UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: "Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán"

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORES: Andrés Hernando Albán López
Richard Stalin Montenegro Ortega
TUTOR: Ing. Marcelo Ibarra M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR
2018

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que el estudiante Andrés Hernando Albán López con el número de cédula 0401806310 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: "Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la sustentación de la presentación para la calificación respectiva.

f..... f.....

Ing. Marcelo Ibarra M.Sc. Dra. Wilman Yambay

Tulcán, 28 de junio de 2018

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que el estudiante Richard Stalin Montenegro Ortega con el número de cédula 0401775788 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la sustentación de la presentación para la calificación respectiva.

f..... f.....

Ing. Marcelo Ibarra M.Sc. Dra. Wilman Yambay

Tulcán, 28 de junio de 2018

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Andrés Hernando Albán López con cédula de identidad número 0401806310 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Andrés Hernando Albán López

Tulcán, 28 de junio de 2018

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Richard Stalin Montenegro Ortega con cédula de identidad número 0401775788 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Richard Stalin Montenegro Ortega

Tulcán, 28 de junio de 2018

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Andrés Hernando Albán López declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....
Andrés Hernando Albán López

Tulcán, 28 de junio de 2018

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Richard Stalin Montenegro Ortega declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....
Richard Stalin Montenegro Ortega

Tulcán, 28 de junio de 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Dios por haberme brindado salud y fortaleza para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mi familia promotores de esperanza y fortaleza, a mis padres Ricardo y Nelly por ser ejemplo de perseverancia y constancia, a mis hermanos Elizabeth, Iderly y Hamilton por sus consejos y motivación; a mis amigos y a todas las personas que me apoyaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

Richard Stalin Montenegro Ortega

Dedico este trabajo a Dios por su grandeza, de igual forma a mis padres Jorge y Elena quienes estuvieron guiándome y apoyándome, a mi esposa Cristina quien supo apoyarme en buenas y malas, a mis hermanos Gustavo y Gabriel, a mis sobrinos Gabriel, Derek, Andrés, Samuel y de forma especial dedico este trabajo a mi hijo Leonel Albán quien fue mi principal fuente de inspiración para lograr mis objetivos y cumplir las metas, a toda mi familia y amigos muchas gracias por su gran apoyo.

Andrés Hernando Albán López

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial agradecemos a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a los profesores que fueron guías y amigos a lo largo de todos estos años.

De manera especial agradecemos a nuestro tutor Marcelo Ibarra por el apoyo, confianza y dedicación de tiempo para el desarrollo de este proyecto.

A nuestra lectora Jenny Yambay que de igual manera nos brindó su apoyo y asesoramiento en este trabajo.

A nuestros compañeros y amigos quienes depositaron su confianza y compartieron momentos inolvidables.

A nuestras familias quienes supieron brindarnos todo su apoyo para la culminación de este proyecto.

ABREVIATURAS

AG = Ácidos Grasos.

AGPI = Ácidos Grasos Poliinsaturados.

ALC o CLA= Ácido Linoleico Conjugado.

AV = Ácidos volátiles.

C4:0 = Ácido butírico.

C6:0 = Ácido caproico.

C8:0 = Ácido caprílico.

C10:0 = Ácido cáprico.

C12:0 = Ácido láurico.

C14:0 = Ácido mirístico.

C16:0 = Ácido palmítico.

C18:0 = Ácido esteário.

C18:2 = Ácido linoleico.

C18:3 =Ácido linolénico.

CC = Condición corporal.

CNE = Carbohidratos no estructurales.

EE = Extracto etereo.

FDA = Fibra detergente ácida.

FDN = Fibra detergente neutra.

g = Gramo.

Kcal = Kilocalorías.

kg = Kilogramo.

Mcal= Mega calorías.

MI = Materia Inorgánica.

MS = Materia seca.

n 3 o ω-3= Omega 3.

n 6 o ω-6 = Omega 6.

n 9 o ω-9 = Omega 9.

PC = Proteína cruda.

ppm = Partes por millón.

UI = Unidad Internacional.

ÍNDICE

DEDICATORIA vii
AGRADECIMIENTO viii
ABREVIATURAS ix
RESUMEN xiv
ABSTRACT xv
INTRODUCCIÓN 1
I. PROBLEMA 2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.3. JUSTIFICACIÓN 3
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 4
1.4.1. Objetivo General 4
1.4.2. Objetivos Específicos 5
1.4.3. Preguntas de Investigación 5
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 6
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 6
2.2. MARCO TEÓRICO 9
2.2.1. Ganado en el Ecuador 9
2.2.2. Producción de leche Ecuador 9
2.2.3. Tipos de ganadería en el Ecuador 9
2.2.4. La importancia de la producción de leche en el Ecuador 10
2.2.5. Leche 10
2.2.5.1. Componentes lácteos 10
2.2.5.2. Composición de la leche 10
2.2.5.2.1. Proteínas 11
2.2.5.2.2. Grasa 11
2.2.5.2.3. Ácidos grasos 12
2.2.6. Variantes en composición de la leche 14
2.2.6.1. Especie y raza 15
2.2.6.1.1. Razas y características de ganado lechero 15
2.2.6.1.2. Razas de bovinos en el Carchi 16
2.2.6.2. Alimentación de bovinos 16

2.2.6.2.1. Requerimientos nutricionales para los bovinos 17
2.2.6.2.2. Tipos de alimentos 18
2.2.6.3. Edad del pasto 23
2.2.6.3.1. Edad fenológica criterio para el pastoreo 23
2.2.6.4. Etapa de lactancia 23
2.2.6.5. Condición Corporal 24
III. METODOLOGÍA 25
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO 25
3.1.1. Enfoque 25
3.1.2. Tipo de Investigación 25
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER 25
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 26
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS 27
3.4.1. Procedimental 27
3.4.1.1. Recolección de las muestras 27
3.4.2. Encuesta 28
3.4.3. Análisis de laboratorio 28
3.4.3.1. Cromatografía de gases 28
3.4.3.2. Desarrollo del proceso 28
3.4.4. Análisis estadístico 29
3.4.4.1. Análisis descriptivo 29
3.4.4.2. Prueba Spearman 30
3.4.4.3. Prueba de Chi-cuadrado 30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 32
4.1. RESULTADOS 32
4.1.1 Concentraciones de ácido graso poliinsaturados linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en leche bovina. 32
4.1.2. Efecto de la alimentación sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 32
4.1.3. Efecto de la raza sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 33
4.1.4. Efecto de la condición corporal sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 34
4.1.5. Efecto de los números de partos sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 35
4.1.6. Efecto de la edad del pasto sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 35

4.1.7. Efecto de la etapa de lactancia sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 37
4.2. DISCUSIÓN 37
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 40
5.1. CONCLUSIONES 40
5.2. RECOMENDACIONES 40
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS I
VII. ANEXOS VIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición general de la leche en diferentes especies (por cada 100 g). 11
Tabla 2. Ácidos grasos encontrados principalmente en leche bovina con un porcentaje aproximado. 13
Tabla 3. Requerimientos nutricionales y condición corporal (CC) sugerida de vaca lecheras. 18
Tabla 4. Clasificación taxonómica del Kikuyo 19
Tabla 5. Composición química del pasto Kikuyo 20
Tabla 6. Clasificación taxonómica del Ryegrass 21
Tabla 7. Composición química del ryegrass 21
Tabla 8. Composición química del trébol blanco 22
Tabla 9. Evaluación de la Condición Corporal (CC) (escala 1-5 con incrementos de 0,25 puntos) y del puntaje de fecas como estrategia de monitoreo de la nutrición energética de la vaca lechera. 24
Tabla 10.Cuadro de operacionalización de variables 26
Tabla 11. Concentraciones de ácido graso poliinsaturados linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3). 32
Tabla 12. Efecto de la alimentación sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 32
Tabla 13. Asociación entre raza y concentración de ácido linoleico y linolénico. 33
Tabla 14. Efecto de la condición corporal sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 34
Tabla 15. Efecto de los números de partos sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 35
Tabla 16. Efecto de la edad de pasto sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico 36
Tabla 17. Efecto de la etapa de lactancia sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico. 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de ácido linoleico de la alimentación tradicional y mezcla forrajera. 33
Figura 2. Porcentaje de Ácido Linoleico y Linolénico de vacas Holstein y Pizán..... 34
Figura 3. Porcentaje de Ácido Linoleico y Linolénico para pastos tiernos y maduros. 36

RESUMEN

La leche bovina es un alimento funcional por su alto contenido de calcio (Ca), pero el calcio no es el único componente con propiedades funcionales que presenta la leche, ya que entre la fracción grasa se encuentran dos ácidos grasos insaturados: el linoleico (C18:2) y el linolénico (C18:3), conocidos por su acción hipocolesterolémica y preventiva de enfermedades cardiovasculares. La presencia de estos ácidos grasos muchas veces se ve influenciado por factores como la raza, la alimentación de los bovinos, entre otros. Bajo esta realidad la presente investigación tiene como objetivo: comparar dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico y ácido linolénico en la leche de vacas Holstein y Pizán, además de relacionar estos ácidos con la condición corporal, número de partos, edad del pasto y etapa de lactancia. Se realizó un tipo de investigación exploratoria, en donde el muestreo fue estratificado considerando para la estratificación las variables: alimentación y raza. Las variables: etapa de lactancia, número de partos, condición corporal y edad del pasto fueron aleatorias, y se levantaron mediante una encuesta. Se tomaron 48 muestras de leche bovina distribuidas: 24 de raza Holstein y 24 de raza Pizán, además dentro de cada raza se consideró el tipo de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) de forma proporcional. El análisis se realizó mediante la técnica de cromatografía de gases. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Spearman para variables de tipo ordinal (condición corporal, etapa de lactancia) y Chi-cuadrado para las de tipo nominal (alimentación, raza, edad del pasto y número de partos). Para el tipo de alimentación existieron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para el ácido linoleico, donde la alimentación tradicional (kikuyo) alcanzó un 0,90%. No se evidenció diferencias estadísticas para el ácido linolénico y los tipos de alimentación. Para la variable razas hubo diferencias estadísticas para los ácidos linoleico y linolénico, donde la raza predominante para el ácido linoleico fue la raza Pizán con 0,87% y para el ácido linolénico fue superior la raza Holstein con el 0,51%. En relación a la edad del pasto hubo diferencias estadísticas para los dos ácidos grasos, para el ácido linoleico se obtuvo un 0,73% con pastos maduros y para el ácido linolénico predominó la leche producida a base de pasto tierno con un 0,45%. Para el número de partos, condición corporal y etapa de lactancia no hubo diferencias estadísticas para ninguno de los dos ácidos.

Palabras clave: leche, ácido linoleico, ácido linolénico

ABSTRACT

Bovine milk is a functional food due to its high calcium content (Ca), but calcium is not the only component with functional properties in milk, since milk between the fat fraction have two unsaturated fatty acids: linoleic (C18:2) and linolenic (C18:3), known for their hypocholesterolemic action and cardiovascular diseases prevention. The presence of these fatty acids is often influenced by factors such as breed, feeding, among others. Under this reality, the present research aims to: compare two types of food (traditional and forage mix) on the concentration of linoleic and linolenic acids in the milk of "Holstein" and "Pizán" dairy breeds, and the relation of these acids with the body condition, number of births, pasture age and lactation stage. An exploratory research was carried out, where the sampling was stratified considering the variables: diet and breed. The variables: lactation stage, number of births, body condition and age of the grass were random, and were raised by a poll. A lot of 48 samples of bovine milk were taken: 24 of breed Holstein and 24 of breed Pizán, and within each breed the type of feeding (traditional and forage mix) was considered proportionally. The analysis was carried out using the gas chromatography. Statistical analysis was performed using the Spearman test for variables of ordinal type (body condition, lactation stage) and Chi-square for nominal type variables (feeding, breed, pasture age and number of births). For the type of feeding there were statistical differences ($P > 0,05$) for linoleic acid, where the traditional diet (kikuyo) reached 0,90%. There were no statistical differences in the linolenic acid for the types of feeding. For the variable breed there were statistical differences for linoleic and linolenic acids, where the predominant breed for linoleic acid was "Pizán" with 0,87% and for linolenic acid "Holstein" was higher with 0,51%. In relation to grass age there were statistical differences for the two fatty acids, for linoleic acid (0,73%) the higher value was obtained with mature grasses and for linolenic acid (0,45%) was obtained with tender grass. For the number of births, body condition and lactation stage there were no statistical differences for either of the two acids.

Keywords: milk, linoleic acid, linolenic acid

INTRODUCCIÓN

La leche bovina es una fuente primordial de alimentación (Bauman, Mather y Wall, 2006). Está compuesta por grasa, proteína, lactosa, minerales y agua (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011). La grasa de la leche bovina presenta ácidos saturados e insaturados, dentro de los ácidos grasos insaturados están el ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) (Zavala, 2005), estos ácidos son vitales para la salud de las personas por ser ácidos grasos esenciales, pero estos no son producidos por el organismo humano (Fuentes, 2009), es por esta razón que se los debe adquirir de fuentes externas como es el pescado, aceites vegetales y la leche (Ortega *et al.*, 2013).

La presencia del ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en leche es poco conocido ya que existen escasos trabajos sobre este tema en leche bovina, además que son bajas las investigaciones que relacionen las concentraciones de estos ácidos con otros parámetros productivos y reproductivos de los animales.

La provincia del Carchi presenta características agroecológicas y genéticas que permiten una producción de leche bovina de forma competitiva, reflejado esto en que la provincia agrupa el 8,74% del total de ganado de leche de la sierra ecuatoriana y aporta con el 5% de la producción de leche a nivel de nacional (Gobierno Provincial del Carchi, 2013).

Con los antecedentes mencionados sobre los bajos estudios realizados sobre el ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) y considerando la provincia del Carchi como una zona productora de leche bovina, la presente investigación está enfocada en comparar dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán, así como también conocer las características de las variables como condición corporal, edad, del pasto, número de partos y etapa de lactancia las mismas que permiten determinar una mayor o menor concentración de los ácidos grasos poliinsaturados en estudio.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador los parámetros que influyen en el sistema de pago de la leche bovina son la grasa y proteína, además de su calidad higiénica sanitaria según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2013). En la actualidad la industria lechera ecuatoriana no se ha enfocado en el pago por otros componentes de importancia láctea, como es la calidad nutricional, representada especialmente por los ácidos: linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3).

A nivel internacional los estudios solamente se han centrado en el efecto de la alimentación bovina sobre las fracciones proteína y grasa de la leche (Bauman, Mather y Wall, 2006). Pero hay escasos trabajos que relacionan las concentraciones de ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) con otros parámetros productivos y reproductivos de los animales. Además, no existen en Ecuador antecedentes al respecto y este aspecto merece ser estudiado en condiciones de alimentación pastoril. Por otro lado, hay poca o nula información referente a la genética animal sobre fracciones de ácidos grasos polinsaturados (Kelsey, Corl, Collier y Bauman, 2003).

En la provincia del Carchi el manejo de la mayoría de explotaciones ganaderas es deficiente en algunos parámetros productivos, como es la condición corporal de los animales, que es una variable a considerar en la concentración de solidos totales en la leche; tampoco se maneja la edad adecuada de las pasturas y su relación con los aportes nutricionales según su fase de desarrollo, entre otras. Dentro de los parámetros reproductivos se desconoce la influencia del número de partos en el movimiento de la grasa corporal en los animales, ya que en los primeros partos o primeras lactaciones los animales utilizan gran parte de su energía para su mantenimiento y crecimiento, sin embargo a partir de la tercera lactación las vacas lecheras incrementan sus reservas de energía y por ende la relación que tiene esta característica con la concentración de ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en la leche, es desconocida.

Además, en investigaciones relacionadas a la concentración de ácidos poliinsaturados en leche en función a la raza del animal, en su mayoría se mencionan investigaciones realizadas en caprinos y muy pocas en bovinos, de igual forma en nuestro país en la actualidad con el fin de mejorar la calidad y producción de la leche se están introduciendo diferentes biotipos lecheros, especialmente

de origen neozelandés, sin tomar en cuenta biotipos nacionales como la raza Pizán y el aporte nutricional que puede brindar.

La fuente principal de ácidos grasos poliinsaturados son los peces y algunos alimentos de origen vegetal (Ortega *et al.*, 2013). Sin embargo, se desconoce la concentración de estos ácidos grasos en la leche bovina. La falta de consumo de alimentos que contengan ácidos grasos polinsaturados dentro de una dieta alimentaria ya sea por el desconocimiento o falta de disponibilidad ocasiona que las personas están propensas a sufrir depresión, estrés, aumento de peso, problemas de tipo cardiovascular como principales afecciones (Shahidi y Wanasundara, 1998).

Por las razones expuestas, mediante esta investigación se desea comparar dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán, así como la relación de estos con parámetros productivos y reproductivos tales como: condición corporal, edad del pasto, número de partos y etapa de lactancia.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿No se establecen relaciones entre los parámetros productivos y reproductivos (tipo de alimentación, raza, condición corporal, edad del pasto, número de partos y etapa de lactancia) sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico en leche bovina?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación busca conocer el efecto de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán, los cuales presentan efectos positivos en la salud humana como lo mencionan Playne, Bennett y Smithers (2003) al indicar que la leche es un importante proveedor de nutrientes para los seres humanos, el cual puede proporcionar productos funcionales con efectos beneficiosos para la salud.

La concentración de ácidos grasos poliinsaturados en la leche puede mejorada a través de la alimentación con pastos en una edad adecuada (Fulkerson y Donaghy, 2001), ya que facilita la digestibilidad y el aprovechamiento de los componentes bioactivos; y de una buena selección

genética utilizando razas autóctonas de la región en un sentido altamente favorable para mejorar la calidad de la leche bovina. Además, si los animales están en buena condición corporal asegurarán que la producción láctea se vea favorable, de esta manera se podrá garantizar que la leche obtenga en su composición altos valores nutricionales especialmente ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3).

El estudio se realizó en las razas lecheras Holstein y Pizán, la primera por ser la raza más predomínate en la región sierra-norte del Ecuador, y la segunda por ser una raza originaria de la provincia del Carchi, las cuales estaban alimentadas de forma tradicional (70% de Kikuyo) y con mezcla forrajera compuesta por gramíneas y leguminosas, en donde predominaba el ryegrass con un porcentaje mayor al 50%.

La provincia del Carchi concentra el 8,74% del total de ganado lechero de la Sierra y aporta con el 5% de la producción de leche del Ecuador (GPC, 2013), es por ello que debemos aprovechar esto y producir leche de mejor calidad y ser competitivos en el mercado (Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Productividad, 2013).

La investigación se enfocó en el estudio de los ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) los cuales son ácidos grasos poliinsaturados indispensables (AGPIs) que proporcionan beneficios por su acción hipocolesterolémica y preventiva de enfermedades cardiovasculares (Arnoldi, 2004; Cruz, Torres, Prado, Armando y Palacio, 2005).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Comparar dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del tipo de alimentación sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en leche de vacas Holstein y Pizán.

- Identificar en cuál de las dos razas bovinas en estudio hay mayor concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3).

- Establecer si existe relación entre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) con otros parámetros productivos y reproductivos tales como: condición corporal, número de partos, edad del pasto y etapa de lactancia.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influye la alimentación tradicional y la mezcla forrajera sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en leche bovina?

- ¿Cuál de las dos razas bovinas Holstein y Pizán tiene mayor concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche bovina?

- ¿Existe una relación entre las variables condición corporal, número de partos, edad del pasto y etapa de lactancia sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche bovina?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la investigacion hecha por Gagliostrio *et al.*, (2006) al evaluar los efectos del suministro de alimentación diferencial sobre la concentración de ácidos conjugados del linoleico (ALC) en leches de cabra, el objetivo fue conocer el impacto del suministro de aceite de pescado solo y en combinación con aceite de girasol sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de cabra. Este ensayo se realizó en el Establecimiento La Piedra, situado en la localidad de Batan, Provincia de Buenos Aires. Se realizó sobre un total de 123 cabras en ordeño de raza Saanen, se apartaron 10 animales al azar que se encontraban en el 7° y 8° mes de lactancia. El plan de alimentación tuvo una duración de 20 días. En el sexto día y previo a la implementación de los tratamientos alimenticios se extrajeron muestras para el análisis del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Donde se determinó que la composición en ácidos grasos del aceite de pescado puede variar en función a la época del año, la especie utilizada y el proceso de elaboración. Desde el punto de vista de maximizar las concentraciones de ácido linoleico conjugado en leche, la presencia de C18:2n6. en el aceite de pescado resulta favorable, pero al usar el aceite de girasol presentó valores normales de C18:2n6.

En la publicación hecha por Roca, Gonzáles, Vázquez y Fernández (s.f) donde evaluaron el efecto de la suplementación sobre el perfil de ácidos grasos en leche de vaca, donde buscaban la posibilidad de modificar el perfil de ácidos grasos en leche a través de la ración e incrementar su nivel de ácidos grasos insaturados, en especial del ácido linoleico conjugado (ALC). En este trabajo se determinaron algunos parámetros como: producción, calidad, perfil de ácidos grasos y contenido de ácido linoleico conjugado, por cromatografía de gases, en leche de tres rebaños de vacas estabula- das durante diez semanas con alimentación en base a ensilado de maíz y hierba. Se estudió el efecto de la suplementación con concentrado de semillas de oleaginosas (algodón), en dos dosis, comparado con un concentrado de cereal (maíz). El ácido linoleico fue significativamente mayor en las dosis altas que en las bajas, 7 sobre 5 kg vaca-1 día-1, de concentrado, tanto usando algodón como con maíz. Para la dosis alta de concentrado hay una tendencia no significativa a tener más ácido linoleico conjugado utilizando algodón. Los ácidos grasos saturados, láurico y palmítico, disminuyeron en los tratamientos con algodón y el ácido linoleico aumentó significativamente en el tratamiento 7.

En la investigación de Vázquez y Suárez (2012) que estudiaron el efecto del tipo de pasto sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacuno cuyo objetivo era evaluar el efecto del tipo de pasto en la calidad de la leche producida por vacas que aprovechan en pastoreo praderas de trébol blanco, trébol violeta y ryegrass inglés. Los animales (6 vacas/tratamiento) permanecieron en el pasto durante el día, entre los ordeños de mañana y tarde, y durante la noche se suplementaban en el establo con 5 kg de ensilado de maíz y 2 kg de concentrado (ambas cantidades expresadas en materia seca). El diseño experimental aplicado fue cuadrado latino (3 tratamientos por 3 períodos de 3 semanas cada uno), en cada tratamiento se realizaron las series analíticas habituales por vía húmeda, composición físico-química y la determinación del contenido en ácidos grasos (AG) por cromatografía de gases. Cuyos resultados fueron que la leche proveniente de vacas alimentadas con ryegrass fue la menos beneficiosa por su mayor contenido de ácidos grasos saturados, con respecto a la leche de vacas alimentadas con leguminosas, y dentro de estas es el trébol violeta el que proporciona un perfil lipídico más saludable por su alto contenido en ácidos grasos mono-insaturados.

De igual forma Atti (2006) habla acerca de que para evaluar la producción de leche y la composición de ácido graso lácteo (AG) y el contenido de ácido linoleico conjugado (ALC), se utilizaron 75 ovejas Sicilo-Sarde en tres tratamientos dietéticos durante 89 días. Se llevaron a cabo dos grupos de pastoreo rotativo en pastizales separados de hierba de cebada verde (grupo GB) o de ryegrass perenne (grupo RG) y recibiendo diariamente 300 g de concentrado / oveja. Un tercer grupo fue conducido en el feedlot (grupo FL) en el heno de avena y el ensilaje y recibiendo 500 g del mismo concentrado por oveja al día. La producción de leche no difirió entre los tratamientos de pasto GB y RG (617 ml / día), pero fue mayor ($p< 0,01$) que la FL (363 ml / día). La grasa láctea y el contenido de proteínas fueron mayores para las ovejas en FL que para las ovejas criadas en ambos tratamientos de pastoreo (88,8 y 56,7 frente a 74,5 y 54 g / kg para grasa y proteína, respectivamente). Sin embargo, los rendimientos de grasa y proteína fueron mayores para los grupos de pastura que para FL. Los ácidos palmítico, oleico, mirístico, esteárico y caprínico fueron dominantes para todos los regímenes. La AG de cadena corta (C4: 0-C10: 0) no difirió entre todos los tratamientos. El contenido de AG de cadena media fue significativamente mayor en grasa de leche del grupo FL. Por el contrario, los de cadena larga aumentaron para los grupos de pastoreo. La leche de los grupos de pastura tuvo una proporción C18: 3 mayor que la de los ovinos FL (4,5 frente a 2,7 g / 1000 g). El contenido de ácido linoleico conjugado fue significativamente mayor ($p< 0,001$) para los grupos de pastoreo que para el FL uno (7,3 y 10,3 para GB y RG,

respectivamente, frente a 2,4 g / 1000 g para FL). Las dietas basadas en pastura aumentaron las concentraciones de AG insaturada de cadena larga y AG deseable en la grasa de la leche.

En la investigación de Orellana (2016) se analizó como influye la adición de tres tipos de aceite de origen vegetal en la dieta de vacas Jersey semi estabuladas, sobre la producción de ácido linoleico conjugado, donde caracterizaron, compararon y cuantificaron las distintas grasas y ácidos grasos funcionales como el ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) y ácido linoleico conjugado (ALC). Los objetivos del estudio fueron evaluar tres aceites de origen vegetal para incrementar la producción de ALC, determinar la dieta que más promueva la producción de ácido linoleico conjugado. Estos ácidos grasos fueron identificados y cuantificados mediante cromatografía de gases, de igual forma se midió el pH, la viscosidad y el color, para este estudio se usaron veinticuatro vacas Jersey en tres grupos los mismos que fueron sometidos a tres tratamientos. Los tratamientos fueron a base de pasto *Brachiaria híbrido,* ensilaje y concentrado. Este tipo de dietas se consideran como isoproteícas e isoenergéticas; con la diferencia de que en cada se adiciono aceite de maíz, canola o palma en el balanceado. Donde se determinó que el contenido de grasas trans y ALC en los distintos tratamientos con aceite de maíz y canola se incrementó. Donde no hubo diferencia estadísticamente significativa entre estos tratamientos ($P>0,05$). Para el maíz se obtuvo un porcentaje de 4,54% grasas trans, 0,88% ácido linoleico conjugado y para la canola 4,08% grasas trans y 0,81% ácido linoleico conjugado (ALC). EL tratamiento con aceite de palma fue el que género menor producción de ALC en comparación a maíz y canola ($P<0,05$). La adición de suplementos a base de aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados como maíz y canola incrementa la generación de ácido linoleico conjugado en leche de vacas Jersey semi estabuladas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Ganado en el Ecuador

La ganadería constituye una de las principales actividades agrarias del Ecuador, la misma que ocupa un lugar primordial en la economía rural moderna ya que los productos pecuarios son necesarios para la alimentación humana (Gualotuña, 2012).

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos (INEC) en lo referente a ganado a nivel nacional, en el 2014 se apreció 4,58 millones de vacunos; 1,91 millones de porcinos, 619.000 de ovinos, 85.000 de asnos, 284.000 de equinos, 98.000 de mular y 21.000 de caprino (INEC, 2014, pág. 9).

2.2.2. Producción de leche Ecuador

Según el INEC para el año 2014 la presencia de ganado bovino aumento a 4'604.624 unidades bovinas, la provincia con mayor número de bovinos es Manabí con 1'069.249 lo cual casi el 23,22% del total a nivel nacional, le sigue la provincia del Azuay la que aporta con el 12,21% de bovinos (INEC, 2014, pág. 9).

A nivel nacional la producción láctea es de 5'596.361 litros diarios, con un promedio por vaca de 5,60. En la región Sierra se concentra casi el 75,90% de la producción de leche a nivel nacional, en esta zona los animales son alimentados por pastos cultivados y mejorados (INEC, 2014, pág. 9).

Según el Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Productividad, (2013) la provincia del Carchi produce el 5% de la leche y el 1% de la carne a nivel nacional. Es la provincia con mayor participación en la producción de leche dentro de la Zona de Planificación 1.

2.2.3. Tipos de ganadería en el Ecuador

Existen varios sistemas de producción entre los principales están los sistemas de producción extensivos, sistemas de producción intensivos y los sistemas de producción semi intensivos; en donde los extensivos son caracterizados por desarrollarse en un medio natural en donde se manejan hatos ganaderos estabulados y en condiciones controladas y creadas de forma artificial. (Zambrano, 2015).

Los sistemas de producción semi intensivos son considerados de pastoreos rotacionales, y utilizan al máximo los pastos que están creciendo y desarrollándose. El sistema agrosilvopastoril es otro sistema semi intensivo, en donde se dan a cabo actividades agrícolas, ganaderas y forestales pueden ser comprendidas a un proyecto sustentable y llevadero con el transcurso del tiempo (Zambrano, 2015).

2.2.4. La importancia de la producción de leche en el Ecuador

La industria láctea es sin duda alguna uno de los sectores más importantes de la economía nacional, tanto en lo referente a la generación de empleo directo e indirecto, valor agregado y espacio territorial. Esta actividad está relacionada a la cría de ganado tanto de leche como de carne y a la industrialización de la leche y sus derivados (Ruiz, 2006).

2.2.5. Leche

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) menciona que la leche es la secreción natural de la glándula mamaria de animales productores de leche que se obtiene a partir de uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, manteniendo así la calidad de este alimento que es destinado al consumo en forma de leche líquida o en forma de un producto con un valor agregado posterior por la la agroindustria (FAO, 2008).

2.2.5.1. Componentes lácteos

La leche bovina sigue siendo un componente importante de la alimentación para todos los humanos. Su relevancia nutricional está fundamentalmente establecida en dos componentes: 1) la fracción lipídica, formada especialmente por ácidos grasos saturados, mono insaturado, y poliinsaturados (Harvatine, Boisclair y Bauman, 2009), y 2) la fracción proteica, donde se diferencian las caseínas, las proteínas del lacto suero, y las proteínas de la membrana del glóbulo graso (Swaisgood, 2003).

2.2.5.2. Composición de la leche

La leche de los mamíferos está compuesta por grasa, proteína, lactosa, minerales (sólidos totales) y agua (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011). La leche es el resultado de una compleja mezcla de distintas sustancias las cuales están presentes en suspensión o emulsión y otras

en forma de solución verdadera y también presenta sustancias definidas tales como: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales pueden varían por múltiples factores endógenos y exógenos a los seres vivos tales como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros, como muestra la Tabla 1 (Gómez, Divier, Mejía y Oswaldo, 2005).

Tabla 1. Composición general de la leche en diferentes especies (por cada 100 g).

Nutrientes (g)	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88	84	87,5
Energía (Kcal)	61	97	7,0
Proteína	3,2	3,7	1,0
Grasa	3,4	6,9	4,4
Lactosa	4,7	5,2	6,9
Minerales	0,72	0,79	0,20

Fuente: (Gómez, Divier, Mejía, Oswaldo, 2005)

2.2.5.2.1. Proteínas

La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2,9% al 3,9%). Esta "proteína láctea" es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos, Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%) (Gómez *et al.*, 2005).

Los beneficios de la fracción proteica de la leche se dan ya que esta contiene un gran número de compuestos biológicamente activos. Las proteínas tienen una serie de efectos biológicos, que van desde un efecto anticancerígenos hasta efectos en la función digestiva (Baro, Jiménez, Martínez, y Bouza, 2001).

2.2.5.2.2. Grasa

La composición grasa de la leche está conformada en su mayoría por triglicéridos (aproximadamente 98%), diacilglicerol (2%), colesterol (menos del 0,5%), fosfolípidos (alrededor del 1%) y ácidos grasos libres (0,1%) (2,8%). Debido a que la grasa de la leche se encuentra

relativamente emulsificada, es de fácil digestión (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011, pág. 27).

En la leche de vaca, los ácidos grasos saturados conforman el 70% del peso total de la grasa, así el ácido palmítico (16:0) el más común ya que representa el 30% de la grasa láctea por peso, seguido por el ácido mirístico (14:0) y esteárico (18:0), que constituyen el 11 a 12% del peso. El 10,9% de los ácidos grasos saturados son de cadena corta (C4:0-C10:0). El contenido de ácido butírico (4:0) y capróico (6:0) en promedio es del 4,4%, y apenas representan el 2,4% del total de ácidos grasos (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011, pág. 28).

Aproximadamente el 2,7% de los ácidos grasos de la leche son ácidos grasos trans, con una o más ligaduras. La grasa de la leche también contiene ácidos grasos linoleicos conjugados (ALC). Existen evidencias experimentales que implican a estos ácidos grasos en la reducción de peso y volumen del adenocarcinoma de mama y colon en modelos animales; también se ha indicado que pueden estimular la actividad de la enzima carnitin palmitoiltransferasa en el músculo, lo que indica que pueden favorecer la pérdida de peso, ya que producen la movilización del tejido adiposo y conservan las reservas proteínicas (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011, pág. 28).

2.2.5.2.3. Ácidos grasos

Según Zavala (2005) la grasa de leche contiene triglicéridos derivados de una amplia variedad de ácidos grasos saturados e insaturados. Los ácidos grasos presentes en la leche más importantes son: oleico, palmítico, esteárico, mirístico láurico y butírico (Tabla 2). Principalmente el oleico y linoleico son insaturados y líquidos a temperatura ambiente, al igual que el butírico, caproico y caprílico. El resto de los ácidos grasos tienen puntos de fusión altos (31 ºC a 70 ºC), por lo que son sólidos a temperatura ambiente.

Tabla 2. Ácidos grasos encontrados principalmente en leche bovina con un porcentaje aproximado.

Nombre	Nomenclatura química	%	Número de átomos			Enlaces Dobles	Estado
			C[1]	H[2]	O[3]		
Ácidos grasos saturados							
Butírico	Butanoico	4,5	4	8	2	0	Líquido
Caproico	Hexanoico	2,2	6	12	2	0	
Caprílico	Octanoico	2,5	8	16	2	0	
Cáprico	Decanoico	3,8	10	20	2	0	Sólido
Láurico	Dodecanoico	5	12	24	2	0	
Mirístico	Tetradecanoico	11	14	28	2	0	
Palmítico	Hexadecanoico	25	16	32	2	0	
Esteárico	Octadecanoico	7	18	36	2	0	
Ácidos grasos monoinsaturados							
Oleico	Octadecenoico cis-9(&)	3	18	34	2	1	
Ácidos grasos poliinsaturados							
Linoleico	Octadecadienoico cis-9,12	2	18	32	2	2	Líquido
Linolénico	Octadecatrienoico cis-6,9,12	0,7	18	30	2	3	
Araquidónico	Eicosatetraenoico cis-5,8,11,14	0,7	20	32	2	4	

[(1)]carbono; [(2)]hidrógeno; [(3)]oxigeno; [(4)]a temperatura ambiente; [(&)]isomería espacial.

Fuente: Información sintetizada de (Swaisgood, 2003)

Según Fuentes (2009) menciona que los AGPI se pueden clasificar, a su vez, en cuatro familias según donde se encuentre el primer doble enlace en la cadena empezando a contar por el extremo del grupo metilo: n-3 (o ω-3), n-6 (o ω-6), y n-9 (o ω-9). Es por ello que dentro de este grupo se encuentran los AG que son vitales para la salud y no pueden ser sintetizados en cantidad suficiente en nuestras células y, por tanto, deben ser administrados con los alimentos, estos son: AG n-3 y n-6 se consideran esenciales para el hombre y por ello se los debe considerar en la dieta.

El ácido linoleico (C18:2) pertenece a la familia n-6 mientras que el ácido linolénico (C18:3) pertenece a los n-3. Al procesar AG de una familia sólo pueden generarse AG de la misma familia,

es por ello, que un AG de la familia n-3 no puede transformarse a uno de la familia n-6, y viceversa (Fuentes, 2009).

Los ácidos grasos poliinsaturados son aquellos ácidos grasos que contienen dos o más dobles enlaces en su estructura. Dentro de estos se encuentran los ácidos grasos linolénico (C18:3) y linoleico (C18:2), siendo la diferencia entre estos la posición de la primera instauración en relación al metilo terminal de la molécula del ácido graso. Estos dos ácidos grasos poliinsaturados no pueden ser sintetizados en los mamíferos, por lo que son considerados como ácidos grasos esenciales y es necesario que sean incorporados dentro de la dieta. Las fuentes de ácido linoleico (C18:2) son los aceites vegetales tales como el aceite de maíz, el de cártamo y el de soya, mientras que las mejores fuentes del ácido linolénico son los pescados como el salmón, la trucha y el atún (Gomez y Berrazueta., 2007).

El ácido linoleico (18:2), es un ácido graso poliinsaturado esencial conocido como omega-6 muy abundante en el reino vegetal y también animal. Los aceites de oliva, de palma y el aceite de coco lo poseen en cantidades significativas. En la grasa animal también se lo encuentra, junto con los ácidos grasos saturados y mono insaturados. Estos ácidos se lo pueden identificar mediante técnicas como cromatografía gaseosa así como también espectrometría de masas las mismas que son aplicadas a muestras de aceites, grasas y en muestras de tejidos. También se conoce que en toda muestra de aceite o grasa de origen animal se encuentra presente una mínima cantidad de ácido linoleico conjugado. (Willians , Dosson y Gunstone, 2002)

El ácido linoleico (C18:2) se encuentra en pequeñas proporciones en los granos y en el forraje que constituyen la alimentación de los rumiantes, lo que quiere decir que son estos animales los que transforman el ácido linoleico (C18:2) en alguno de los isómeros del ácido linoleico conjugado. Es en el rumen donde se produce la biohidrogenación del ácido linoleico (C18:2) (Chin *et al.,* 1994).

2.2.6. Variantes en composición de la leche

La especie del animal lechero, su raza, edad y dieta, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año, influyen en el color, sabor y composición de la leche y permiten la producción de una variedad de productos lácteos (FAO, 2017).

La fracción grasa de la leche se presenta en forma de glóbulos microscópicos de unas 4,4 nm de diámetro en forma de emulsión. Tanto el contenido total de lípidos como el de ácidos grasos puede variar considerablemente como respuesta a cambios en la dieta, raza del animal y el estado de lactancia entre un 3 y un 6%, aunque típicamente el contenido de grasa puede estar entre 3.5% y 4,7%. El factor que más influye en el contenido de lípidos en la leche es, en definitiva, la especie animal (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011, pág. 27).

2.2.6.1. Especie y raza

La composición de la leche varía ampliamente debido a diferencias genéticas entre las especies lecheras y entre las razas de una misma especie (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011, pág. 27).

2.2.6.1.1. Razas y características de ganado lechero

El ganado lechero es aquel compuesto por las razas destinadas a la producción de leche cruda. Dentro de las principales razas de ganado lechero a nivel mundial se puede reconocer a Holstein-Friesian, Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Jersey, entre otras (Jara y Maldonado, 2011).

Las principales razas tienen características distintivas que permiten su identificación. La Holstein-Friesian es la de mayor tamaño; una vaca adulta pesa al menos 675 kg, la siguen en tamaño la Brown Swiss, la Ayrshire y la Guernsey. La Jersey es la raza más pequeña: los ejemplares adultos pesan 450 kg. Las razas difieren también en el color. La Holstein es blanca y negra, aunque algunos ejemplares pueden ser blancos y rojizos; el color de la Brown Swiss varía desde un castaño grisáceo muy claro a castaño oscuro; y la Ayrshire puede ser rojiza, castaño o caoba con blanco. La Guernsey es de color de gamuza, con marcas blancas y piel amarillenta, y la Jersey puede variar del gris oscuro a un color de gamuza muy oscuro, normalmente liso, pero en ocasiones con manchas blancas. Las razas difieren también en el volumen de leche producido y en su composición. La Holstein-Friesian es la que produce mayor cantidad, 7.890 kg/año de leche por término medio, seguida de la Brown Swiss, la Ayrshire, la Guernsey y la Jersey. La leche de esta última raza, es la que contiene un mayor porcentaje de grasa (5%), seguida por la Guernsey, la Brown Swiss, la Ayrshire y la Holstein (3,61%) (Jara y Maldonado, 2011).

2.2.6.1.2. Razas de bovinos en el Carchi

La raza de ganado que predomina en Montúfar es la Pizán, mezcla entre Barroso y Holstein (El Comercio, 2013). Las razas bovinas Holstein, Jersey y Pizán fueron las protagonistas de la XVI Feria Exposición de Ganado Lechero San Gabriel 2015. Verificando que las razas más representativas son las antes mencionadas (Jimenez, 2015).

Bovinos Pizán

Las vacas del biotipo Pizán tienen una capa de pelo claro y la piel de color oscuro, son de estatura mediana, los toros son grandes algunos de ellos han sobrepasado los 1000 kg de peso vivo. De igual manera las vacas son fornidas con su estado de carnes bien repartida, con patas bien aplomadas, cuerpo amplio, y costillas arqueadas, pecho ancho y profundo, ubre amplia y bien formada, cabeza bien modelada y femenina, hocico ancho, ollares dilatados, ojos grandes y vivos; piel bien elástica, de coloración oscura, recubierta con pelaje de color claro y borroso. Son perdurables, hay casos de catorce y quince partos con una producción de 9,97 y 17,91 litros día, al final de su producción consiguen un peso importante, gracias a su estructura (Almeida *et al.*, 2009).

Bovinos Holstein - Friesian

Es originaria del norte de Holanda. Se ha adaptado a varios climas, prefiere climas templados, su leche es la que contiene menos sólidos totales sólidos totales. Es la raza más productora de leche, Existen hembras con un peso promedio de 650 kilogramos y los machos 1.000 kg. Su principal característica es su pelaje blanco y negro. Aunque también existen de color blanco y rojo. (Valerio, 2008).

2.2.6.2. Alimentación de bovinos

Se entiende por alimentación del ganado lechero a la administración correcta de los nutrientes necesarios para el mantenimiento y desarrollo de vacas lecheras, la producción de leche, aumento de peso, gestación y trabajo (ITDG, 2010). La alimentación es el medio a través del cual se realiza la transferencia de componentes químicos (nutrientes) al cuerpo animal (INT, 2016). De manera más general, es todo material (sólido o líquido) por medio del cual el ser vivo satisface sus requerimientos nutricionales.

Los animales poligástricos como el bovino y ovino tienen pre-estómagos (rumen, retículo, omaso) y un estómago verdadero llamado abomaso donde se secretan enzimas digestivas. En dependencia del tipo de alimento suministrado a los rumiantes, concentrados y forrajes la producción de ácidos grasos volátiles varía, por ejemplo, si le suministramos una mayor cantidad de concentrado la proporción de ácido propiónico es mayor que el acético lo cual incrementa la producción de leche, pero disminuye la proporción de grasa en la leche (INT, 2016).

2.2.6.2.1. Requerimientos nutricionales para los bovinos

Para estar sanos, tener energías, crecer y reproducirse, todos los animales, incluido el hombre, necesitan en sus alimentos nutrientes constituidos por carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales (FAO, 2000).

En las vacas lecheras la relación existente entre la fracción de proteína digestible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta de un animal (INT, 2016). La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad del animal (producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc.) y puede ser peligroso variarla bruscamente, sobre todo en el momento del destete. Adema, los principales nutrientes que requieren los animales son elementos como proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales (FAO, 2000).

Los carbohidratos, como el azúcar y el almidón se queman en el cuerpo produciendo energía. Las grasas se descomponen en el cuerpo para obtener carbohidratos y agua. El hombre y los animales almacenan en el cuerpo los carbohidratos en forma de grasas (FAO, 2000). Así se muestra un resumen en la Tabla 3, de los principales requerimientos nutricionales que se deben brindar a vacas lecheras. Esta información es referencial para que con los análisis de los alimentos se puedan formular las raciones, según su estado fisiológico y nivel productivo (Lanuza, s.f).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales y condición corporal (CC) sugerida de vaca lecheras.

Ítem	**Producción de leche (kg/día)**			**Inicio de lactancia**	**Periodo seco**	**Periodo pre-parto**
Producción	**<20**	**20-30**	**30-40**	**3,0**	**3,5**	**3,5**
Condición corporal	**3,5**	**3,5**	**3,5**			
PC %	15	16	17	19	12	15
EM,Mcal/kg	2,5	2,7	2,8	2,8	2,2	2,5
Enl,Mcal/kg	1,52	1,62	1,72	1,67	1,25	1,47
Fibra Cruda %	20	17	15	17	25	27
FDA %	21	21	19	21	27	27
FDN %	28	28	25	28	35	45
Calcio %	0,51	0,58	0,64	0,77	0,39	0,39
Fosforo %	0,33	0,3	0,41	0,48	0,24	0,24
Potasio %	0,9	0,9	1	1	0,65	0,6
Magnesio %	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2	0,16
Azufre %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,16	0,16
Sodio %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,1	0,1
Cloro %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2
Manganeso ppm	40	40	40	40	40	40
Cobre ppm	10	10	10	10	10	10
Zinc ppm	40	40	40	40	40	40
Hierro ppm	50	50	50	50	50	50
Selenio ppm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Cobalto ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yodo ppm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina A Ul/kg	3200	3200	3200	4000	4000	4000

Fuente: Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. INIA (Lanuza, s.f)

2.2.6.2.2. Tipos de alimentos

El principal alimento de los animales rumiantes especialmente del ganado lechero es el pasto y los forrajes frescos. En la composición nutritiva celular de los mismos encontramos gran cantidad de

proteínas, grasas, carbohidratos, entre otros. La pared celular es el esqueleto de la planta, el componente principal son los carbohidratos como la celulosa y la lignina. Las semillas de granos como soya, maíz, sorgo y arroz almacenan grasas, almidones y proteínas como contenido de la célula, donde la FAO (2000) menciona que los alimentos deben ser ricos y buenos de forma que una vaca obtenga la suficiente energía para su mantenimiento y producción.

- **Alimentación Tradicional**

La alimentación tradicional en las explotaciones ganaderas de Ecuador y Colombia están conformadas por la especie de pasto *(Pennisetum clandestinum)* conocida como Kikuyo el cual abarca grandes extensiones de estos territorios.

El kikuyo *(Pennisetum clandestinum)* es una gramínea originaria de África, la cual por su alta agresividad ha invadido potreros de algunos países andinos, donde existen grandes extensiones con pastos ubicados entre los 1800 y 3200 m.s.n.m. (Hernandez, 2004). Según Osorio y Roldan (2006) la clasificación taxonómica del kikuyo se muestra a continuación (Tabla 4):

Tabla 4. Clasificación taxonómica del Kikuyo

Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Familia	Gramínea
Genero	*Pennisetum*
Especie	*clandestinum*

Fuente: (Osorio y Roldan, 2006)

Una de ventajas según Rico, Moreno, Pabon y Carulla (2007) al brindar un forraje de pastoreo como el Kikuyo permite lograr un aporte mayor de ácido linolénico y ácido linoleico en comparación con el ensilaje de maíz.

En la Tabla 5, se muestra la composición nutricional del pasto Kikuyo el cual considera un valor de materia seca correspondiente a 19,4%.

Tabla 5. Composición química del pasto Kikuyo

Composición	Kikuyo
Materia Seca %	19,4
Proteína Cruda (% MS)	17,8
Nitrógeno (% MS)	2,85
Fósforo (% MS)	0,38
Fibra Detergente Neutro (% MS)	57,1
Fibra Detergente Ácido (% MS)	33,9

Fuente: (Leon *et al.*, 2008)

- **Mezcla forrajera**

Las mezclas forrajeras son establecidas por una combinación de gramíneas y leguminosas en distintas proporciones, donde predomina el ryegrass. Además, esta busca una buena relación de fibra y proteína la cual se debe brindara a nuestros animales. Dentro de las principales especies que conforman una mezcla forrajera son las siguientes:

Gramíneas forrajeras

Según Rosero (2011) las gramineas son los forrajes más importantes y numerosos utilizados en la alimentación del ganado lechero. Estas plantas son monocotiledóneas y constituyen la familia botánica con áreas geográfica más extensa en el mundo, desde las áreas polares hasta los trópicos; desde el nivel del mar hasta las grandes alturas. Se desarrollan desde los suelos más pobres, hasta los más ricos, y tanto en terrenos secos como en inundados.

La principal gramínea utilizada en las zonas ganaderas de la sierra ecuatoriana es:

El ryegrass es el pasto más apreciado por los ganaderos, según Hidalgo (2010) manifiesta que es una gramínea de crecimiento erecto, cuya inflorescencia es en espiga solitaria. Este tipo de pasto puede ser utilizado para pastoreo o como un pasto de corte. Además, este tipo de pasturas son más resistentes ante la afección de algunas plagas y enfermedades (Villanobos y Sanchez, 2010).

Según Ramos, Espinoza y Robles (2000) la clasificación taxonómica (Tabla 6) del Ryegrass es:

Tabla 6. Clasificación taxonómica del Ryegrass

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelindiae
Familia	Poaceae
Genero	Lolium L.
Especie	*Lolium multiflorum*

Fuente: (Ramos, Espinoza y Robles, 2000)

La composición química del ryegrass se muestra en la Tabla 7, donde este pasto alcanza un 13,7% de materia seca.

Tabla 7. Composición química del ryegrass

Composición	**Ryegrass**
Materia Seca (%)	13,7
Proteína bruta (%)	18,8
Extracto Etéreo (%)	4,8
Materia inorgánica MI (%)	11
Fibra Detergente Neutro (% MS) (%)	41,5
Fibra Detergente Ácido (% MS) (%)	26,7
CNE (%)	23,9

Fuente: (Posada, Cerón, Arenas, Hamedt y Alvarez, 2013)

Leguminosas forrajeras

Ante las nuevas realidades de la economía, la alimentación de los rebaños tiene que enfocarse hacia nuevas alternativas, como las leguminosas forrajeras. Éstas constituyen una fuente nutritiva de alto valor, por su contenido de proteínas y calcio, al mismo tiempo que actúan como mejoradoras del suelo.

Trébol blanco *(Trifolium repens)*

Es una especie perenne de ciclo otoño-invierno-primavera, esta especie se adapta a suelos ricos, húmedos, arenosos a arcillosos. Es de lenta implantación, pero luego es agresivo cubriendo bien el suelo. Tiene crecimiento rastrero. Tiene excelente calidad forrajera y aporta mucha cantidad de nitrógeno al suelo y admite realizar pastoreos frecuentes e intensos. Se consocia muy bien con el ryegrass. Ideal para todas las actividades (Gentos, 2006).

El trébol blanco ofrece un forraje muy rico en proteínas y principios nutritivos, dando en estado verde y en diversos estados de desarrollo por término medio, según varios autores presenta el siguiente contenido (Tabla 8).

Tabla 8. Composición química del trébol blanco

Composición	**Trébol blanco**
Materia seca	10- 15%
Proteínas digestibles	3,1 – 3,4%
Grasas	0,46 – 0,50%
Fibra	2.4 - 2,7%
Agua	80- 90%

Fuente: (Gentos, 2006)

Trébol rojo *(Trifolium pratense)*

Según Gentos (2006) el trébol blanco es una especie bianual de rápida implantación y producción inicial. De ciclo primavera-verano-otoño. Se siembra en otoño y se adapta a suelos arenosos, francos, pesados y húmedos. Resistente a las sequías y suplanta a la alfalfa en suelos menos profundos. Ideal para tambo e invernada.

Llantén Forrajero

Planta perenne medicinal de rápido establecimiento, altamente palatable, excelente para el pastoreo, reduce la incidencia de timpanismo y enfermedades del rumen, convirtiéndose en componente ideal en una mezcla forrajera, excelente sistema radicular, se desarrolla bien en zonas

secas, poco fértiles y en varios tipos de suelos. Es tolerante a déficit hídricos (sequía) y altas temperaturas. Proporciona un gran aporte de minerales y materia seca, ideal para resiembras (PROCAMPO, 2016).

2.2.6.3. Edad del pasto

Según Weiss (2005) las pasturas con un manejo adecuado pueden proveer una importante proporción de los nutrientes que requieren las vacas en lactación. La meta de un manejo apropiado de la pastura es mantener el forraje en un estado vegetativo (tierno), el pastoreo rotacional es un medio efectivo de mantener los forrajes de una pastura inmaduros.

2.2.6.3.1. Edad fenológica criterio para el pastoreo

El número de hojas es un concepto que se lo utiliza mucho en algunos países como en Australia y Nueva Zelanda para determinar el momento de pastoreo para las gramíneas. Según lo manifestado por Fulkerson y Donaghy (2001) donde enfatizan preferencia sobre este criterio en lugar de una escala de tiempo cronológico.

El ryegrass es considerada una planta de 3 hojas ya que la primera hoja en emerger se vuelve senescente cuando la cuarta hoja emerge, este ciclo se mantiene después de 3 hojas verdes (Fulkerson y Donaghy, 2001). Es por ello que se recomienda realizar el pastoreo al tener un promedio de 2,5 hojas en la pradera y así aprovechar el forraje.

2.2.6.4. Etapa de lactancia

Según Kertz (2006) menciona que “El ciclo de la lactancia tiene sus fases bien definidas que están relacionadas con el nivel de producción de leche, ingestión de materia seca y cambio en peso corporal o condición corporal”.

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 seco de la vaca antes del parto. Una vez que las vacas terminan el período de transición, la alimentación de estos animales dependerá de sus requerimientos nutricionales, la producción de leche y su condición corporal (Lara , 2011).

División del período de la lactancia:

- Primer tercio de la lactancia: de 1 a 100 días (inicio de lactancia).
- Segundo tercio de la lactancia: de 100 a 200 días (mitad de la lactancia).
- Último tercio de la lactancia: de 200 a 300 días (final de la lactancia) (Lara , 2011).

El inicio de la lactancia y su alimentación es un período crítico, ya que durante esta etapa se alcanzan dos parámetros muy importantes para la futura producción de leche, el pico de producción de leche y el máximo consumo de materia seca, además se debe preñar nuevamente (Lara , 2011). De acuerdo con la literatura, la mayor producción de leche se alcanza entre la tercera y la quinta lactancia (Boschini y Molina , 1979).

2.2.6.5. Condición Corporal

Es básicamente una medida para considerar la cantidad de tejido graso subcutáneo en algunos puntos anatómicos, o de igual manera el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas delgadas con muy poca grasa. Es decir, es un indicador nutricional del animal mediante el cual se evalúan las reservas de energía de las vacas lecheras (Edmonson *et al.*, 1989).

La condición corporal (CC) no es más que la apreciación visual del estado de reservas grasas en algunos puntos anatómicos estratégicos del animal (Sepulveda y Wittwer, 2017). Para esta evaluación se utiliza una escala del uno a cinco como se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9. Evaluación de la Condición Corporal (CC) (escala 1-5 con incrementos de 0,25 puntos) y del puntaje de fecas como estrategia de monitoreo de la nutrición energética de la vaca lechera.

Periodo	CC Vaca	CC Vaquilla	Puntaje de Fecas
Al secado	3,0-3,25		3,0 (3,0-3,5)
Al parto	3,25-3,5	3,0-3,25	2,0 (2,0-2,5)
A los 90 días post parto	2,5-2,75	2,5-2,75	2,5 (2,0-3,0)
A los 200 post parto	2,75-3,0	2,75-3,0	2,5 (2,5-3,0)

Fuente: (Sepulveda y Wittwer, 2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se tomaron muestras de leche y se midió las cantidades de ácidos grasos polinsaturados ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) para poder probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

3.1.2. Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo exploratorio ya que nos muestra una visión general respecto a una determinada realidad poco estudiada donde no se modifica la zona de estudio. Este tipo de investigación se realizó especialmente porque el tema elegido es poco explorado y reconocido, y cuando más aún, sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Hipótesis nula

- El tipo de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) NO influyen sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán.

Hipótesis afirmativa

- El tipo de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) influyen sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10. Cuadro de operacionalización de variables

HIPÓTESIS		VARIABLES	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTO
El tipo de alimentación (tradicional, mezcla forrajera) influyen sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán.	V.D	VARIABLE DEPENDIENTE (1): Ácido linoleico	Ácido graso poliinsaturado perteneciente al grupo de grasas omega 6, presente en la leche cruda.	Concentración de ácido linoleico	Porcentaje (%) en leche cruda	Observación	Cromatografía de gases
		VARIABLE DEPENDIENTE (2): Ácido linolénico	Ácido graso polinsaturado perteneciente al grupo de grasas omega 3, presente en la leche cruda.	Concentración de ácido linolénico	Porcentaje (%) en leche cruda	Observación	Cromatografía de gases
	V.I	VARIABLE INDEPENDIENTE: (3) Alimentación	Ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.	Tipo de alimentación	Tradicional >70% Kikuyo	Observación	Registros
					Mezcla forrajera (gramíneas y leguminosas)	Observación	Registros
				Características de la alimentación	Edad del pasto	Observación	Registros
					Concentración de ácido linoleico y linolénico	Observación	Registros
		VARIABLE INDEPENDIENTE:(4) Raza y estado fisiológico	El ganado lechero es aquel compuesto por las razas destinadas a la producción de leche cruda y su estado fisiológico.	Razas bovinas de la Provincia del Carchi	Pizán, Holstein.	Observación	Registros
				Condición corporal	Escala 1 al 5	Observación	Registros
				Partos	Número de partos	Encuesta	Cuestionario
				Lactancia	Trimestral	Encuesta	Cuestionario

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Procedimental

3.4.1.1. Recolección de las muestras

Se utilizó un muestreo estratificado que ayudó a determinar los estratos que conforman la población blanco para seleccionar y extraer de ellos la muestra (se define como estrato a los subgrupos de unidades de análisis que difieren en las características que van a ser analizadas). Las bases de la estratificación son las variables alimentación y raza. Las otras variables como: etapa de lactancia, número de partos, condición corporal y edad del pasto fueron aleatorias, y se levantaron mediante una encuesta estructurada.

El número de muestras de leche bovina fue tomado de 48 animales distribuidos respectivamente para las dos razas bovinas, 24 muestras de la raza Holstein y 24 muestras de la raza Pizán, las otras variables fueron tomadas de forma exploratoria. El muestreo se realizó una sola vez con el objetivo de determinar la cantidad de ácido linoleico y ácido linolénico en la leche.

La recolección de las muestras se la realizó según el protocolo establecido por el laboratorio LASA de la ciudad de Quito:

1. Lavar y secar la ubre de la vaca.
2. Utilizar frascos estériles.
3. Descartar la primera cantidad de leche.
4. Recolectar 100 ml de muestra de leche de cualquier cuarto.
5. Sellar y etiquetar adecuadamente los recipientes.
6. Refrigerar las muestras hasta llevarlas al laboratorio.

Además, como recomendaciones generales del Laboratorio LASA las muestras refrigeradas deben ser entregadas al laboratorio hasta cuatro días después de haber sido recolectadas, las muestras serán desechadas 6 días después de haber sido analizadas.

3.4.2. Encuesta

La encuesta tiene como finalidad el levantamiento de información mediante un cuestionario (ver Anexo 1) para registrar el tipo de alimentación, edad del pasto, condición corporal, número de partos y el periodo de lactancia en que se encuentren los animales, además que es utilizada en investigaciones descriptivas de tipo exploratorio.

3.4.3. Análisis de laboratorio

3.4.3.1. Cromatografía de gases

La cromatografía de gases es una técnica capaz de separar compuestos en base a diferencias de su afinidad por una fase estacionaria y una móvil. Separa los componentes de una mezcla basándose en la distinta velocidad de difusión de los mismos al atravesar dicha fase estacionaria cuando son arrastrados por la fase móvil Avilez *et al.,* (2009).

3.4.3.2. Desarrollo del proceso

3.4.2.2.1. Preparación de las muestras

Según Avilez *et al.,* (2009) la preparación de la muestra consta de los siguientes pasos:

- Homogeneizar la muestra previamente analizada.
- Pesar en vaso precipitado de 250 ml aproximadamente 12 g de muestra exactamente pesados.
- Agregar agua des ionizada en tal cantidad que el total de agua presente sea 16 ml.
- Agregar 40 ml de metanol.
- Agregar 20,0 ml de cloroformo con pipeta volumétrica, extraer por 2 minutos con agitación mecánica.
- Agregar nuevamente 20,0 ml de cloroformo y extraer por 30 segundos con agitación mecánica.
- Añadir 0,5 ml de sulfato de sodio monohidratado.
- Agregar 20 ml de agua y extraer por 30 segundos con agitación mecánica.
- Centrifugar por 10 minutos a 2000 – 2500 rpm.

- Extraer con jeringa la capa inferior de cloroformo de cada tubo sin perturbar las capas flotantes, filtrarlo por papel plegado con 0,5 sulfato de sodio anhídro y recibir el filtrado en erlenmeyer de 50 ml.
- Tomar una alícuota de 25,0 ml del filtrado con pipeta volumétrica y trasvasijar a un matraz redondo de fondo plano de 100 ml previamente secado, pesado y mantenido en desecador.
- Evaporar el cloroformo en rotavapor a 60 °C.
- Completar el secado en estufa de vacío a 60 °C por 2 horas. Enfriar en desecador.
- Pesar el matraz con la grasa.

3.4.2.2.2. Transesterificación

- Reactivo de transesterificación.
- Disolver 11,2 g de KOH en 100 ml de metanol y mezclar hasta disolver.
- Se pesan 100 mg de la muestra de extracción en un tubo Pirex.
- Se añaden 5 ml de hexano y 0,2 ml de reactivo de transesterificación (MetKOH). Agitar durante un minuto en el agitador Vortex y posteriormente dejar un tiempo de reacción adicional de 5 minutos.
- Una vez pasado este tiempo, se añaden 0,5 g de Sodio sulfato monohidrato, y se volverá a colocar el tubo en el agitador durante otro minuto.
- Una vez preparadas todas las muestras, se colocan los tubos en la centrífuga durante 3 minutos a una velocidad de 350 g y por último, se toma una alícuota del sobrenadante y se coloca en viales de cromatografía, que serán los que se lleven al cromatógrafo.

3.4.4. Análisis estadístico

3.4.4.1. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo para Blas, Sanchez, y Tujague (2010) como una instrumento teórico y metodológico que puede ser aplicable a distintos campos.

La estadística descriptiva es la parte de la disciplina que se encarga de ordenar, resumir y analizar un conjunto de datos mediante una serie de técnicas y métodos, donde los resultados facilitados no pretenden ir más allá del propio conjunto de datos. Se podría decir que es el recurso que nos permite conocer de manera descriptiva cómo es la realidad bajo investigación.

En el análisis estadístico de la investigación se utilizó la prueba de Spearman para las variables de tipo ordinal (condición corporal, etapa de lactancia) y la prueba de Chi-cuadrado para las variables de tipo nominal (raza, alimentación, edad del pasto, número de partos).

3.4.4.2. Prueba Spearman

La función de la correlación de Spearman es determinar si existe una relación lineal entre dos variables a nivel ordinal y que esta relación no sea debida al azar; es decir, que la relación sea estadísticamente significativa. Si una de las variables es intervalar y la otra ordinal también se utiliza Spearman (Soreano, 2005).

Para calcular la r de Spearman hay que realizar los siguientes pasos:
- Ordenar los pares de datos en función del valor de x y asignar rangos a x.
- Repetir la ordenación en función de y y asignar rangos a y.
- Calcular el coeficiente:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{i-1}^{i-n} d_i^2}{n^3 - n}\pi r^2$$

n = nº de pares de datos.
di = diferencia de rangos en las variables del par i.
Para comprobar la significación estadística del índice de correlación se consulta en la tabla correspondiente el valor crítico de rs para n pares de datos, para p=0,05 o inferior y para el número de colas acorde con la hipótesis (Soreano, 2005).

3.4.4.3. Prueba de Chi-cuadrado

La prueba de chi-cuadrado (χ^2) es el procedimiento de elección para el contraste de hipótesis. Esta prueba estadística se emplea en el análisis de dos o más grupos y de dos o más variables.

Los valores que toman estas variables se resumen en "tablas de frecuencias" (tablas de contingencia), las cuales permiten ordenarles y comparar su ocurrencia. Las tablas de contingencia se utilizan cuando se desea examinar la relación entre dos variables categóricas, o bien explorar la distribución que posee una variable categórica entre diferentes muestras.

La prueba del χ^2 se usa para variables de distintos niveles de medición, incluyendo las de menor nivel, que son las nominales. Sirve para determinar si los datos obtenidos de una sola muestra presentan variaciones estadísticamente significativas respecto de la hipótesis nula.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Concentraciones de ácido graso poliinsaturados linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en leche bovina.

En la Tabla 11, se muestran los promedios obtenidos sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y de ácido linolénico (C18:3) con valores de 0,69% y 0,32% respectivamente.

Tabla 11. Concentraciones de ácido graso poliinsaturados linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3).

	$\overline{X}$ **Ác. Linoleico (C18:2)**	$\overline{X}$ **Ác. Linolénico (C18:3)**
Concentraciones de ácidos en leche bovina	0,69%	0,32

4.1.2. Efecto de la alimentación sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

En cuanto a la variable alimentación en la tabla 12, el p-valor de 0,0324 indica que hay asociación entre la alimentación de los bovinos y el contenido de ácido linoleico (C18:2), pero no influye en el contenido de ácido linolénico (C18:3) ya que presentó un p-valor de 1,00.

Tabla 12. Efecto de la alimentación sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Alimentación	$\overline{X}$ **Ác. Linoleico (C18:2)**	$\overline{X}$ **Ác. Linolénico (C18:3)**
Alimentación Tradicional	0,90%	0,32%
Mezcla Forrajera	0,48%	0,32%
Prueba de Chi-cuadrado	6,86	0
P-valor	0,0324*	1,00 ns

***** *Significativo,* ***ns****: No significativo.*

El promedio de la concentración de ácido linoleico (C18:2) para la alimentación tradicional fue de 0,90% y para la mezcla forrajera de 0,48%, y la concentración de ácido linolénico (C18:3) para la alimentación tradicional y mezcla forrajera fue de 0,32%.

En la Figura 1, se puede observar que la alimentación tradicional a base de kikuyo obtuvo mejores resultados (0,90%) que la mezcla forrajera.

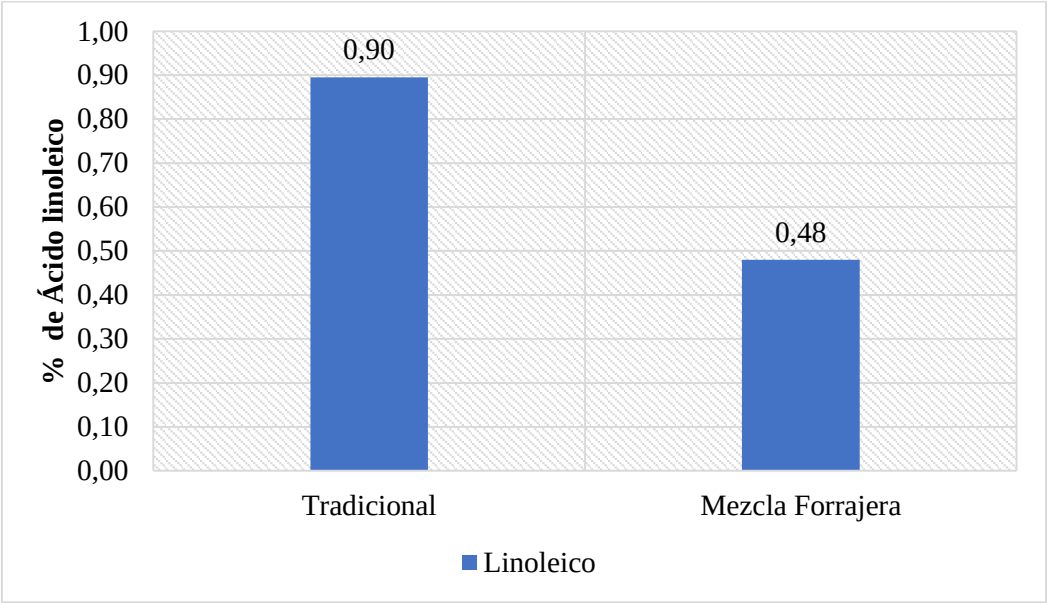

Figura 1. Porcentaje de ácido linoleico de la alimentación tradicional y mezcla forrajera.

4.1.3. Efecto de la raza sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

En la tabla 13, el p-valor de 0,0324 indica que la raza influye en el contenido de ácido linoleico (C18:2), así mismo se muestra una asociación entre la variable raza y contenido de ácido linolénico (C18:3) ya que el p-valor obtenido fue de 0,0313.

Tabla 13. Asociación entre raza y concentración de ácido linoleico y linolénico.

Raza	$\bar{X}$ **Ác. Linoleico (C18:2)**	$\bar{X}$ **Ác. Linolénico (C18:3)**
Holstein	0,51%	0,41%
Pizán	0,87%	0,23%
Prueba de Chi-cuadrado	6,86	6,93
P-valor	0,0324*	0,0313*

* *significativo.*

La raza Holstein alcanzó un promedio de 0,51% de ácido linoleico (C18:2) frente al 0,87% que alcanzó la raza Pizán. Para el ácido linolénico (C18:3) la raza Holstein obtuvo el 0,41% mientras que la raza Pizán el 0,23%.

Además, como muestra la Figura 2, la raza con mejores porcentajes de ácido linoleico (0,87%) es la raza Pizán, sin embargo, la raza Holstein alcanzó mayor concentración de ácido linolénico con un (0,41%).

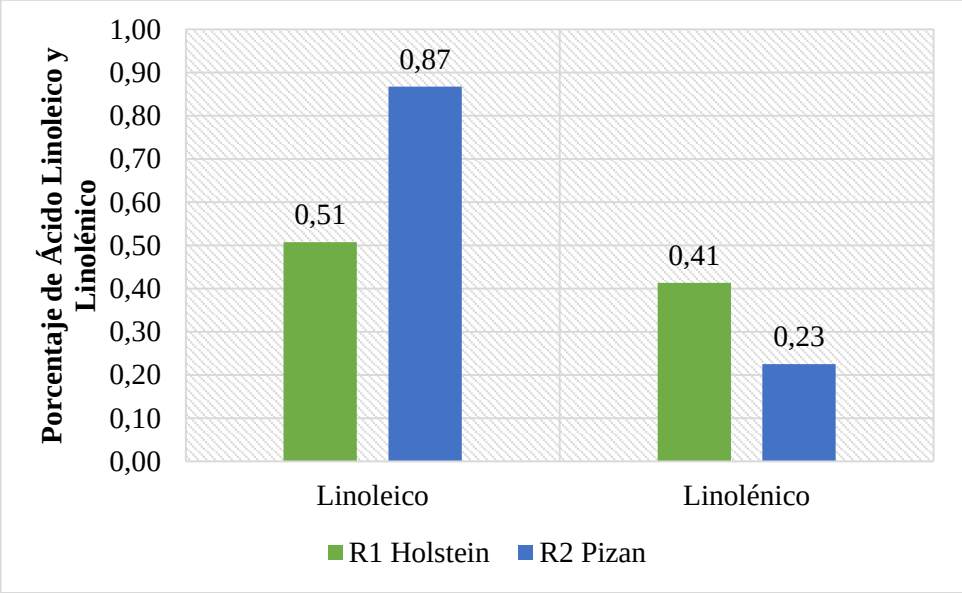

Figura 2. Porcentaje de Ácido Linoleico y Linolénico de vacas Holstein y Pizán.

4.1.4. Efecto de la condición corporal sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

En la tabla 14, se establece que la condición corporal no influye en el contenido de ácido linoleico ni del ácido linolénico ya que obtuvieron un p-valor de 0,8464 y 0,0830 respectivamente.

Tabla 14. Efecto de la condición corporal sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Condición Corporal	**$\bar{X}$ Ác. Linoleico (C18:2)**	**$\bar{X}$ Ác. Linolénico (C18:3)**
Condición corporal (3)	0,75%	0,40%
Condición corporal (4)	0,63%	0,24%
Coef. de correlación Spearman	-0,0286	-0,2529
P-valor	0,8464 ns	0,0830 ns

***ns**: No significativo.*

La leche de vacas con condición corporal (3) presenta un promedio de 0,75% de ácido linoleico (C18:2), las de condición corporal (4) 0,63%; para el ácido linolénico (C18:3) un promedio de 0,40% en vacas con condición corporal (3) y un 0,24% en vacas con condición corporal (4).

4.1.5. Efecto de los números de partos sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

En la tabla 15, se establece que el número de partos no influye en el contenido de ácido linoleico ni ácido linolénico ya que se obtuvieron un p-valor de 0,2105 y de 0,3952 respectivamente.

Tabla 15. Efecto de los números de partos sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Número de partos	$\bar{X}$ **Ác. Linoleico (C18:2)**	$\bar{X}$ **Ác. Linolénico (C18:3)**
De 1 a 3	0,81%	0,30%
De 4 a 6	0,41%	0,36%
Más de 6	-	-
Prueba de Chi-cuadrado	3,12	1,86
P-valor	0,2105 ns	0,3952 ns

ns*: No significativo.*

Para las vacas que tenían de uno a tres partos se presentan los siguientes promedios: 0,81% de ácido linoleico (C18:2) y 0,30% de ácido linolénico (C18:3). Para vacas de cuatro a seis partos se evidencio los siguientes promedios: 0,41% de ácido linoleico (C18:2) y 0,36% de ácido linolénico (C18:3). No se registraron vacas con más de seis partos.

4.1.6. Efecto de la edad del pasto sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

La edad del pasto influye significativamente sobre la concentración de ácido linoleico tal como se muestra en la Tabla 16, ya que se obtuvo un p-valor de 0,0498; para el ácido linolénico se presentaron diferencias altamente significativas para la edad del pasto donde el p-valor fue de 0,0008.

Tabla 16. Efecto de la edad de pasto sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Edad del Pasto	$\bar{X}$ **Ác. Linoleico (C18:2)**	$\bar{X}$ **Ác. Linolénico (C18:3)**
Tierno	0,65%	0,45%
Maduro	0,73%	0,19%
Prueba de Chi-cuadrado	6	14,35
P-valor	0,0498*	0,0008**

******** *Altamente significativo,* ******* *significativo.*

Las concentraciones promedio de ácido linoleico (C18:2) en leche de vacas alimentadas con pasto tierno es de 0,65% y de 0,73% para las vacas que se alimentaban con pasto maduro. Y para el ácido linolénico se registró concentraciones de 0,45% en el pasto tierno y para el pasto maduro un 0,19%.

Como muestra la Figura 3, para el contenido de ácido linoleico (C18:2) el mejor fue el pasto maduro ya que alcanzó una concentración de 0,73%. Para el ácido linolénico (C18:3) se observó que el pasto tierno alcanzó una mayor concentración (0,45%) que los pastos maduros.

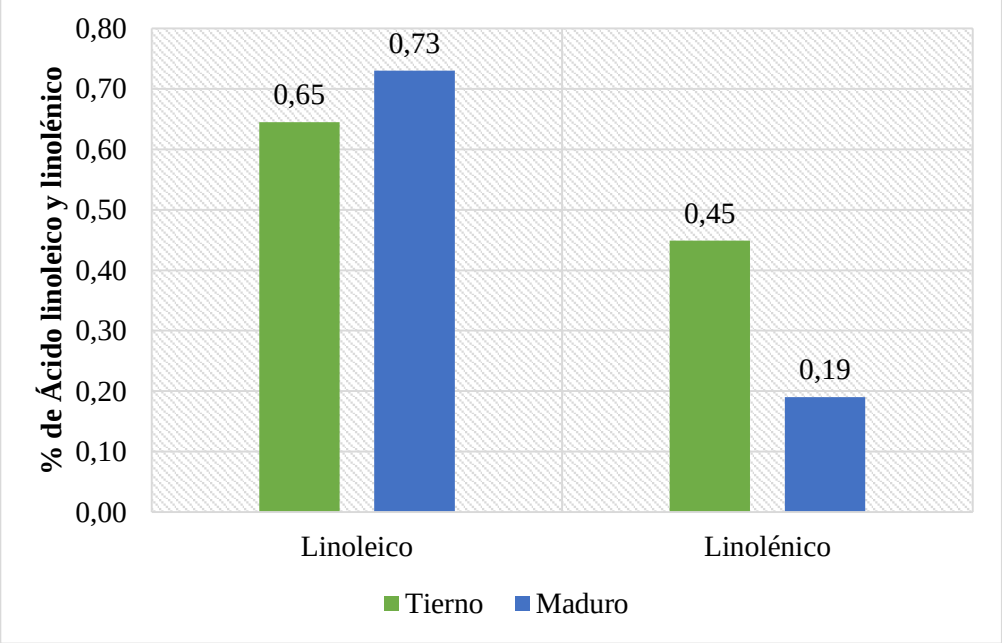

Figura 3. Porcentaje de Ácido Linoleico y Linolénico para pastos tiernos y maduros.

4.1.7. Efecto de la etapa de lactancia sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Al realizar el análisis de la relación entre la etapa de lactancia y la concentración de ácido linoleico y linolénico en la leche bovina, el p-valor para los dos tipos de ácidos nos muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas (Tabla 17).

Tabla 17. Efecto de la etapa de lactancia sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico.

Etapa de lactancia	$\overline{X}$ Ác. Linoleico (C18:2)	$\overline{X}$ Ác. Linolénico (C18:3)
Primer trimestre	0,82%	0,35%
Segundo Trimestre	0,46%	0,29%
Tercer Trimestre	0,53%	0,10%
Coef. de correlación Spearman	-0,2425	-0,2027
P-valor	0,1667 ns	0,1667 ns

ns: *No significativo*

Las vacas que se encontraban en el primer trimestre de lactancia obtuvieron un promedio de 0,82% de ácido linoleico (C18:2) y un 0,35% de ácido linolénico (C18:3), para las que se encontraban el segundo trimestre de lactación presentaron los siguientes promedios: para el ácido linoleico (C18:2) un 0,46% y de ácido linolénico (C18:2) un 0,29%. Los promedios para las vacas que se encontraban en el tercer trimestre de lactación son: 0,53% de ácido linoleico (C18:2) y de 0,10% de ácido linolénico (C18:3).

4.2. DISCUSIÓN

La concentración de ácidos grasos polinsaturados como el ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en las muestras tomadas fueron menores (Tabla 11) al promedio de estos ácidos grasos establecidos por Swaisgood (2003), donde registra concetraciones promedio de 2% para el ácido linoleico (C18:2) y un 0,7% para el ácido linolénico (C18:3). Los valores expuestos por Swaisgood sobrepasan las concentraciones obtenidas en esta investigación, sin embargo, Bauman *et al.*, (2001) menciona que las desigualdades en la eficiencia de la producción de ácido linoleico conjugado y linolénico en leche parecen depender de otros factores que regulan la digestión ruminal y su suministro a los tejidos mamarios.

La influencia de la alimentación sobre el perfil de ácidos grasos es un hecho, así lo demuestra el presente estudio donde la alimentación tradicional a base de kikuyo influye sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) alcanzando un 0,90% sobre el 0,48% que alcanzo la alimentación con una mezcla forrajera a base de ryegrass. Así mismo, Aguilar, Moreno, Pabón y Carulla (2009) explicaron que el efecto de algunas especies forrajeras donde las concentraciones de los ácidos grasos C10:0, C12:0, C14:0, C16:0 y los ácidos saturados totales fueron superiores, y las de C18:0, C18:2 cis 9, trans 11 y los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), fueron menores para la grasa de la leche de vacas con una dieta de ryegrass al compararlas con aquellas consumiendo kikuyo, esto se debe a que el kikuyo aumenta la concentración de ácido linoleico (C18:2) al pasar de fase vegetativa a una fase reproductiva. Además, el ácido linoleico está presente en las semillas de oleaginosas (soja, girasol, colza y algodón) y el ácido linolénico se encuentra en la linaza y en los forrajes frescos, siendo éstos los principales ácidos grasos (AG) precursores de la síntesis del ácido linoleico conjugado (ALC) (Chilliard, Ferlay y Doreau, 2001), asi mismo, los concentrados de cereales (cebada, maíz, avena y trigo) tienen el inconveniente de aumentar la hidrogenación del AV en el rumen a ácido esteárico. Se ha demostrado también que la reducción del pH ruminal provoca una disminución en el porcentaje de hidrogenación en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) (Doreau y Chilliard, 1997).

La raza influyó sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3), así lo afirma Avilez, Vilches y Alonzo (2009) donde menciona que los factores que causan variaciones en los ácidos grasos y de ácido linoleico conjugado es la variable raza. Para corroborar esta información se tiene el estudio realizado en ovejas donde Escobar (2007) dice que la leche de oveja Guirra presenta un mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados que la leche de la Manchega, esto se debe a las diferencias genéticas que dan características específicas de biohidrogenación a cada raza, dando a entender que la variable raza si influye sobre la concentración de ácidos grasos.

El número de partos representa menos del 0,3% del total de la variación de ácido linoleico conjugado en grasa láctea; sin embargo, en la presente investigación no se mostraron diferencias estadísticas para el ácido linoleico y linolénico. Kelsey, Corl, Collier y Bauman (2003) en su artículo “El efecto de la raza, la paridad y la etapa de lactancia en el ácido linoleico conjugado en la grasa láctea de las vacas lecheras” obtuvieron resultados opuestos, donde las vacas con más de cuatro partos tienen más altos contenidos de ácido linoleico conjugado que vacas de dos a cuatro pariciones. La edad del pasto a la que se someten los animales al pastoreo influye sobre la concentración de ácido linoleico y linolénico en la leche bovina, obteniendo así mejores

concentración de C18:2 en pasto maduro y C18:3 en pasto tierno, así lo afirma Villar, Barrachina y Salcedo (2011) en su estudio en el que comparan el perfil de ácidos grasos de la leche producida por vacas en pastoreo, con mayor o menor disponibilidad de pasto y mayor o menor madurez de ese pasto donde concluyen que el factor esencial es la madurez, similares resultados obtuvo Dewhurst *et al.,* (2003) donde haciendo una revisión de la influencia del estado de la hierba sobre el contenido de ácido linolénico, señala que éste se aumenta cuando los animales ingieren pastos jóvenes o tiernos.

La condición corporal no influyo sobre la concentración de ácidos grasos en la leche para las dos razas estudiadas sin embargo al existir poca información entre las dos variables Maza, Salgado y Vergara (2001) especifican que vacas sub nutridas al momento del parto mueven menos grasa corporal después del parto ocasionando una disminución de la grasa en la leche. Artegoitía (2010) menciona que el contenido de grasa en la leche aumenta linealmente con el aumento de una buena condición corporal al parto en su investigación en done hace énfasis en la fracción de caseínas y ácidos grasos en la leche de bovinos, de igual manera Bell (1995) en su investigcion alude que más del 40 % de la grasa de la leche producida en los primeros días de lactancia proviene de las reservas corporales de los animales especialmente se moviliza ácidos grasos de cadena larga como el linoleico y linolénico.

De igual forma la etapa de lactancia no influyo sobre la concentración de ácidos grasos poliinsaturados, pero a pesar de ello fuentes bibliográficas mencionan que a medida que avanza los días de lactancia se sufre una modificación de los ácidos grasos en la leche, como lo menciona Kay *et al.,* (2005) en donde las concentraciones de ácido linoleico conjugado se incrementan a medida que aumentan los días de lactancia, no obstante Vargas (2013) corroboran que el perfil de ácidos grasos, con excepción al ácido linoleico, no tuvo modificación por el tercio de lactancia, de manera que el ácido linoleico se mostró en mayores concentraciones en animales de segundo tercio en relación a los animales que se encontraban en un primer tercio de lactancia, así mismo Knight yWilde (1993) menciona que la glándula mamaria es metabólicamente más activa en vacas al inicio y en el pico de la lactancia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La variable alimentación influye sobre la concentración de ácido linoleico, donde la alimentación tradicional (kikuyo) fue la predominante con un 0,90%.
- Las dos razas bovinas muestran diferencias estadísticas para el ácido linoleico y ácido linolénico; para el ácido linoleico predomina la raza Pizán y para el ácido linolénico la raza Holstein.
- En relación a la edad del pasto se notó mayor concentración de ácido linoleico en leche de vacas alimentadas con pastos maduros, y mayor concentración de ácido linolénico en vacas alimentadas con pastos tiernos.
- Las variables número de partos, condición corporal y etapa de lactancia no muestran diferencias estadísticas para ácido linoleico y ácido linolénico en leche bovina.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para incrementar la cantidad de ácido linoleico se debe brindar una dieta a base de kikuyo.
- Para mejorar la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en la leche bovina se debe incorporar a los hatos ganaderos vacas Pizán.
- Para elevar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados se recomienda la alimentación de los bovinos con pastos tiernos.
- Considerar de manera individual cada una de las variables en estudio para una investigación más profunda.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo Gómez, Divier Antonio; Bedoya Mejía, Oswaldo. (Junio de 2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasallista de Investigación*, 38-42.

Aguilar, O., Moreno, B., Pabon, L., & Carulla, J. (2009). Efecto del consumo de kikuyo (Pennisetum clandestinum) o raigrás (Lolium hibridum) sobre la concentración de ácido linoléico conjugado y el perfil de ácidos grasos de la grasa láctea. *Livestock Research for Rural Development, XXI*(49).

Almeida, M., Vásquez, C., Terán, J., Torres , M., Tigsilema, D., Guamaní, G., . . . Moncayo , C. (2009). *Biotipo bovino criollo Pizán*. Obtenido de Quickvet Ecuador Vademécum Veterinario:https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos_tecnicos/BIOTIPO%20BOVINO%20CRIOLLO%20PIZAN.pdf

Arnoldi, A. (2004). Functional Foods, Cardiovascular Disease and Diabetes. En A. Arnoldi (Ed.), *Functional Foods, Cardiovascular Disease and Diabetes* (págs. 1-15). Woodhead Publishing.

Artegoitía, V. (2010). *Fraccones de caseina y ácidos grasos en la leche bovina.* Uruguay.

Atti, N. (2006). *Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised on feedlot or grazing pasture.* ELSEVIER.

Avilez, J., Vilches, C., & Alonzo, M. (Junio de 2009). Amounts of conjugate linoleic acid (ALC) in lactead food in Chile. *Scielo, 36*(2), 143-150. Recuperado el 2018

Baro, L., Jiménez, J., Martínez, A., & Bouza, J. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Phamraceutica*, *42*(3-4), 3-7.

Bauman, D., Corlbaumgard, B. L., & Griinari, J. (2001). Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. *Recent Advances in Animal Nutrition*, 221-250.

Bauman, D., Mather, I., & Wall, R. (2006). Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J Dairy Sci*, 89.

Bell, A. (1995). *Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation.* Ihaca: NY 14853-4801.

Blas, H., Sanchez, M. J., & Tujague, M. (2010). The Descriptive Analysis as a necessary resource in Social and Human Sciences. *Fundamentos en Humanidades Universidad Nacional de*

San Luis, XI(2), 101-114. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de http://fundamentos.unsl.edu.ar/pdf/articulo-22-101.pdf

Boschini, C., & Molina , J. (1979). Ajuste de la curva de lactancia de ganado Holstein con un modelo lineal modal. *Agronomía Costarricence*, 170-171.

Camara Nacional de Industriales de la Leche. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lacteos.* México, D.F: CANILEC.

Chilliard, Y., Ferlay, A., & Doreau, M. (2001). Effects of different type of forages, animal fat or marine oils in cow´s diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science, I*(70), 31-48.

Chin , S., Storkson, J., Karan , W., & Albright, J. (1994). Conjugated linoleic acid is produced in conventional but not germ free rats fed linoleic acid. *Scielo*, 694-710.

Cruz, V. R., Torres, N. T., Prado, M. D., Armando, & Palacio, T. (Mayo de 2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. (Permanyer, Ed.) *Revista de investigacíon clínica, 57*(3), 457-462. Recuperado el 2018, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4383332

Dewhurst, R., Scollan, N., Lee, H., Ougham, H., & Humphreys, M. (Mayo de 2003). Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. *Institute of Grassland and Environmental Research, 62*, 329-336.

Doreau, M., & Chilliard, Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition, I*(78), 15-35.

Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver , T., & Webster , G. (1989). A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*, 68-78.

El Comercio. (2013). *Sector lechero y ganadero en San Gabriel*. Obtenido de http://agronegociosecuador.ning.com/notes/Sectores_lechero_y_ganadero_se_dieron_cita_en_San_Gabriel

Escobar, E. (2007). *Composición en ácidos grasos a lo largo de la lactación de la leche de oveja Guirra vs Manchega.* Valencia, España. Recuperado el 2018

FAO. (2000). Recuperado el Marzo de 2017, de FAO: http://www.fao.org/docrep/T0690S/t0690s07.htm#lecci%F3n%2023:%20alimentos%20y%20agua%20para%20rumiantes

FAO. (2008). *CODIGO DE PRINCIPIOS REFERENTES A LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS.* Obtenido de http://www.fao.org: http://www.fao.org/docrep/meeting /005/w2198s/W2198S11.htm

FAO. (2017). *Producción y productos lácteos.* Obtenido de http://www.fao.org: http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/composicion-de-la-leche/es/

Fuentes, M. (2009). Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Bellaterra.

Fulkerson, W., & Donaghy, D. (2001). Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 41*(2), 261-275.

Gagliostrio, G., Rodriguez, A., Pellegrini, P., Gatti, P., Muset, G., Castañeda, D., . . . Chilliard, Y. (2006). Efecto del suministro de aceite de pescado solo o en combinacion con aceite de girasol sobre las concentraciones de ácido linoleico conjugado (CLA) y omega 3(n-3) en leche de cabra. *Revista Argentina de Producción Animal, 26*(2), 71-87. Recuperado el 2018

Gentos, R. (2006). Recuperado el Junio de 2018, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/40-algunas_forrajeras.pdf

Gomez, B., & De Berrazueta., J. (2007). Consumo de pescado, Omega-3 y factores de riesgo cardiovascular. *Revista Médica,* 218-224.

GPC. (2013). *Carchi- Prioridades para el Desarrollo – Agenda 2013 – 2020.* Agenda, Gobierno Provincial del Carchi, Carchi.

Gualotuña, D. (2012). *Modelo de financiamiento empresarial para la finca la esperanza para incrementar la produccion de ganado bovino.* Sangolqui: Escuela Politécnica del Ejercito.

Harvatine, K., Boisclair, Y., & Bauman, D. (2009). Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Cambridge Core,* 40-54. Obtenido de https://doi.org/10.1017/S1751731108003133

Hernandez, T. (2004). *Sembrar sin Arar* (1º edición ed.). Quito, Ecuador.

Iglesias, D. (2007). *Instrumental measurement of the texture of hard-boiled egg yolks enriched with different levels of conjugated linoleic acid.* Revista Española de Investigación Agraria.

INEC. (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC.* Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos /web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2014/Informe%20ejecutivo%20ESPAC%202014.pdf

INT. (2016). *Nutrición Animal.* Recuperado el 07 de Junio de 2018, de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf

ITDG. (2010). *Nutriciónyalimentación del ganado lechero* (Cossío, Cossío ed.). (A. Copa, Ed.) Bolívia.

Jara, J., & Maldonado, H. (2011). *ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE PRODUCTIVIDAD PARA EMPRESAS DEL SECTOR EXTRACTOR DE LECHE CRUDA CASO: AGROINDUSTRIAL "LAS LOLAS".* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Jimenez, C. (2015). *El Telégrafo*. Obtenido de http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-norte/1/carchi-mostro-lo-mejor-de-la-genetica-bovina

Kay, J., Weber, W., Moore, C., Bauman, L., Hansen, L., Chester-Jones, H., . . . Baumgard, L. (Noviembre de 2005). Effects of week of lactation and genetic selection for milk yield on milk fatty acid composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*(3886-93).

Kelsey, J., Corl, B., Collier, R., & Bauman, D. (2003). *The Effect of Breed, Parity, and Stage of Lactation on Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Milk Fat from Dairy Cows.*

Kertz, A. (Noviembre de 2006). Manejo y alimentación de la vaca lactante. *Hoard's Dairyman*, 60-64.

Knight, C., & Wilde, C. (1993). Mammary cell changes during pregnancy and lactation. *Livestock Production Science*, 3-19.

Lanuza, F. (s.f). *www2.inia.cl.* Recuperado el 18 de Abril de 2018, de http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf

Lara , D. (2011). *Efecto de dos alternativas de suplementación alimenticia, balanceado vs. Ración parcialmente mezclada en el primer tercio de lactancia en ganado holstein* . Sangolqui: Escuela politécnica del ejército.

Leon, J., Mojica, J., Casto, E., Cardenas, E., Pabon, M., Carulla, & Juan. (Noviembre de 2008). Nitrogen and phosphorus balance of cows offered different amounts of Kikuyu (Pennisetum clandestinum) and supplemented with oats (Avena sativa) silage. *Scielo, 21*(4), 2-5.

MAGAP. (2013). *Acuerdo 394.* Acuerdo, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Quito.

Maza, L., Salgado, R., & Vergara , O. (2001). EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y VARIACIÓN DE PESO CORPORAL POSTPARTO DE VACAS MESTIZAS LECHERAS. *MVZ , 6*(2), 75-80. Recuperado el 5 de Abril de 2018

Ministerio de Coordinación de la Produccion, Empleo y Productividad. (2013). Agenda Territorial del Carchi. *Agendas para la Transformación Productiva Territorial*. Carchi, Ecuador.

Ochoa, C. (2013). *NetQuest*. Obtenido de https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito

Orellana, D. (2016). *Influencia de la suplementación con tres tipos de aceites vegetales en la producción de ácido linoleico conjugado en leche de vacas Jersey semiestabuladas.* Obtenido de bdigital.zamorano.edu: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream /11036/5778/1/AGI-2016-T033.pdf

Ortega, R., González, L., Villalobos , T., Perea, J., Vizuete, A., & López , A. (2013). Food sources and adequacy of intake of omega-3 and omega-6 fatty acids in a representative sample of Spanish adults. *Scielo, 28*(6), 1-5. Recuperado el 2018

Osorio Diaz, D., & Roldan, J. (2006). *Cultivo de Pastos y Forrajes* (1º edición ed.). Colombia: Grupo Latino Editores.

Playne , M., Bennett, L., & Smithers, G. (2003). Functional dairy foods and ingredients. En *Australian Journal of Dairy Tech- nology* (Vol. 58, págs. 242-264). Australia: ProQuest.

Posada, S., Ceron, J., Arenas, J., Hamedt, J., & Alvarez, A. (Mayo de 2013). Evaluation of ryegrass (Lolium sp.) establishment in kikuyu grass (Pennisetum clandestinum) paddocks using zero tillage. *Scielo, VIII*(1), 4-5.

PROCAMPO. (2016). Recuperado el 05 de Junio de 2018, de www.procampouruguay.com: http://www.procampouruguay.com/semillas-forrajeras/llanten/

Ramos, J., Espinoza, J., & Robles, J. (2000). *Características descriptivas del vallico anual y perenne en las zonas templadas de México.* (CEPAB, Ed.) Zacatecas, México.

Rico, J., Moreno, B., Pabon, M., & Carulla, J. (29 de Enero de 2007). Composición de la grasa láctea en la sabana de Bogotá con énfasis en ácido ruménico - CLA cis-9, trans-11. *Revista colombiana de ciencias pecuarias, 20*(1), 30-39.

Roca, I., Gonzáles, A., Vázquez, O., & Fernández, J. (s.f). EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LECHE DE VACA. En *PRODUCCIÓN ANIMAL CON BASE EN PASTOS* (págs. 511-517). La Coruña, España.

Rodríguez, M., & et al. (2007). Efectos del suministro de alimentación diferencial sobre la concentración de ácidos conjugados del linoleico (CLA) en leches de cabra. *INTI*.

Rosero, Jorge. (Diciembre de 2011). Recuperado el 05 de Junio de 2018, de revistatierraadentro.com: http://revistatierraadentro.com/index.php/ganaderia/194-pastos-y-forrajes

Ruiz, P. (2006). *LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL ECUADOR*. Obtenido de http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=23385

Sepulveda, P., & Wittwer, F. (2017). *Período de transición: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras* (1º edición ed., Vol. I). (P. Sepúlveda Varas, Ed.) Valdivia, Chile.

Shahidi, F., & Wanasundara, U. (1998). Omega-3 fatty acid concentrates: nutritional aspects and production technologies. En *Trends in Food Science & Technology* (págs. 230-240). Newfoundland, Canadá: ElSevier.

Soreano, L. (2005). *www.uco.es*. (U. d. Alcalá, Productor, & Licenciaturas de Biología y Ciencias Ambientales) Recuperado el 18 de Abril de 2018, de https://www.uco.es/servicios/informatica/windows/filemgr/download/ecolog/Metodos%20analisis%20datos.pdf

Swaisgood, H. (2003). *Protein composition of milk* (3ª edición ed.).

Valerio, D. (2008). *Ganado Bovino*. Obtenido de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/08_09_53_tema1_ganado_bovino.pdf

Vargas, J., Mojica, J., Pabon, M., & Carulla, J. (Diciembre de 2013). Kikuyo grass (Pennisetum clandestinum) allowance, state of lactation and milk fatty acid profile. (Cordoba, Ed.) *Scielo*(18).

Vázquez, V., & Suárez, P. (2012). *EFECTO DEL TIPO DE PASTO SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE VACUNO*. Tesis, Universidad Politécnica de Valencia, Producción Animal.

Villanobos, L., & Sanchez, J. (Febrero de 2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. *Portal de revistas académicas, 34*(1), 43-52. Obtenido de Evaluación y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías

de las zonas altas de Costa Rica: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6698

Villar, A., Barrachina, M., & Salcedo, G. (2011). Análisis comparativo de la calidad y perfil de ácidos grasos de la leche de vacuno procedente de explotaciones con manejo convencional y ecológico. *Cria y Salud (Bovino)*, 40-49.

Weiss, W. (2005). Nutritional management for dairy cows grazing intensively-managed pastures. *Actualización en la nutrición del Ganado lechero*, 5.

Willians , W., Dosson , C., & Gunstone, F. (2002). Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. *Scielo*, 1231-1233. Recuperado el 2018

Zambrano, R. (2015). *La Ganaderia Bovina*. Obtenido de http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/la-ganaderia-bovina-0

Zavala, J. (2005). *Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche.* Perú.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario sobre el levantamiento de información acerca del tipo de alimentación, edad del pasto, tipo de razas bovinas, condición corporal, numero de partos y el periodo de lactancia en que se encuentren los animales.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

"Efecto de la alimentación sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) en la leche de las razas Holstein y Pizán"

CÓDIGO:

1. IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE LA EXPLOTACIÓN

Fecha: ___/___/20___ Cantón: _____ Parroquia_____

Recinto: _____

Nombre de la explotación UPA: _____

Nombre del propietario: _____

Número de personas que laboran en la finca: _____.

2. DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACION

2.1 Superficie total: _____

2.2 Producción promedio del hato: _____.

2.3 Número de cabezas de ganado: _____.

2.4 Raza de ganado: _____.

3. GENERALIDADES EXPLOTACIÓN

3.1 Sistema de Alimentación: 1.Pastoreo ☐ 2.Estabulado ☐ 3.Semi-estabulado ☐

3.2 Que tipo de pasto da a su ganado: 1.Gramineas: _____

2.Leguminosas: _____

3.MezclaForrajera:_____

4. Otros: _____

3.3 La edad de los pastos que consumen sus animales son: Tiernos ☐ Maduros ☐

3.4 Da a sus animales:

Tipo de Alimento	Composición	Cantidad (kg)
Balanceado		
Otros		

4. ORDEÑO

8.1 Qué tipo de ordeño utiliza: 1.Manual ☐ 2.Mecánico ☐

8.2 Hora de Ordeño: 1.Mañana ☐ 2.Tarde ☐

8.3 Enfría la leche después del ordeño: Si ☐ No ☐

8.4 Conoce los parámetros de calidad de la leche de su hato: Si ☐ No☐

8.5 Indique la calidad promedio de la leche que produce:

Parámetro	Unidad	Valor
Grasa	%	
Proteína	%	
Lactosa	%	
Acidez	ºD	
Crioscopía	ºmC	
Bacterias Totales	ufc/mL	

La UPA, es miembro de alguna asociación: Si (cual) _____No ☐

5. ESTADO FIOLOGICO

Condición corporal: 1.( ) 2.( ) 3.( ) 4.( ) 5.( )

Número de Partos: Nº _____

Lactancia:

1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre

¡¡¡Gracias por su colaboración!!!

Anexo 2. Resultados del análisis del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases en laboratorios LASA Quito-Ecuador

LABORATORIO LASA
LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS PROCESADOS

Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE 1C 06-00
LABORATORIO DE ENSAYO

INFORME DE RESULTADOS

INF. LASA-25-10-17-2898
ORDEN DE TRABAJO No. 0034377-17

SOLICITADO POR: RICHARD MONTENEGRO ORTEGA
DIRECCIÓN: TULCÁN
TELÉFONO/FAX : 0991295656
TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO
PROCEDENCIA: FINCAS DEL CARCHI
IDENTIFICACIÓN: LECHE BOVINA PM1
CÓDIGO: M1

FECHA DE RECEPCIÓN: 16/10/2017
FECHA DE ANÁLISIS: 16/10-25/10/2017
FECHA DE ENTREGA: 25/10/2017
NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
MUESTREO POR: SOLICITANTE
CÓD. DE MUESTRA: 13710-17

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
GRASA	%	1,4	± 0,15	PEE-LASA-FQ-10b3 AOAC 920.39 C

Dr. Marco Guijarro Ruales.
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorio LASA
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del Laboratorio

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Anexo 3. Datos registrados a partir de la encuesta y las concentraciones para el ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3).

Cod.	Raza	Condici	Nº	Etapa	Alime	Pasto	% de	Clase	%	Clase	%	Clase
HM1	1	3	2	2	2	1	2,7	3	0,44	1	0,3	2
HM3	1	4	2	1	2	1	3,3	3	0,31	1	0,51	2
HM5	1	3	2	2	2	1	3	3	0,54	1	0,35	2
HM7	1	4	2	1	2	1	3,66	3	0,41	1	0,56	2
HM9	1	3	2	2	2	1	2,4	3	0,34	1	0,25	1
HM11	1	4	2	1	2	1	2,94	3	0,21	1	0,46	2
HM2	1	3	1	1	2	1	3	3	0,68	1	0,84	3
HM6	1	3	1	1	2	1	3,33	3	0,76	1	0,89	3
HM10	1	3	1	1	2	1	2,67	3	0,6	1	0,79	3
HM4	1	4	1	2	2	2	1,2	2	0,4	1	0,07	1
HM8	1	4	1	2	2	2	1,33	2	0,5	1	0,12	1
HM12	1	4	1	2	2	2	1,07	2	0,3	1	0,02	1
HK2	1	3	2	2	1	1	2,5	3	0,5	1	0,67	3
HK6	1	3	2	2	1	1	2,4	3	0,56	1	0,72	3
HK10	1	3	2	2	1	1	2,6	3	0,44	1	0,62	3
HK1	1	3	1	1	1	2	2	3	0,48	1	0,54	2
HK3	1	3	1	1	1	2	3,2	3	0,47	1	0,29	1
HK4	1	4	1	1	1	2	1,8	2	0,78	1	0,09	1
HK5	1	3	1	1	1	2	1,9	2	0,58	1	0,59	2
HK7	1	3	1	1	1	2	3,55	3	0,57	1	0,34	2
HK8	1	4	1	1	1	2	2	3	0,88	1	0,14	1
HK9	1	3	1	1	1	2	2,1	3	0,38	1	0,49	2
HK11	1	3	1	1	1	2	2,85	3	0,37	1	0,24	1
HK12	1	4	1	1	1	2	1,6	2	0,68	1	0,04	1
PM4	2	4	2	1	2	1	1,7	2	0,5	1	0,33	2
PM8	2	4	2	1	2	1	1,89	2	0,57	1	0,38	2
PM12	2	4	2	1	2	1	1,51	2	0,43	1	0,28	1
PM1	2	4	1	3	2	1	1,4	2	0,53	1	0,10	1
PM2	2	3	1	2	2	1	3	3	0,69	1	0,43	2
PM5	2	4	1	3	2	1	1,55	2	0,6	1	0,15	1
PM6	2	3	1	2	2	1	3,33	3	0,78	1	0,48	2
PM9	2	4	1	3	2	1	1,25	2	0,46	1	0,05	1
PM10	2	3	1	2	2	1	2,67	3	0,6	1	0,38	2
PM3	2	4	2	2	2	2	3,2	3	0,29	1	0	1
PM7	2	4	2	2	2	2	3,55	3	0,39	1	0	1
PM11	2	4	2	2	2	2	2,85	3	0,19	1	0	1
PK2	2	4	1	1	1	1	0,9	1	1,51	2	0,41	2
PK6	2	4	1	1	1	1	1	2	1,67	2	0,46	2
PK10	2	4	1	1	1	1	0,8	1	1,35	2	0,36	2
PK1	2	4	1	1	1	2	1,6	2	0,69	1	0,44	2
PK3	2	3	1	1	1	2	1,8	2	2,5	3	0,09	1
PK4	2	3	1	1	1	2	1,4	2	0,23	1	0	1
PK5	2	4	1	1	1	2	1,78	2	0,78	1	0,49	2
PK7	2	3	1	1	1	2	2	3	2,77	3	0,14	1
PK8	2	3	1	1	1	2	1,55	2	0,33	1	0	1
PK9	2	4	1	1	1	2	1,42	2	0,6	1	0,39	2
PK11	2	3	1	1	1	2	1,6	2	2,23	3	0,04	1
PK12	2	3	1	1	1	2	1,25	2	0,13	1	0	1

Raza	**Alimentación**	**Etapa de Lactancia**	**Condición Corporal**	**Número de partos**	**Edad del pasto**
(Holstein) = 1 (Pizán) = 2	Tradicional) = 1 (Mezcla Forrajera) = 2)	(1º Trimestre) = 1 (2º Trimestre) = 2 (3º Trimestre) = 3	Escala del 1 al 5	(1 a 3) = 1 (4 a 6) = 2 más de 6 = 3	(Tierno) = 1 (Maduro) = 2