.2. Análisis de leche 30 días**

Desde el día 1 se empezó a suministrar la enzima una vez al día en el ordeño de la tarde según el tratamiento, posteriormente se realizó el segundo análisis de leche a los 30 días en el equipo ekomilk que encuentra en la estación Experimental Tunshi.

### **2.9.3. Análisis de leche 60 días**

Desde el día 30 se continuó suministrando la enzima hasta el día 60 que culminó con el tercer análisis de leche que se realizó en el equipo ekomilk que encuentra en la estación Experimental Tunshi, los datos se registran inmediatamente.

### **2.9.4. Producción de leche lt**

Para evaluar la producción de leche se tomó los resultados de los dos ordeños que se realizan en el día (mañana y tarde), con la ayuda de los registros del sistema DELPRO se obtienen los resultados exactos para obtener el promedio de producción del día.

#### **2.9.5. Grasa de la leche %**

Este parámetro se obtuvo con la ayuda del analizador ekomilk que succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador traduce los resultados, obteniendo un rango de precisión  $0.5\% - 9\% \pm 0.1\%$ .

#### **2.9.6. Sólidos no grasos %**

Este parámetro se obtuvo con la ayuda del analizador ekomilk que succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador traduce los resultados, obteniendo un rango de precisión  $6\% - 12\% \pm 0.2\%$ .

#### **2.9.7. Densidad g/ml**

Este parámetro se obtuvo con la ayuda del analizador ekomilk que succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador traduce los resultados, obteniendo un rango de precisión  $1.0260-1.0330 \text{ g/ml} \pm 0.0005 \text{ g/ml}$ .

#### **2.9.8. Sólidos totales %**

Este parámetro lo obtuvimos con la suma de % de grasa y sólidos no grasos (proteínas, azúcares, vitaminas, enzimas y minerales) valores que se obtuvieron del analizador ekomilk.

#### **2.9.9. Proteína %**

Este parámetro se obtuvo con la ayuda del analizador ekomilk que succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador traduce los resultados, obteniendo un rango de precisión  $2\% - 6\% \pm 0.2\%$ .

#### **2.9.10. Análisis beneficio/costo**

El Beneficio/costo se calculó como indicador de la rentabilidad y se estimó mediante la relación de los Ingresos Totales de cada uno de los tratamientos.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Comportamiento productivo y características químicas de la leche inicial en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia

La evaluación realizada en el día 0, de las vacas Holstein mestizas antes de la aplicación de los diferentes niveles de enzimas mostraron los siguientes resultados detallados en la Tabla 1-3; evaluación en la que se recalcan las variables de producción láctea, % de grasa, % de sólidos no grasos, % proteína, densidad y sólidos totales.

**Tabla 1-3:** Comportamiento productivo y características químicas de la leche inicial en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia

Variable	Niveles de Enzimas, g		
	0	25	50
Producción leche, lt	30,84	30,90	31,06
% Grasa	0,80	0,88	0,86
% Sólidos no grasos	8,38	8,66	8,58
% Proteína	3,14	3,25	3,21
Densidad g/ml	1,03	1,03	1,03
% Sólidos totales	9,18	9,55	9,44

Realizado por: (Buñay E, 2022).

Además, se puede distinguir entre las variables anteriormente mencionadas que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las unidades experimentales, es decir que al ingreso de los semovientes las unidades experimentales se encuentran homogenizadas para tener resultados con un bajo coeficiente de variación identificando de esta manera la superioridad estadísticamente de uno u otro tratamiento.

#### 3.2. Comportamiento productivo y características de la leche en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia por efecto de diferentes niveles de enzimas a los 30 días de evaluación

Al realizar el análisis a los 30 días, se observa cambios en las características químicas de la leche arrojados por la valoración por medio del Ekomilk los cuales son detalladas a continuación en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Comportamiento productivo y características químicas de la leche a los 30 días, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas.

Variable	Niveles de Enzimas, g						E. E	Prob.	Sig.
	0		25		50				
<b>Producción leche, lt</b>	30,47	a	31,54	a	31,60	a	1,27	0,7847	ns
<b>% Grasa</b>	1,11	b	1,41	a	1,17	b	0,05	0,0016	**
<b>% Sólidos no grasos</b>	8,01	a	8,16	a	7,97	a	0,16	0,7084	ns
<b>% Proteína</b>	3,03	a	3,07	a	2,99	a	0,08	0,7796	ns
<b>Densidad g/ml</b>	1,0290	a	1,0294	a	1,0285	a	0,00	0,5626	ns
<b>% Sólidos totales</b>	9,13	a	9,57	a	9,14	a	0,17	0,1624	ns

Realizado por: (Buñay E, 2022).

**E.E.:** Error Estándar.

**Prob. >0,05:** no existen diferencias estadísticas.

**Prob. <0,05:** existen diferencias estadísticas.

**Prob. < 0,01:** existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

### 3.2.1. Producción de leche, lt

En el análisis de la variable producción de leche, no se registran diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en entre los tratamientos, no obstante, se puede observar diferencias numéricas teniendo una producción de 31,60 lt para el tratamiento con la aplicación de 50 g de enzima; seguido por el tratamiento con 25 g con una producción de 31,54 lt y finalmente se encuentra la producción de 30,47 lt en el tratamiento testigo.

Lo mencionado anteriormente se puede argumentar estos resultados ya que la administración de los diferentes niveles de enzima ayudan en la producción láctea, menciona NutriNews (2019, p.5) que las enzimas en rumiantes aumenta la digestibilidad de la materia orgánica en un 90%, disponibilidad rápida de carbohidratos que estimulan el crecimiento de la población microbiana, aumenta la disponibilidad de polisacáridos que pueden tener efecto prebiótico es decir con estos beneficios ayuda que el animal aproveche de mejor manera su alimentación observándose los resultados en mayor producción latea y cárnica además en la ganancia de peso diario.

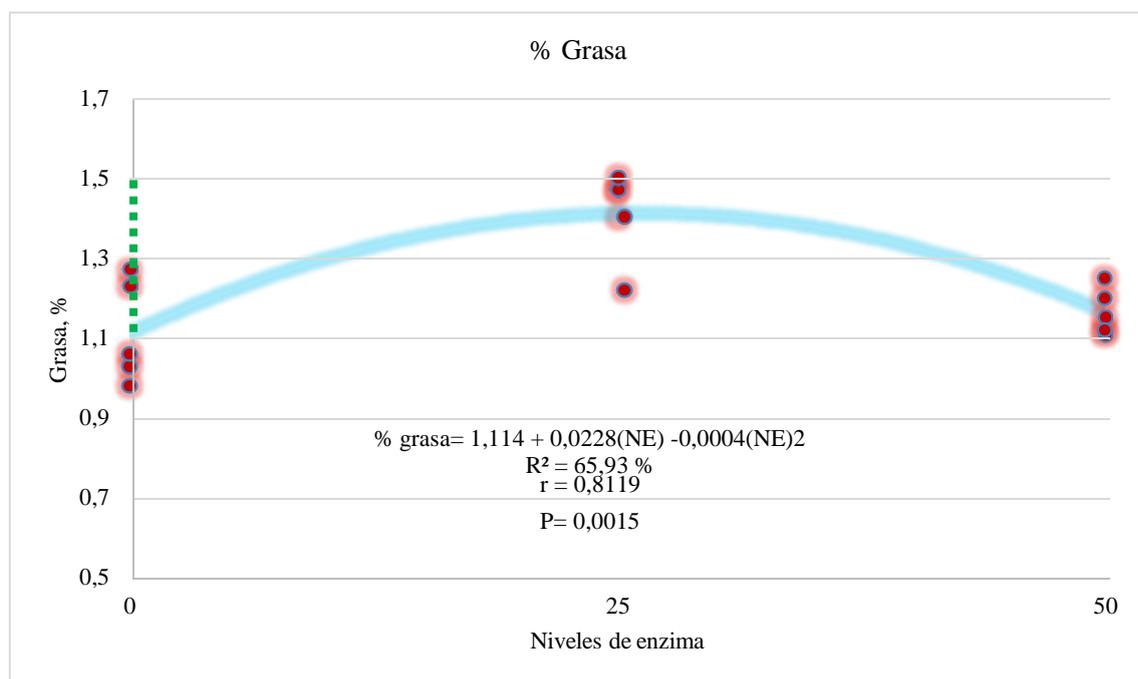
### 3.2.2. Grasa, %

En la variable % de grasa de la leche de las vacas Holstein mestizas alimentadas con diferentes

niveles de enzimas, registran diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ), teniendo el mayor porcentaje de grasa 1,41% con la adición de 25 g de enzima; seguido por los tratamientos de 50g de enzima y el tratamiento control con 1,17% y 1,11% de grasa, posiblemente esta diferencia significativa quizás se deba a que los 25g de enzima hacen que los alimentos brindados al animal son más apetecible sin dejar residuos y por ende mayor efectividad en cuanto a la asimilación de nutrientes.

En el análisis de regresión para la variable porcentaje de grasa (Figura 4-3), se determina una tendencia líneas cuadrática, altamente significativa ( $P < 0,05$ ), mostrando que a partir de un intercepto de 1,114 %, existe un incremento del porcentaje de grasa de 0,0228 % al utilizar niveles que van de 0 – 25 g de enzima; seguido de un decremento de 0,0004 % en el porcentaje de grasa al aplicar niveles de 25 a 50g de enzima, con una dependencia de los niveles de enzima del 65,93 % y el 34,07 % depende de factores externos a la investigación, con una correlación de 0,8119. Para lo cual se manejó la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa, \%} = 1,114 + 0,0228 (\text{NE}) - 0,0004 (\text{NE})^2 \quad \text{Ecu.1-3}$$



**Gráfico 1-3.** Análisis de regresión del porcentaje de grasa en leche, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia

Realizado por: (Buñay E, 2022).

Además, señala Ceron (2018, p.45) que el porcentaje de grasa de la leche dependerá de la raza del animal y fisiológicamente esta proviene de la fermentación ruminal y ácidos grasos (8% acético

y 25% butírico) que van al torrente sanguíneo provenientes de lipoproteínas y la proteína en leche es sintetizada a partir de aminoácidos y glucosa presentes en el torrente sanguíneo, es decir que al administrar enzimas en la alimentación de las vacas en el primer tercio de lactancia actúan favoreciendo la digestibilidad de la fracción FAD (fibra ácido detergente) de los forrajes, causando hidrólisis de los azúcares presentes en la matriz fibrosa, lo que forma cavidades en la superficie, lo que se muestra con un mejor rendimiento productivo (González et al., 2018, p.12).

Los datos de la presente investigación son superiores al comparar con los registrados por Andino et al. (2021, p.3) en la evaluación de las características físicas de la leche de vacas Holstein mestizas por efecto de 90g de By pass con un valor de 1,07 % de grasa; quizá esto se deba a que las enzimas aplicadas en la alimentación de vaca en el primer tercio de lactancia ayuda en el mayor consumo de alimento e incremento en la ganancia de peso y producción lechera, todo esto debido al aumento de bacterias proteolíticas y celulíticas, las cuales van a permitir un mejor aprovechamiento de los alimentos (Arcos et al., 2020, p.32).

Mientras que al comparar con los reportados por Andrade et al. (2020, p.79), que al aplicar diferentes niveles de grasa en la dieta de vacas en producción obtiene su mayor porcentaje de grasa en eche de 3,83% y los registrados por Ordoñez (2016, p.62), obtuvo su mayor valor de grasa de 3,41% con la aplicación del 5 % de grasa quizás esto se deba a que los animales evaluados están en su pico de producción donde existe mejor calidad de la leche.

### **3.2.3. Sólidos no grasos, %**

Al analizar la separación de medias de según Ducan, para la variable porcentaje de sólidos no grasos en la valoración de las características químicas de la leche de las vacas Holstein en el primer tercio de la lactancia, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), entre los diferentes niveles de enzima utilizados en las dietas, aunque se observan diferencias numéricas siendo el mayor porcentaje de sólidos no grasos de 8,16 % con 25g de enzima, seguido por el tratamiento testigo con 8,01 % de sólidos no grasos y finalmente se encuentra el tratamiento con el 50g de enzima con un porcentaje de sólidos no grasos menos eficiente de 7,97%, posiblemente esto se da a que las enzimas en grandes cantidades producen altos niveles de ácidos no grasos y que aceleran la fermentación haciendo menos palatable el alimento.

Datos que son inferiores a los reportados por Ordoñez (2016, p.63) de  $8,74 \pm 0.17$  %, con la adición de aceite de canola en la alimentación de vacas jersey, posiblemente esta superioridad se deba a factores como la raza del animal o a su vez que la canola contiene un alto contenido proteico del

34%, lo que mejora la productividad del animal (Aguilar, 2017, p.55).

#### **3.2.4. Proteína, %**

Para el análisis de la variable porcentaje de proteína de la leche, en vacas Holstein mestiz suplementando su alimentación con diferentes niveles de enzimas en su dieta diaria, no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos, registrando porcentajes de proteína de 3,07; 3,03 y 2,99%, para los tratamientos con la utilización de 25, 0 y 50g de enzima (T1, T0 y T2); la influencia de los 25g al ser el mejor tratamiento se puede observar durante la investigación este tratamiento fue el más apetecible por los semovientes no obstante el tratamiento con 50g existe más residuo de alimento durante el ordeño.

Datos inferiores con respecto a los registrados por Andino et al. (2021, p.4) que al adicionar 90g de grasa By pass logra un porcentaje de grasa de 3,22% a los 21 días de evaluación, posiblemente esta superioridad se deba a que las grasas “by pass” es una fuente alta de ácidos grasos insaturados entre estos los más importantes el linoleico y linolénico que son metabolizados por tres vías: oxidados por el hígado y músculo esquelético; son oxidados o sufren una re-esterificación de triglicéridos en el hígado o son usados por la glándula mamaria con mayor producción láctea (Duque et al., 2013, p.25).

#### **3.2.5. Densidad g/ml**

Al establecer el valor de la densidad de la leche proveniente de un grupo de animales Holstein mestizas alimentadas con diferentes niveles de enzimas en el primer tercio de lactancia, no difieren estadísticamente ( $P > 0,05$ ), entre las medias, sin embargo se observan diferencias numéricas, teniendo valores de 1,0294; 1,0290; 1,0285 g/ml para los tratamientos 25g; testigo y 50g de enzima (T1, T0 y T2) a lo que se puede asumir que la densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Al realizar un análisis de densidad en la leche, se debe tomar una muestra fresca y mezclarse suavemente sin que haya incorporación de aire evitando alteraciones en su medida.

Según INEN (2012, p.6), la densidad relativa de la leche cruda a 15°C - 20°C va de un mínimo de 1,029-1,028 hasta un máximo de 1,033-1,032, datos en los que se encuentran los obtenidos en la presente investigación.

### 3.2.6. Sólidos Totales, %

El porcentaje de sólidos totales en la determinación de la calidad de la leche de vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia con la adición de diferentes niveles de enzimas, no logró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), pero registrando diferencias numéricas, siendo el mejor porcentaje de sólidos totales en los animales a los cuales se suministró el 25 % de enzima, con 9,57%, seguido por los animales a los cuales se adicionó 50 % de enzima, con 9,14%, posteriormente se reportó en las vacas alimentadas con el tratamiento control, con un promedio 79,13%, llegando a hacer el porcentaje de sólidos totales menos eficiente en la investigación.

Resaltando el nivel superior con la mejor conversión de 9,57%; datos que superan a los obtenidos por Andino et al. (2021, p.3) los 2 días de evaluación consigue un valor de sólidos totales de 8,59 con la adición de 90g de grasa, quizás esto se deba a lo indicado por Díaz (2016, p.75), mencionando que las enzimas en el alimento mejoran la absorción y asimilación de las dietas ya que ayuda que las células epiteliales estén saludables y encajando perfectamente a la par sin dejar el ingreso de toxinas y patógenos al torrente sanguíneo, pero en dosis que no lleguen a hacer tóxico en el animal además que a niveles óptimos mejor palatable los alimentos.

### 3.3. Comportamiento productivo y características de la leche en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia por efecto de diferentes niveles de enzimas a los 60 días de evaluación

La segunda toma de muestras de leche cruda fue a los 60 días de que los semovientes se encuentran con dietas incluidos diferentes niveles de enzima, presentando los siguientes datos estadístico-detallados en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Comportamiento productivo y características químicas de la leche a los 60 días, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas

Variable	Niveles de Enzimas, g						E. E	Prob.	Sig.
	0		25		50				
Producción de leche, lt	30,56	a	33,14	a	33,43	a	1,26	0,2485	ns
% Grasa	1,66	b	2,12	a	1,75	b	0,08	0,0033	**
% Sólidos no grasos	7,96	a	8,15	a	8,25	a	0,15	0,3937	ns
% Proteína	3,00	a	3,13	a	3,10	a	0,05	0,1680	ns
Densidad g/ml	1,0284	a	1,0293	a	1,0289	a	0,00	0,2225	ns

<b>% Sólidos totales</b>	9,62	b	10,26	a	9,99	ab	0,16	0,0502	ns
--------------------------	------	---	-------	---	------	----	------	--------	----

**Realizado por:** (Buñay E, 2022).

**E.E.:** Error Estándar.

**Prob. >0,05:** no existen diferencias estadísticas.

**Prob. <0,05:** existen diferencias estadísticas.

**Prob. < 0,01:** existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

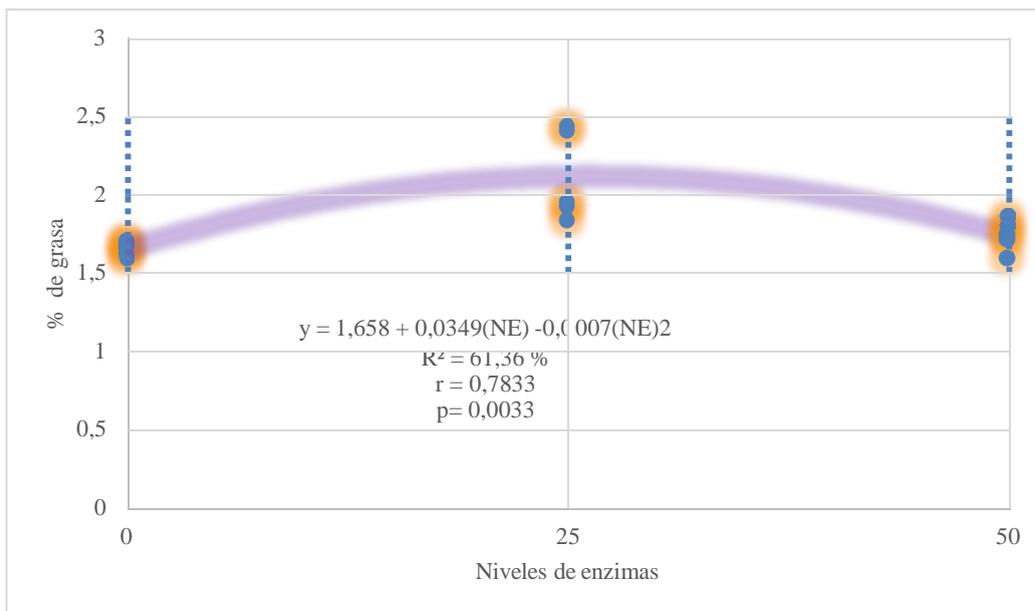
### 3.3.1. Grasa, %

Al analizar la separación de medias según Duncan, para la porcentaje de grasa de leche de vacas holstein mestizas en el primer tercio de lactancia suplementadas con diferentes niveles de enzimas; presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,05$ ), entre los tratamientos, obteniendo el mayor porcentaje de grasa de 2,12 %, para el tratamiento T1 (25g de enzima en el alimento), el siguiente porcentaje de grasa fue de 1,75 % en el tratamiento T2 (0,5 de enzima en el alimento), y finalmente el menor porcentaje de grasa en la leche es de 1,66 % para el tratamiento control, posiblemente esto se deba a que las enzimas por sus beneficios se convierte en un promotor de crecimiento que actúa directamente en los semovientes teniendo como una de las mejores ventajas de absorción de nutrientes por supresión de la competencia con la microflora entérica, teniendo así mejores parámetros productivos y por ende mejorando la calidad de la leche.

El análisis de regresión, Figura 3-2. Para la porcentaje de grasa de la leche de vacas en el primer tercio de lactancia suplementadas con diferentes niveles de enzimas muestra diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), presentando una línea de tendencia cuadrática observándose que al utilizar niveles inferiores a 25% de enzima en el alimento, existe una ganancia de 0,0349 % de grasa; mientras que a medida que se incrementan los niveles de enzima existe una disminución en 0,0007% de grasa, con un coeficiente de regresión de 61,36% es decir la dependencia directa por las enzimas, mientras que el 38,64% depende de factores externos a la investigación como días posparto, número de partos, raza, etc y un coeficiente de asociación de 78,33%.

Para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa, \%} = 1,658 + 0,0349(\text{NE}) - 0,0007(\text{NE})^2 \quad \text{Ecu.2-3}$$



**Gráfico 2-3.** Análisis de regresión del porcentaje de grasa en leche, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia a los 60 días

**Realizado por:** (Buñay E, 2022).

El INEN, (2012, p.6), indica que la calidad de la leche de acuerdo a su normativa van desde valores mínimos del 3% , Blanco et al. (2018), en su investigación en vacas Holstein alimentadas en pradera más suplemento de borra de cerveza alcanza un valor de grasa del 3,50%, Alfaro et al.(2017) en la evaluación productiva y reproductiva de las Holstein, jersey y sus cruzamientos, en la raza Holstein mestiza alcanza un porcentaje de grasa del 3,70% muestra tomada en el pico de producción, Duque et al.(2013, p.35) en su investigación adicionando en el alimento balanceado Omega 3 a los 60 días de evaluación reporta un porcentaje de grasa de 3,64%; datos que superan a los reportados en la presente investigación posiblemente esto se deba a que la producción de leche en el posparto también es influida por la rapidez de la involución uterina, la rapidez en el desarrollo de los folículos ováricos, las concentraciones hipofisarias y periféricas de gonadotropinas, las concentraciones periféricas de estrógenos y prostaglandinas F2 $\alpha$  en el inicio de la secreción periódica, y los cambios en peso corporal y consumo de energía (Ramírez et al., 2017, p.24).

### 3.3.2. Sólidos no grasos, %

La variable porcentaje de sólidos no graso en la leche de vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia, bajo diferentes niveles de enzima en la dieta diaria; no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos siendo porcentajes de sólidos no grasos homogéneos en las unidades experimentales, es así que presentan los siguientes valores de sólidos

no grasos de 8,25; 8,15 y 7,86 % para los tratamientos T2; T1; T0 (50, 25g de enzima y tratamiento testigo) respectivamente.

El INEN (2012, p.6), indica que el valor en el que oscila los sólidos no grasos está en mínimos de 8,30%, datos superiores a los de la presente investigación, posiblemente esto se deba a proceso de transición de la vaca ya que en la primera etapa de lactancia existe una gran disminución de niveles energéticos que afectan a la calidad de la leche.

### **3.3.3. Proteína, %**

Al analizar la variable porcentaje de proteína de la leche de vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia alimentadas con diferentes niveles de enzimas, según la separación de medias de Duncan, no presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,05$ ), entre las dietas aplicadas es así que el porcentaje de proteína más eficiente es de 3,13, lograda en el T1 (25 g de enzima), seguido por los tratamientos T2 y T0 (50 g de enzima y tratamiento control), con valores de 3, y 3,0%, observándose estas diferencias numéricas entre los tratamientos.

Datos que al ser comparados con la normativa de la calidad de la leche (INEN, 2012, p.6), están entre los parámetros correctos ya que debe tener un mínimo de 2,9 % de proteína de la leche cruda, acotando que la composición de la proteína es un factor de gran importancia dentro de la industrialización láctea, ya que influye de manera directa sobre el rendimiento y la aptitud tecnológica de la leche. Un claro ejemplo de la importancia de la proteína es que el contenido de caseína juega un rol importante en la producción de quesos (García et al., 2017, p.42).

Las enzimas (proteinasas, lipasas, fosfolipasas), producidas extracelularmente y aumentando con una suplementación en las dietas mejoran la calidad de la leche ya que la misma pueden resistir el calor y degradar los constituyentes de la leche (Blanco et al., 2018, p.37).

### **3.3.4. Densidad g/ml**

La variable densidad de la leche en vacas Holstein mestizas en el primer tercio de la lactancia de la presente investigación no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos evaluados suplementadas a base de diferentes niveles de enzima, aun así, teniendo la mejor densidad de 1,0293 g/ml con la dieta de 25 g, seguido por el tratamiento con 50 g de enzima con el valor de densidad 1,0289 g/ml y finalmente el tratamiento control con 1,0284 g/ml.

La densidad al ser un parámetro que determina la calidad de la leche debemos recordar La densidad es una propiedad física utilizada para comparar las masas de diferentes sustancias o de una misma bajo diferentes condiciones. En la densidad de la leche influyen todos los constituyentes normales, así como todas aquellas sustancias extrañas que se adicionan de forma fraudulenta, tanto sólidos como líquidos (Periago, 2020, p.12).

### 3.3.5. Sólidos Totales, %

Según la separación de medias de Duncan, para la variable porcentaje de sólidos totales, no registran diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ); entre los tratamientos evaluados, logrando su mejor porcentaje de sólidos totales e 10,26%, en el T1 (25g de enzimas); seguido por el tratamiento con T2 (50g de enzima) con un valor de 9,99% y finalmente el porcentaje de sólidos totales menos eficientes fueron reportados en el tratamiento testigo con una media de 9,62%

De los resultados mencionados anteriormente los 25g de enzima se ven relacionados directamente con el porcentaje de sólidos totales a lo que Aguilar (2017, p.331), que las enzimas son precursoras del crecimiento de la flora microbiana es la que impulsa el desarrollo, la maduración y la función del sistema inmunitario gastrointestinal, mejorando de esta manera la absorción de nutrientes y de esta manera mejorara parámetros productivos y de calidad de la leche.

### 3.4. Análisis económico de en vacas mestizas Holstein, por efecto de diferentes niveles de enzima en la dieta

El análisis económico en vacas Holstein mestizas y su efecto en las características productivas y físicas de la leche por los diferentes niveles de enzima en la alimentación diaria, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 4-3.), se registró la mayor rentabilidad al utilizar el 25 % enzima el alimento (T1), por cuanto se alcanzó un beneficio/costo de 1,24, que representa una rentabilidad del 24 % lo mismo que quiere decir que por cada dólar invertido existirá una rentabilidad de 24 centavos, que es superior respecto al resto de los tratamientos T2 y T0 (50 y 0 % de enzima en el alimento en su orden), con los cuales se registraron B/C de 1,18 y 1,23.

**Tabla 4-3:** Análisis económico del comportamiento productivo, por efecto de diferentes niveles de enzimas en vacas Holstein mestizas

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	V. U	TRATAMIENTOS		
				0	25	50
<b>EGRESOS</b>						
Concentrado	Kilogramos	600	0,58	348	348	348
Heno	Kilogramos	30	0,15	4,5	4,5	4,5

Enzima	Gramos	7,5	0,8		6	
Enzima	Gramos	15	0,8			12
Sal mineral	Kilogramos	15	1	15	15	15
Grasa	Kilogramos	24	2,6	62,4	62,4	62,4
Análisis	Unidad	15	15	225	225	225
MO	Unidad	15	27,2	136	136	136
<b>Total</b>				<b>790,9</b>	<b>796,9</b>	<b>802,9</b>
<b>INGRESOS</b>						
Producción diaria	Litros			30,518	32,339	32,517
Producción total	Litros			1831,08	1940,34	1951,02
Costo	Dólares		0,51	933,8508	989,5734	995,0202
Total				933,8508	989,5734	995,0202
<b>B/C</b>				<b>1,181</b>	<b>1,242</b>	<b>1,239</b>

**Realizado por:** (Buñay E, 2022).

**B/C.** Beneficio costo.

## CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en las vacas holstein en el primer tercio de producción, con diferentes niveles de enzima se llegó a las siguientes conclusiones:

- La inclusión de 25 g de enzima como suplemento alimenticio, a vacas lecheras en el primer tercio de lactancia, no afectaron significativamente a las características químicas de la leche a los 30 días, pero si se observaron diferencias numéricas en cuanto a las variables, sólidos no grasos de 8,16%; proteína de 3,07%, densidad de 1,0294 g/ml y solidos totales de 9,5% mejorando la calidad de la leche.
- La suministración de 25g de enzima, permitió mejorar la calidad de la leche con respecto al contenido de grasa en el análisis a los 30 días con una media de 1,41% y con la suministración de 50 g de enzimas a los 60 días una media de 2,12 %, siendo una leche de calidad que puede ser utilizada en la industria para elaboración de productos apto para dietas.
- El manejo de dietas con suplementación de 25 g de enzima a los 60 días muestra diferencias numéricas en relación a los otros tratamientos con valores de proteína del 3,13%, densidad de la leche de 1,0293 g/ml y finalmente con un contenido de dolidos totales de 10,26%.

La relación beneficio/costo estimado entre el precio de venta por litro de leche y el costo de mantenimiento de las vacas lecheras en el primer tercio de lactancia alimentadas con la inclusión de 25 g de enzima, se alcanzó un beneficio/costo de 1,24; lo mismo que quiere decir que por cada dólar invertido existe una rentabilidad del 24 % (0,24 USD).

## **RECOMENDACIONES**

Luego de analizar las diferentes variables productivas y calidad de la leche en las vacas en el primer tercio de producción, con la utilización de diferentes niveles de enzima en las dietas, se recomienda lo siguiente:

- Aplicar en la alimentación de vacas lecheras holstein mestizas en el primer terco de lactancia 25g de enzima, consiguiendo de esta manera incrementos en los parámetros productivos, calidad de la leche principalmente en el porcentaje de grasa y por ende mayor disponibilidad de ingresos económicos.
- Continuar con nuevos estudios del uso de las enzimas en el segundo y tercer tercio de lactancia de las vacas holstein mestizas, evaluando características productivas, características químicas y organolépticas.
- En las próximas investigaciones a realizarse tomar en consideración la palatabilidad y digestibilidad del alimento por efecto del uso de los diferentes niveles de enzimas; adema de considerar en la selección de la muestra el número de partos de las unidades experimentales.

## **GLOSARIO**

**Albumina:** La alfa-lactoalbúmina es una proteína que favorece la unión de la glucosa con la galactosa para la síntesis la lactosa. Se encuentra tanto en la leche de vaca como en la humana. Forma parte de la capa de nata que aparece en la superficie de la leche hervida (Guevara-Garay et al., 2014, p.13).

**Caseína:** La caseína hace parte de las proteínas secretadas en la leche de la mayoría de los mamíferos, es una fosfoproteína producida por cuatro genes que codifican para las caseínas  $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ , las cuales se organizan en forma de micelas o unidades solubles (Guevara-Garay et al., 2014, p.14).

**Cetosis:** La cetosis es un trastorno metabólico que afecta a las vacas lecheras de alta producción en las primeras semanas de lactancia, cuando la mayor demanda de glucosa y ácidos grasos para la producción láctea, sumados a la disminución del consumo de materia seca, produce un balance energético negativo (Noro, 2021, p.32).

**Involución uterina:** El puerperio, fase inmediata después del parto, es un proceso fisiológico de modificaciones que ocurren en el útero durante el cual este órgano se recupera de la gestación y se prepara para la siguiente. Las modificaciones que se suceden consisten en el restablecimiento de la forma del cervix; disminución del volumen uterino; involución caruncular y reparación endometrial; ciclo de eliminación de loquios; flora bacteriana, infección uterina y mecanismo de defensa y reinicio de la ciclicidad (Alfaro et al., 2017, p.28).

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGUILAR Pablo.** Canola, Una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México. Mexico : Comité Nacional Sistemas - Producto, 2017.

**ALFARO Daniel y GUERRÓN José María.** Evaluación productiva y reproductiva de las razas Holstein, Jersey y sus cruzamientos, en la región de San Carlos, Costa Rica, utilizando el programa VAMPP®. Zamorano-Honduras : Universidad Zamorano- Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, 2017.

**ANDINO Pablo et al.** Efecto de diferentes niveles de grasa By Pass en la alimentación de vacas en el primer tercio de lactancia. Riobamba : Polo del conocimiento, 2021. Vol. VI. 2550 - 682X.

**ANDRADE Jhoanna y PONCE Marco.** INFLUENCIA DE LA INGESTA DE GRASAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO SOBRE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE BOVINA. Quito : Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Ingeniería en Biotecnología e los Recursos Naturales, 2020.

**ARCOS J, et al.** Effect of two commercial yeast cultures with *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. *Livestock . Livestock : Production Science*, 2020. 10.1016/S0301-6226(99)00116-5.

**AREVALO Fabian.** Producción Lechera. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo : 2014.

**BLANCO Florentino, et al.** Producción de leche en vacas mestizo Holstein (*Bos taurus* L.) pastoreadas en paraderas nativas en comparación con las suplementadas con borra de cerveza y maíz amarillo. Bolivia : *Journal of the Selva Andina Animal Science.*, 2018.

**BRAFORD.** Elementos a considerar para una sana alimentación para el ganado lechero. Argentina : 2018.

**CALSAMIGLIA, et al.** NECESIDADES NUTRICIONALES PARA RUMIANTES DE LECHE. NORMAS FEDNA, s.l. : 2009.

**CASTILLO, et al.** Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras en Costa Rica. AGRONOMIA MESOAMERICANA. [En línea] <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/oai>, 19 de Septiembre de 2018. [Citado el: 15 de 04 de 2021.] [http://www.mag.go.cr/rev\\_mesov30n01\\_209.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_mesov30n01_209.pdf). 89.

**CERON Joaquin.** Factores nutricionales que afectan la composición de la leche. Medellín : Biogenesis, 2018. 2211-513X.

**CONTERO, et al.** CALIDAD DE LA LECHE CRUDA Y SISTEMA DE PAGO POR CALIDAD EN EL ECUADOR. LA GRANJA REVISTA DE CIENCIAS DE LA VIDA. [En línea] ARTICULO CIENTIFICO, Febrero de 2021. [Citado el: martes de Abril de 2021.] <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/4512-Texto%20del%20art%C3%ADculo-31959-6-10-20211203.pdf>.

**CORIA Maria.** Nutricion Animal en Ganaderia. Ministerio de Ganaderia y Agricultura Argentina, Argentina : 2020.

**CUEVA Juan Fernando.** Efecto de la relación entre la cantidad de balanceado y producción de leche en vacas de segundo tercio de lactancia . UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito : 2018.

**DAMAUS.** Maquinaria utilizada en la industria lactea. Eko-Milk, s.l. : 2020.

**DIAZ Fernando.** Enzimas. Uso de enzimas fibrolíticas en dietas de vacas lecheras. [En línea] researchgate, agosto de 2016. [Citado el: 13 de abril de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/318300166\\_Uso\\_de\\_enzimas\\_fibroliticas\\_en\\_dietas\\_de\\_vacas\\_lecheras\\_I\\_Introduccion](https://www.researchgate.net/publication/318300166_Uso_de_enzimas_fibroliticas_en_dietas_de_vacas_lecheras_I_Introduccion). 10.318300166.

**DUQUE, et al.** Efecto de la suplementación con grasas protegidas sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas lactantes. Montería Colombia : Revista MVZ Córdoba, 2013. 0122-0268.

**DURANDO David.** “EFECTO DE DOS ALTERNATIVAS DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA, BALANCEADO VS. RACIÓN PARCIALMENTE MEZCLADA EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA EN GANADO HOLSTEIN”. ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA, CARRERA DE

INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS. [En línea] 2011.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3955/1/T-ESPE-IASA%20I-004562.pdf>.

**FAO.** Alimentacin Animal Bovinos. 2015.

**FEDEGAN.** Algunas recomendaciones para cada tercio de lactancia de la vaca. agrovvetmarket. 30, 2018.

**GARCÍA, et al.** GRASA Y PROTEÍNA DE LA LECHE DE VACA: COMPONENTES, SÍNTESIS Y MODIFICACIÓN. México - Coyoacán : Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Producción Agrícola y Anima, 2017.

**GARCIA, et al.** Empleo de Probiotico en Bovinos . produccion Animal, Argentina : 2012.

**GONZÁLEZ, et al.** Utilización de aditivos en piensos para rumiantes: Curso de Especialización, Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Chile : FEDNA, 2018.

**Guevara, et al.** Kappa caseína de la leche: aspectos bioquímicos, moleculares, productivos y nutricionales. Pereira-Colombia : Revista médica Risaralda vol.20 no.1, 2014. 0122-0667.

**INEN.** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 10:2012. Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leche pasteurizada, requisitos. [En línea] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, abril de 2012. [Citado el: 14 de abril de 2022.] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10-5.pdf>. 10:2012.

**LOERCH Steven.** Metabolismo Proteico de los Rumiantes. Sistema Intensivo de Producción de Carne, s.l. : 2017.

**MOLINA Fabian.** Determinacion de la Calidad de la Leche Cruda(Acides, Dencidad, Grasa, Solidos totales) en cuatro comunidades de la parroquia Pintag,canton Quito. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, QUITO : 2009.

**NAVA.** Digestion Ruminial. Sitio Argentino Produccion Animal, Argentina : 2017.

**NORO Mirela.** Cetosis en rebaños lecheros: presentación y control. Brasil : Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

**NUTRINEWS.** Enzimas LATAM. Utilización de enzimas exógenas en las vacas lecheras. [En línea] [nutricionanimal.info](https://nutricionanimal.info), 19 de julio de 2019. [Citado el: 10 de abril de 2022.] <https://nutricionanimal.info/utilizacion-de-enzimas-exogenas-en-las-vacas-lecheras/>.

**OLIVIERA S.** Índices de producción y su repercusión económica para un establo. Producción de leche. [En línea] 2001. [Citado el: 13 de abril de 2022.] [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172001000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172001000200009&script=sci_arttext).

**ORDOÑEZ Gissely.** Influencia de la suplementación con tres tipos de aceites vegetales, en la producción de ácido linoleico conjugado en leche de vacas Jersey semiestabuladas. Honduras : Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Carrera de ingeniería Agronómica, 2016.

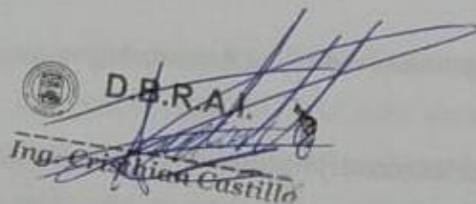
**PERIAGO Jesús.** HIGIENE, INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE. Murcia : Universidad de Murcia, 2020. 10.812050.

**RAMÍREZ et al.** Caracterización de la involución uterina y la reactivación ovárica pos parto en la hembra bovina utilizando ultrasonido de tiempo real (RTU). Zamorano - Honduras : Tesis de pregrado. Zamorano. Carrera De Ciencia Y Producción Agropecuaria, 2017.

**UNIVERSIDAD DE CHILE.** Aspectos generales de la microbiología del rumen. Monografías de Medicina Veterinaria, Chile : 2018.

**WATTIAUX Michel.** Digestion de la Vaca Lechera . Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, s.l. : 2016.

**ZAVALETA Eglantina.** Los acidos grasos volátiles, fuentes de energía en los rumiantes. Departamento de Nutrición y Bioquímica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma de México. [En línea] 2015. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c09.pdf>.

  
D.B.R.A.  
Ing. Crisliana Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: PRODUCCIÓN LECHERA A LOS 30 DÍAS

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	28,90	31,34	28,90	33,23	30,00	152,37
25	30,40	30,98	30,24	38,20	27,87	157,69
50	30,76	35,86	30,45	30,76	30,19	158,02

#### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	14	101,54				
Niveles de Enzimas, g	2	4,02	2,01	0,25	3,89	6,93
Error	12	97,52	8,13	1,27	0,7847	
CV %			9,14			
Media			31,21			

#### Separación de medias según Duncan <0,05

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	30,47	a
25	31,54	a
50	31,60	a

### ANEXO B: PORCENTAJE DE GRASA A LOS 30 DÍAS

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	1,03	1,27	0,98	1,06	1,23	5,57
25	1,47	1,22	1,47	1,40	1,50	7,06
50	1,25	1,20	1,15	1,11	1,12	5,83

#### ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	14	0,38				
Niveles de Enzimas, g	2	0,25	0,13	11,61	3,89	6,93
Error	12	0,13	0,01	0,05	0,0016	

CV %			8,49	E.E	Prob.	
Media			1,23			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	1,11	b
25	1,41	a
50	1,17	b

**ANEXO C: PORCENTAJE DE SOLIDOS NO GRASOS A LOS 30 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	7,47	7,91	8,34	8,28	8,06	40,06
25	7,80	7,85	8,31	8,63	8,19	40,78
50	7,81	8,35	8,27	8,06	7,37	39,86

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	14	1,68				
Niveles de Enzimas, g	2	0,09	0,05	0,35	3,89	6,93
Error	12	1,58	0,13	0,16	0,7084	
CV %			4,51	E.E	Prob.	
Media			8,05			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	8,01	a
25	8,16	a
50	7,97	a

**ANEXO D: PORCENTAJE DE PROTEÍNA A LOS 30 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	3,17	2,70	3,13	3,11	3,03	15,14
25	2,96	3,30	3,13	2,86	3,08	15,33
50	2,93	3,13	3,09	3,03	2,77	14,95

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	14	0,36				
Niveles de Enzimas, g	2	0,01	0,01	0,25	3,89	6,93
Error	12	0,34	0,03	0,08	0,7796	
CV %			5,57	E.E	Prob.	
Media			3,03			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	3,03	a
25	3,07	a
50	2,99	a

**ANEXO E: DENSIDAD DE LA LECHE A LOS 30 DÍAS****RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,15
25	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,15
50	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,14

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	14	0,00				
Niveles de Enzimas, g	2	0,00	0,00	0,60	3,89	6,93
Error	12	0,00	0,00	0,00	0,5626	
CV %			0,13	E.E	Prob.	
Media			1,03			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	1,03	a
25	1,03	a
50	1,03	a

**ANEXO F: PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES A LOS 30 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	8,50	9,18	9,32	9,34	9,29	45,63
25	9,27	9,07	9,78	10,03	9,69	47,84
50	9,06	9,55	9,42	9,17	8,49	45,69

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	2,43				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	0,63	0,32	2,12	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	1,79	0,15	0,17	0,1624	
<b>CV %</b>			4,16	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			9,28			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	9,13	a
25	9,57	a
50	9,14	a

**ANEXO G: PRODUCCIÓN LECHERA A LOS 60 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	28,56	29,67	29,60	33,78	31,20	152,81
25	31,40	31,98	32,98	39,67	29,67	165,70
50	32,98	37,10	31,54	31,83	33,70	167,15

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	120,37				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	24,93	12,46	1,57	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	95,45	7,95	1,26	0,2485	
<b>CV %</b>			8,71	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			32,38			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	30,56	a
25	33,14	a
50	33,43	a

**ANEXO H: PORCENTAJE DE GRASA A LOS 60 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	1,71	1,67	1,63	1,60	1,68	8,29
25	1,93	1,96	1,84	2,44	2,41	10,58
50	1,86	1,80	1,75	1,60	1,72	8,73

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	0,96				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	0,59	0,30	9,53	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	0,37	0,03	0,08	0,0033	
<b>CV %</b>			9,57	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			1,84			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	1,66	b
25	2,12	a
50	1,75	b

**ANEXO I: PORCENTAJE DE SOLIDOS NO GRASOS A LOS 60 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	8,02	7,96	8,36	8,07	7,38	39,79
25	7,61	8,41	8,47	7,96	8,28	40,73
50	8,44	8,58	7,96	8,09	8,17	41,24

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	1,50				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	0,22	0,11	1,01	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	1,29	0,11	0,15	0,3937	
<b>CV %</b>			4,04	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			8,12			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	7,96	a
25	8,15	a
50	8,25	a

**ANEXO J: PORCENTAJE DE PROTEÍNA A LOS 60 DÍAS****RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	3,01	2,98	3,13	3,03	2,85	15,00
25	2,97	3,15	3,35	3,08	3,12	15,67
50	3,06	3,23	3,13	3,03	3,07	15,52

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	0,19				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	0,05	0,02	2,08	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	0,14	0,01	0,05	0,168	
<b>CV %</b>			3,54	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			3,08			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	3,00	a
25	3,13	a
50	3,10	a

**ANEXO K: DENSIDAD DE LA LECHE A LOS 60 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	REPETICIONES					SUMA
	I	II	III	IV	V	
0	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,14
25	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,15
50	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	5,14

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	0,00				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	0,00	0,00	1,71	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	0,00	0,00	0,00	0,2225	
<b>CV %</b>			0,07	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			1,03			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

Niveles de Enzimas, g	Media	Duncan
0	1,03	a
25	1,03	a
50	1,03	a

**ANEXO L: PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES A LOS 60 DÍAS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Enzimas, g	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	9,73	9,63	9,99	9,67	9,06	48,08
25	9,54	10,37	10,31	10,40	10,69	51,31
50	10,30	10,38	9,71	9,69	9,89	49,97

**ADEVA**

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
<b>Total</b>	14	2,68				
<b>Niveles de Enzimas, g</b>	2	1,05	0,53	3,88	3,89	6,93
<b>Error</b>	12	1,63	0,14	0,16	0,0502	
<b>CV %</b>			3,70	<b>E.E</b>	<b>Prob.</b>	
<b>Media</b>			9,96			

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN <0,05**

<b>Niveles de Enzimas, g</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan</b>
0	9,62	a
25	10,26	a
50	9,99	a



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

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 28 / 07 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
Elsa Susana Buñay Toasa
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencia Pecuarias
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Zootecnista
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

D.B.R.A.  
Ing. Cristhian Fernando Castillo



1440-DBRA-UTP-2022