



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**VARIACION DE pH RUMINAL DIURNA EN LA ALIMENTACION
CON PASTO CULTIVADO, ENSILADO, CONCENTRADO Y
MIXTA EN VACAS BROWN SWISS DEL CENTRO
EXPERIMENTAL CHUQUIBAMBILLA, UNA PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

WILIZON CHAMPI GUTIÉRREZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios, que ha estado siempre conmigo guiándome por el buen camino, quien me ha dado fuerzas para seguir adelante y por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres, que privilegio tenerlos. Pedro Champi y Yolanda Gutiérrez por brindarme su apoyo durante toda mi formación académica, por los valores inculcados, sus consejos, la valentía y coraje que supieron dar para conmigo.

A mis abuelos Julian Champi, Emilia Pontecil, Victor Gutierrez, Victoria Cotacallapa, por sus palabras de motivación, por su agradable compañía, gracias por darme tanto de todo.

A mis queridas hermanas Rutmy, Nery y Sharmely, porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias a ellas por confiar siempre en mí.

A mi tío, Dr. Hugo Feliz Cotacallapa Gutiérrez (+), por ser la guía a lo largo de mi camino y me animo a superar todo mis obstáculos, por ayudarme a mantenerme de pie.

A mis tíos, Oscar, Renzo, Leticia, Gude, Sonia, Justo, Yessica, Celia, Ramiro por darme la oportunidad de conocerlos, por hacerme parte de ustedes y ser parte de su orgullo.

Wilizon Champi Gutiérrez



AGRADECIMIENTOS

A:

Mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano Puno, por permitirme ser parte de ella y abrirme sus puertas para prepararme y contribuir a la sociedad.

La facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por brindarme la oportunidad de aprender en sus aulas, centros Experimentales.

Centro Experimental de Chuquibambilla por permitir realizar la ejecución de mi tesis, y a todos los trabajadores del centro por compartir sus experiencias y conocimientos.

Agradezco a mis jurados, Presidente Dr. Eliseo Pelagio FERNANDEZ RUELAS, primer miembro Ph.D. José Luis BAUTISTA PAMPA segundo miembro M.V.Z. Juan Guido MEDINA SUCA, por la orientación en las correcciones de la tesis. Agradezco a mi directora de tesis Dra. Martha Nancy TAPIA INFANTES, por haberme brindado la oportunidad de orientarme, ayudarme y así también haberme tenido la paciencia para guiarme durante el desarrollo de mi tesis. Mi agradecimiento a mi asesor de tesis al Mg. Francisco Halley RODRIGUEZ HUANCA por su asesoramiento estadístico en mi tesis.

Mis docentes universitarios de mi prestigiosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes aportaron en mi vida estudiantil.

Mis queridos compañeros, gracias por haberme ayudado incluso en las situaciones más extremas, como todas aquellas noches que nos quedamos estudiando sin parar mientras hacíamos nuestro internado en Chuquibambilla (promoción 2019-I)

Wilizon Champi Gutiérrez



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE PANEL FOTOGRAFICO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRAFICOS

RESUMEN 10

ABSTRACT..... 11

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL:..... 15

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:..... 15

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 16

2.2. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS RUMIANTES..... 17

2.3 MICROORGANISMOS DEL RUMEN Y FERMENTACIÓN..... 22

2.4 pH DEL RUMEN..... 29

2.4.1. Regulación del pH ruminal..... 30

2.4.2. Variación del pH ruminal 31

2.4.3. Otros factores que afectan el pH ruminal 32

2.4.3 Efecto del pH del rumen sobre el crecimiento de microorganismos 34

2.5. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL pH DEL RUMEN EN VACAS

LECHERAS..... 35



2.6. ACIDOSIS RUMINAL.....	37
-----------------------------------	-----------

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL.....	39
3.2. MATERIAL DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.3 INFRAESTRUCTURA Y ACOSTUMBRAMIENTO A LA FASE EXPERIMENTAL.....	41
3.4. MEDICIÓN DE PH DE LÍQUIDO RUMINAL.....	42
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIACIÓN DEL pH RUMINAL POR HORA DE MUESTREO.....	45
4.2 VARIACIONES DEL pH RUMINAL COMO FUNCIÓN DEL TIPO DE ALIMENTO CONSUMIDO.....	47
4.2.1. pH ruminal por efecto del ensilado.....	47
4.2.2. pH ruminal por efecto del concentrado.....	48
4.2.3. pH ruminal por efecto de pasturas cultivadas.....	49
4.2.4. pH ruminal por efecto de alimentación mixta.....	50

V. CONCLUSIONES.....	52
-----------------------------	-----------

VI. RECOMENDACIONES.....	53
---------------------------------	-----------

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
---	-----------

ANEXOS.....	66
--------------------	-----------

Área : Alimentación animal.

Tema : Variaciones del pH ruminal por efecto de la alimentación.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de julio del 2022



ÍNDICE DE PANEL FOTOGRAFICO

Imagen 01. Vacunos Brown Swiss cánuladas	66
Imagen 02. Pastos cultivados.....	66
Imagen 03. Suministro de concentrado.....	67
Imagen 04. Pastoreo en pasto cultivado.....	67
Imagen 05. Suministro de ensilado y concentrado	68
Imagen 06. Materiales para la evaluación de pH ruminal	68
Imagen 07. Apertura de cánula	69
Imagen 08. Medición de pH de líquido ruminal	69
Imagen 09. Lavado y secado de pH metro.....	70
Imagen 10. Cierre de cánula	70



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición del concentrado.....	40
Tabla 2.	Hora de evaluación del pH ruminal, respecto al tipo y cantidad de alimento y hora de consumo.	42
Tabla 3.	Variación diurna del pH ruminal (promedio) en vacas Brown swiss.....	46
Tabla 4.	Análisis de varianza	71
Tabla 5.	Medias de pH ruminal por alimento/hora	71
Tabla 6.	Estadísticos descriptivos de pH ruminal, promedio de dieta por semana....	72
Tabla 7	Registro de los datos de pH ruminal por semana, dieta, hora, repetición, vaca y pH.....	75



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores de pH ruminal por efecto del ensilado/semana	48
Gráfico 2. Valores de pH ruminal por efecto del concentrado/semana.	49
Gráfico 3. pH ruminal por efecto de una alimentación en base de pasto cultivado.....	50
Gráfico 4. pH ruminal por efecto de una alimentación mixta.	51



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar las variaciones de pH ruminal durante el día, por efecto del alimento consumido, para lo cual se utilizaron cuatro vacas en seca de la raza Brown swiss, con un peso vivo promedio de 450 ± 70 kg, ruminalmente fistuladas, los alimentos utilizados fueron los mismos que se suministra a las vacas en producción (ensilado, concentrado y pasturas cultivadas), las horas de administración de los diversos insumos para el presente experimento fueron: ensilado 16 kg a las 2:00 horas, concentrado (1 Kg aproximadamente) a las 5:00 horas, pastos cultivados (pastoreo) a las 8:00 horas y alimentación mixta a partir de las 13:00 horas, (Concentrado 1kg+ ensilado de avena 8 kg y pastoreo/alfalfa-dactilys); la lectura del pH se realizó a las 4:00, 7:00, 11:00 y 17:00 horas respectivamente, los datos fueron evaluados con un diseño de Cuadrado Latino (4x4), 4 animales, 4 periodos o semanas de muestreo y 4 tratamientos (ensilado, concentrado, pasto cultivado, alimentación mixta), los resultados de pH ruminal diurno fueron de 6.21, a las 4:00 horas, 6.24 a las 7:00 horas, 6.13 a las 11:00 horas y 5.99 a las 17:00 horas ($p < 0.01$), de cuyos valores se puede observar que el promedio de las evaluaciones realizadas por la tarde (por efecto de la alimentación mixta), fue el más bajo, el mismo que se encuentra por debajo del nivel óptimo de pH (6.2 a 7), se concluye que los valores de pH que corresponden al efecto del consumo de ensilado. concentrado y pastos cultivados (6.21, 6.24 y 6.13) se encuentra dentro del nivel óptimo para la adecuada regulación del proceso digestivo, mientras que el pH por efecto de la alimentación mixta (5.99) se encuentra por debajo del nivel óptimo.

Palabras Clave: pH, rumen. Alimentación, vacas, lecheras.



ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the variations of ruminal pH during the day, due to the effect of the food consumed, for which four dry cows of the Brown Swiss breed were used, with an average live weight of 450 ± 70 kg, ruminally fistulated, the feeds used were the same as those supplied to cows in production (silage, concentrate and cultivated pastures), the hours of administration of the various inputs for the present experiment were: silage 16 kg at 2:00 hours, concentrate (approximately 1 Kg) at 5:00 hours, cultivated pastures (grazing) at 8:00 hours and mixed feeding from 13:00 hours, (Concentrate 1kg + oat silage 8 kg and grazing/ alfalfa-dactyls); the pH reading was performed at 4:00, 7:00, 11:00 and 17:00 hours respectively, the data were evaluated with a Latin Square design (4x4), 4 animals, 4 sampling periods or weeks and 4 treatments (silage, concentrate, cultivated grass, mixed feeding), the results of diurnal ruminal pH were 6.21, at 4:00 hours, 6.24 at 7:00 hours, 6.13 at 11:00 hours and 5.99 at 5:00 p.m. ($p < 0.01$), from whose values it can be seen that the average of the evaluations carried out in the afternoon (due to the effect of mixed feeding), was the lowest, the same one that is below the optimal level of pH (6.2 to 7), it is concluded that the pH values that correspond to the effect of silage consumption, concentrate and cultivated pastures (6.21, 6.24 and 6.13) is within the optimal level for the proper regulation of the digestive process, while the pH due to the effect of mixed feeding (5.99) is below the optimal level.

Keywords: pH, rumen. Food, cows, dairy.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En Perú la raza Brown Swiss es la segunda raza de ganado vacuno (17,6%) mostrando un ritmo de crecimiento anual de 1.9% (período 2007-2016) , siendo las regiones con mayor población Cajamarca (17.7%), Puno (11.41%) y Cusco (9.05%) (Minagri, 2017). En Puno, la producción de leche es una de las principales actividades económicas desarrolladas entre 3.000 y 4.000 metros de altitud; va creciendo desde el año 2000 (Perulactea, 2008), y es actualmente la sexta cuenca lechera más importante con una producción del 3,78% (Infolactea, 2008), y es actualmente la sexta cuenca lechera más importante del Perú.

Considerando que la performance productiva de los rumiantes es dependiente principalmente del adecuado funcionamiento del ambiente ruminal y siendo el pH un factor importante que regula los procesos digestivos cuyos valores pueden variar desde 5 hasta 7, con continuas fluctuaciones producto del tipo de dieta, frecuencia de alimentación y nivel de ingesta, entre otros (Cerrato et al., 2005). Así mismos que, la mayoría de las bacterias del rumen desarrollan una óptima actividad y crecimiento cuando al pH ruminal se mantiene dentro de los valores de 6.0 a 6.9 (Van Soest, 1994), se hace necesario cuidar que las fluctuaciones de pH ruminal durante el día no sean drásticas.

Para mantener el pH dentro de los valores normales, el rumen cuenta con tres sistemas buffer: el del bicarbonato, el de los fosfatos y el de los AGV. En general, permanece bien amortiguado por el del bicarbonato que es aportado principalmente por las secreciones salivares (Rearte y Santini, 1989). No obstante, en algunas ocasiones, los productos ácidos de la fermentación exceden esta capacidad buffer, produciendo un gran descenso del pH rumiante, esta situación podría derivar en la disminución de la función



ruminal e incluso de la performance del animal, según la gravedad del caso (Russell y Hespell, 1981).

Las empresas ganaderas productoras de leche, están abocadas a lograr una producción óptima y rentable, y ello depende, en gran medida, de lograr que los animales mejorados aprovechen eficientemente el alimento ofrecido el mismo que debe ser de calidad, por ello en el afán de cumplir con los requisitos nutricionales que exige el ganado productor de leche, es que en la región de Puno se viene utilizando, pasturas cultivadas, ensilados, concentrados e incluso suplementos con aditivos diversos, sin embargo, todo ello puede conducir a cambios en el ambiente ruminal, principalmente cuando se ofrece un gran volumen de suplemento con alto porcentaje de carbohidratos no estructurales, una o dos veces al día. Esta práctica favorece un súbito descenso del pH y posteriormente del consumo voluntario (Patiño, 2002; Oba y Wetz-Lutz 2011).

Así mismo diversos estudios sugieren que existe una relación entre el pH ruminal y los parámetros de digestión cuando se alimenta a las vacas con pastos frescos en comparación con otros tipos de alimentación (Kolver y De Veth, 2002) donde al explorar fermentación ruminal de los pastos y su efecto en la producción animal se reportó un pH medio diario del líquido ruminal que varió entre 5,6 y 6,7. En vacas lactantes los valores del pH ruminales bajos (5,8 a 6,2) se asocian con menores concentraciones de grasa láctea, estos niveles de pH se consideran inferiores a los óptimos para la digestión, pero los estudios in situ e in vitro sugieren una mayor tolerancia a los pH bajos cuando se suministran dietas de pastos con bajo contenido en almidón y alta fermentabilidad de la fibra (De Veth, M. y Kolver E. 2001; Kolver y De Veth, 2002), también informaron que la digestión de los pastos se optimiza a un pH de 6,35 en un sistema de cultivo continuo in vitro y que la digestión y la síntesis de la proteína microbiana fueron en gran medida insensibles al pH en un amplio rango de pH de 5,8 a 6,6. Es entonces que el suministro



de pastos de alta digestibilidad generan variaciones diurnas pronunciadas del pH valores que pueden oscilar entre 5,5 y 6,8.

Es entonces que conocer las variaciones del pH ruminal por efecto de los cambios de alimento durante el día se hace importante a la hora de diseñar estrategias de alimentación que signifiquen un efecto positivo sobre el ambiente ruminal para el desarrollo efectivo de los microorganismos celulíticos necesarios para la digestión y fermentación de la fracción fibrosa de la dieta de los rumiantes, que es la base de su alimentación, así mismo considerando que el tipo de dieta afecta el pH ruminal como es el caso de los forraje fibroso que estimula la rumia (mayor cantidad de saliva la que contiene sustancias tamponantes), mientras que los concentrados prácticamente no lo hacen. Durante la rumia se secreta gran cantidad de saliva, que contiene bicarbonato y fosfato que le dan un pH alcalino (8.2 a 8.4) y que en el rumen actúan como tampón frente a la producción de ácidos. En bovinos de alto consumo, la secreción puede superar los 100 litros diarios (Scandolo, et al., 2007). Los carbohidratos (CH) de fácil digestión, llevan a una producción más rápida de AGV acompañada por una baja producción de saliva, lo cual hace descender el pH ruminal.

Considerando adicionalmente que la variación del pH ruminal puede explicarse en parte por el patrón de pastoreo diurno de la vaca y la periodicidad de la ingestión de alimentos y la posterior rumia (Wales y Doyle, 2003), es que evaluar las variaciones del pH ruminal en vacas en producción como una forma de diagnóstico de las condiciones adecuadas del ambiente ruminal que signifiquen una buena performance de su microbiota es que se hace necesario e importante el monitoreo de las variaciones del pH ruminal durante las 24 horas, sobre todo en sistemas de manejo semiintensivo donde durante el día se suministra a los animales diversos tipos de alimentos.



1.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar las variaciones diurnas de pH ruminal por efecto de la composición de la dieta (Ensilado, concentrado, pastos cultivados y alimentación mixta).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Evaluar el pH ruminal por efecto de una alimentación en base de ensilado.

Evaluar el pH ruminal por efecto de una alimentación en base de Concentrado.

Evaluar el pH ruminal por efecto de una alimentación en base de Pasto Cultivado.

Evaluar el pH ruminal por efecto de una alimentación mixta.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Dafoe et al., (2021) en un estudio realizado en novillos de engorde, donde evaluaron el efecto de las dietas de acabado de maíz y cebada sobre el pH, los novillos alimentados con cebada tuvieron mayor ($p < 0,01$) pH ruminal que los novillos alimentados con maíz a las 0, 1, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 horas después de la alimentación, pero tuvieron un pH ruminal menor ($p \leq 0,05$) que los novillos alimentados con maíz a las 6, 7 y 8 h post alimentación.

De Veth y Kolver, (2001) evaluaron el impacto de la variación diurna del pH sobre la digestión del pasto y síntesis de proteína microbiana (MPS) en cultivo continuo. Se mantuvo el mismo pH mínimo de 5,4 durante diferentes períodos de tiempo (4, 8 o 12 h en un período de 24 h), con pH 6,3 en todos los demás tiempos, para llegar a un pH medio de 6,15, 6,00 y 5,85. El período de tiempo a pH 5,4 se relacionó negativamente con la digestibilidad de la materia orgánica y con MPS y, por lo tanto, el pH mínimo por sí solo (que fue igual en los tres tratamientos) no proporciona una caracterización suficiente de las condiciones de pH ruminal.

Macmillan et al., (2017) en un estudio en vacas lecheras clasificados como de mayor o menor riesgo de acidosis subaguda y posteriormente fueron alimentadas con una dieta alta en granos una o tres veces al día. Las vacas de mayor riesgo tuvieron más tiempo por debajo de pH 5,8 que las vacas de menor riesgo, y la frecuencia de alimentación no afectó el tiempo por debajo de pH 5,8. Sin embargo, la alimentación más frecuente redujo el área por debajo de un pH de 5,8 para las vacas de mayor riesgo, mientras que la



frecuencia de alimentación no tuvo efecto en el área por debajo de un pH de 5,8 para las vacas de menor riesgo.

González et al., (2020) realizó un estudio sobre el efecto de probiótico láctico para evaluar el comportamiento de pH ruminal en corderos con una adición creciente (15,25 y 35g día⁻¹) al suplemento ofertado (5g kg PV⁻¹) en una sola ocasión por día a las 8.00am seguido de forraje a libre voluntad mostrando valores medios de pH ruminal que fueron de 6.49 ± 0.18 con el nivel mínimo (15 g día⁻¹) del probiótico láctico y presentaron fluctuaciones entre las 6 y 20 h posteriores a la ingestión inicial del alimento,

Guevara et al., (2012) Analiza y confirma sobre la relación de pH ruminal y el consumo de materia seca, e indican que una dieta rica en carbohidratos no estructurales reducirá el pH del rumen, cuando estas son consumidas en grandes cantidades y en un corto periodo de tiempo, haciendo que la disminución sea aún mayor. Así mismo la frecuencia de alimentación ayuda a regular el pH del rumen.

Elías et al., (2006) en un estudio realizado en ganado Cebú, donde evaluaron el efecto del alimento (T1:100 % de gramíneas, T2: 50 % gramíneas - 50 % leguminosas, T3: 25 % gramíneas -75 % leguminosas y T4: 100 % leguminosas), en el pH del rumen, utilizando sondas esofágicas, encontraron que los pH más altos (7.25 y 7.35) fueron con T2 y T4, respectivamente ($P < 0.001$), con respecto a T1 y T3 (7.05 y 7.12).

2.2. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS RUMIANTES

Kilic et al., (2017) refiere que los rumiantes son mamíferos con pezuñas que tienen un sistema digestivo único que les facilita utilizar mejor la energía del material vegetal fibroso que otros herbívoros. A diferencia de los no rumiantes como los cerdos y las aves de corral, los rumiantes tienen un sistema digestivo creado para fermentar los alimentos y proporcionar precursores de energía para que los utilice el animal. Al comprender mejor



cómo funciona el sistema digestivo de los rumiantes, los productores de ganado pueden entender mejor cómo cuidar y alimentar a los rumiantes.

El estómago de los rumiantes tiene cuatro compartimentos: el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso. Los microbios del rumen fermentan el alimento y producen ácidos grasos volátiles, que es la primordial fuente de energía. Los microbios del rumen también promueven vitaminas B, vitamina K y aminoácidos (Castillo y Domínguez,2019). En los terneros, el surco esofágico permite que la leche pase por alto el rumen y entre de manera directa en el abomaso. El desarrollo del rumen sucede después de un cambio en la dieta y el crecimiento microbiano.

El tracto digestivo de la vaca consta de lo siguiente:

- Boca
- Esófago
- Un estómago de cuatro compartimentos, que incluye
 - El rumen (panza)
 - El retículo ("panal")
 - El omaso ("muchos pliegues")
 - El abomaso ("estómago verdadero")
- Intestino delgado
- Intestino grueso

a) El rumen

El rumen (en el lado izquierdo del animal) es el compartimento estomacal más grande y constituye varios sacos. Puede contener 25 galones o más de material dependiendo del tamaño de la vaca (González et al., 2020). Debido a su tamaño, el rumen actúa como depósito para el alimento. Aparte del almacenamiento, el rumen también es



una cuba de fermentación. El entorno del rumen favorece el crecimiento de microbios. Estos microbios digieren o fermentan el alimento dentro del rumen y producen ácidos grasos volátiles (AGV). El rumen absorbe la mayoría de los AGV de la fermentación. Un buen suministro de sangre a las paredes del rumen mejora la absorción de AGV. Pequeñas proyecciones (papilas) recubren el rumen, lo que aumenta la superficie del rumen y la cantidad que puede absorber.

b) El retículo

Es una estructura en forma de bolsa en el área delantera del cuerpo, cerca del corazón. Los tejidos del retículo forman una red similar a un panal. Un pequeño pliegue de tejido se encuentra entre el retículo y el rumen, pero los dos no son compartimentos separados. Juntos se llaman rumino-retículo (DelCurto-Wyffels et al., 2021). Los alimentos pesados o densos y los objetos metálicos que come la vaca caen en este compartimento. Algunos objetos afilados pueden penetrar en el tejido y causar una "enfermedad del hardware", para evitar las lesiones se puede usar imanes para prevenir enfermedades o corregir el problema mediante cirugía. Si no se trata, puede provocar una infección y posiblemente la muerte.

c) El omaso

El omaso es una estructura en forma de globo que contiene hojas de tejido (como las páginas de un libro) absorbe agua y otras sustancias del contenido digestivo (Wales et al., 2004). La materia prima (ingesta) entre las hojas estará más seca que la ingesta que se encuentra en los otros compartimentos.



d) El abomaso

El abomaso es el único compartimento revestido de glándulas (Wales et al., 2004). Estas glándulas liberan ácido clorhídrico y enzimas digestivas, necesarias para descomponer los alimentos. El abomaso es similar a un estómago no rumiante.

e) El intestino delgado

Consta de tres secciones: duodeno, yeyuno e íleon. Mide unas 20 veces la longitud del animal. Las secreciones del páncreas y la vesícula biliar ayudan en la digestión dentro del intestino delgado (Wales et al., 2004). El intestino delgado completa la mayor parte del proceso digestivo y absorbe muchos nutrientes a través de las vellosidades (proyecciones en forma de dedos pequeños). Desde las vellosidades, los nutrientes ingresan al sistema sanguíneo y linfático.

f) El ciego

Es el área grande que se encuentran entre el intestino delgado y grueso (Wales et al., 2004). En el ciego se descomponen y fermentan algo del alimento fibrosos no digerido en el tracto digestivo anterior (retículo – rumen).

g) El intestino grueso

Es la última sección del tracto por donde pasan los alimentos no digeridos. Los microbios digieren algo de alimento no digerido, pero la principal función digestiva del intestino grueso es absorber agua. El sistema digestivo de los rumiantes califica de manera única a los animales rumiantes, como el ganado, para utilizar de manera eficiente alimentos con alto contenido de fibra, incluidos los forrajes (Froidevaux Bugani et al., 2011).



En promedio, el ganado toma de 25,000 a más de 40,000 bocados prensiles para cosechar forraje mientras pasta cada día. Por lo general, pasan más de un tercio de su tiempo pastando, un tercio de su tiempo rumiando (rumiando) y un poco menos de un tercio de su tiempo holgazaneando donde están, ni pastando ni rumiando (Sánchez, 2018).

La saliva ayuda a masticar y tragar, contiene enzimas para la descomposición de la grasa (lipasa salival) y almidón (amilasa salival) y participa en el reciclaje de nitrógeno al rumen. La función más importante de la saliva es amortiguar los niveles de pH en el retículo y el rumen. Una vaca madura produce hasta 50 litros de saliva por día, pero esto varía, dependiendo de la cantidad de tiempo que pase masticando el alimento, porque eso estimula la producción de saliva (Kin et al., 2018). El forraje y el alimento se mezclan con saliva que contiene sodio, potasio, fosfato, bicarbonato y urea cuando se consumen para formar un bolo. Ese bolo luego pasa de la boca al retículo a través de un conducto en forma de tubo denominado esófago. Las contracciones musculares y las diferencias de presión transportan estas sustancias por el esófago hasta el retículo.

Los rumiantes comen rápidamente, tragando gran parte de su alimento sin masticarlo lo suficiente (<1,5 pulgadas). Así mismo el esófago funciona bidireccionalmente en los rumiantes, lo que les permite regurgitar su bolo alimenticio para seguir masticando, si es necesario. El proceso de rumiar o "rumiar" es donde el forraje (partículas gruesas) son obligados a regresar a la boca para masticarlos y mezclarlos con la saliva manifiesta (Robles et al., 2007). Este bolo alimenticio se vuelve a tragar y se pasa al retículo. Luego, la porción sólida se mueve lentamente hacia el rumen para la fermentación, mientras que la mayor parte de la porción líquida se mueve rápidamente desde el reticulorumen al omaso y luego al abomaso. La porción sólida que queda en el rumen típicamente permanece hasta 48 horas y forma una capa densa en el



rumen, donde los microbios pueden usar los alimentos fibrosos para producir precursores de energía.

2.3. MICROORGANISMOS DEL RUMEN Y FERMENTACIÓN

Burns. (2008) Manifiesta que la capacidad de los microorganismos ruminales para producir las enzimas necesarias para los procesos de fermentación permite que los rumiantes puedan obtener eficientemente la energía contenida en forrajes, sin embargo, el proceso de la fermentación ruminal no es completamente eficiente porque produce algunos productos finales como el gas metano (Kingston S, 2012) y exceso de amoníaco (Russell y Mantovani, 2002) o aminoácidos esenciales (Cole et al., 1982). Por tanto, existe una relación simbiótica dentro del rumen proporcionando el ambiente necesario para el establecimiento de microorganismos y sustratos necesarios para su mantenimiento. A su vez, los microorganismos proporcionar nutrientes al rumiante huésped para generar energía (Russell y Rychlik, 2001)

a) Microorganismos ruminales

El ecosistema ruminal consta de una amplia diversidad de microorganismos que están en una relación simbiótica en un ambiente anaeróbico estricto (Ozutsumi et al., 2005) La microbiota está formado por bacterias ruminales, protozoos y hongos, en concentraciones de 10^{10} , 10^6 y 10^4 células / ml, respectivamente. Las poblaciones bacterianas son las más vulnerables a las propiedades fisicoquímicas del rumen.

b) Bacterias ruminales

El rumen contiene una variedad de géneros bacterianos, que constituyen la mayoría de los microorganismos que viven en un ambiente anaeróbico manifiesta (Pitta et al., 2010). Se determina la competencia entre bacterias en el rumen. Por varios factores, entre los que se encuentran la preferencia por determinados sustratos, requisitos



energéticos para el mantenimiento, y resistencia a ciertos productos del metabolismo que pueden ser tóxico (Russell et al., 1979).

c) Bacterias degradantes de celulosa

La dieta de los rumiantes se basa en alimentos a base de plantas. Porque la celulosa es el componente principal de la pared celular de estas plantas, microalgas celulolíticas ruminales Los organismos juegan un papel importante en la alimentación animal (Russell et al., 2009). La celulosa se digiere en el rumen (Michalet et al., 2002). La capacidad de degradarse La celulosa depende principalmente del tipo de forraje, cultivo madurez, y los miembros de la bacteria celulolítica c comunidades (Fondevila y Dehority, 1996). Para asegurar mantenimiento y crecimiento de bacterias celulolíticas, óptimo Sé requieren condiciones ruminales. Un pH neutro es mejor con una estabilidad entre 6 y 9, mientras que un pH inferior a 5,5 afecta la digestibilidad de la fibra (Weimer., 1996).

Una temperatura de 39 ° C afecta la capacidad de adhesión de las bacterias para alimentarse partículas (Michalet et al., 2002), mientras que la presencia de enzimas celulasa extracelulares, (Weimer, 1996) para romper los enlaces β -glucosídicos (1-4) del biopolímero proporcionan azúcares. Para su uso por microorganismos (Wedekind et al., 1988). En, Además, la presencia de calcio ionizado (Ca^{+2}) favorece el establecimiento de tales bacterias, excepto *F. succinogenes*. El establecimiento de este El grupo bacteriano puede verse afectado por la presencia de ciertos tipos de lípidos en la dieta. Por ejemplo, grasas de cadena media Los ácidos son a menudo tóxicos para las bacterias celulolíticas, reduciendo la digestibilidad de la fibra.

Para una bacteria mylolytic, El almidón es un componente importante de la dieta del ganado y vacas de alta producción de leche que se alimentan con concentrados que contiene proporciones importantes de granos. Aunque estos Las dietas para rumiantes han



resultado eficaces como fermentables. Fuente de energía, también se asocian con metabolismo trastornos como la acidosis (Gressley et al., 2011) bajo contenido de grasas síndrome de la leche y abscesos hepáticos (Owens et al., 1998). En rumiantes alimentados principalmente con forrajes, esta especie bacteriana es encontrado a una concentración de $10^4 - 10^7$ células / gramos. Además, cuando aumenta la concentración de azúcar fermentable, La concentración puede ser superior a 10^{11} / gramo en ruminales. Contenidos (Nagaraja y Titgemeyer, 2007).

El *Selenomona bovis* fermenta la glucosa para proporcionar acetato, formiato y etanol como producto final. Sin embargo, en alto concentrado dietas, esta especie cambia su metabolismo para proporcionar ácido láctico como producto final, lo que provoca una gota de pH a 5,5 que es perjudicial para el rumiante (Russell y Hino, 1985). Por lo tanto, el crecimiento de otras bacterias que degradan el almidón, como *Bacteroides ruminicola*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminantium* y *Succinomonas amylolytica* que produce otros AGV como formiato, acetato, propionato, y succinato, también se promueve de modo que un desequilibrio de homeostasis en las vías bioquímicas en el ruminal ambiente se evita (Cotta, 1992).

d) Bacterias degradantes de lactato y lactato- bacterias

Tienen un papel muy importante en el rumen principalmente en aquellos rumiantes que se alimentan con cereales altos en la dieta. Estas bacterias metabolizan el ácido láctico y controlan su acumulación, lo que ayuda a mantener el pH en el adecuado rango (Macke Heath, 1979). Este tipo de bacteria aumenta cuando la dieta consta de aproximadamente el 70% concentrado (Brown et al., 2006).



e) Bacterias degradantes de pectina.

Son importantes porque la pectina representa 10-20% del total de carbohidratos en forrajes utilizados en rumiante. La pectina es fermentada por bacterias y protozoos (Dehority, 1969) y las principales bacterias que per-forman esta función son *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Prevotellaruminicola*, *Bacteroides ruminicola* y *Lachnospiramultíparas*. Estas bacterias ruminales producen y liberan enzimas pectinolíticas en el ambiente ruminal; pectina Las liasas son las enzimas primarias que hidrolizan la pectina. En oligogalacturonoides (Duskova y Marounck, 2001).

f) Bacterias proteolíticas

Cotta y Hespell, (1986). En el rumen, las proteínas forrajeras y los polisacáridos se degradan en un 50-70% por la acción de microorganismos. La proteólisis ruminal se lleva a cabo mediante producción enzimática de microorganismos ruminales por procesos de hidrólisis de proteínas, degradación de péptidos, y desaminación de aminoácidos. Las principales especies bacterianas con actividad proteolítica son *Bacteroides amylophilus*, *Bacteroides rutminicola* y *Butyrivibrio fibrisolvens* (Cotta y Hespell, 1986). Esta También se ha informado actividad en *Streptococcus bovis* y *Prevotella albensis* (Sales-Duval et al., 2002).

g) Bacterias lipolíticas

Los lípidos se modifican por fermentación microbiana y los ácidos grasos insaturados presentes se convierten en ácidos grasos saturados los microorganismos del rumen transforman los lípidos por dos vías principales, la lipólisis y biohidrogenación. Los principales tipos de lípidos en la dieta son los triglicéridos, los fosfolípidos y los galactolípidos (Jenkins et al., 2008). Los lípidos en el rumen son los primero son hidrolizados por lipasas microbianas. Estas lipasas rompen los enlaces éster y liberan



ácidos grasos (Liu et al., 2009). Después de la lipólisis, los ácidos grasos insaturados sufren biohidrogenación debido a la presencia de H^+ producido por microorganismos ruminales, (Jenkins et al., 2008). La tasa de lipólisis depende principalmente sobre el tipo de lípidos presentes en la dieta (Beam et al., 2000) y el pH ruminal.

Un valor de pH por debajo a 6,0 provoca una lipólisis lenta, que disminuye a medida que desciende el pH (Fuentes et al., 2009), por lo que la lipólisis depende del patrón o tipo de fermentación de sustratos mentales en la dieta (Van Nevel y Demeyer, 1996). La lipolytica produce dos enzimas hidrolíticas, una de las cuales se une a la membrana celular y el otro es extracelular (Henderson y Hodgkiss, 1973), la actividad de estas bacterias disminuye en dietas ricas en concentrados, debido a la caída del pH (Loor et al., 2004), la función principal de *B. fibrisolvens* es la biohidrogenación de grasas, ácidos poliinsaturadas (Maia et al., 2010).

h) Bacterias degradantes de lactatos

El lactato es un producto intermedio de la fermentación ruminal, que se metaboliza a AGV. En dietas ricas en almidón, la población de este tipo de bacterias capaces de aumenta el uso de ácido láctico (Counotte y Prins, 1981). *Megasphaera elsdenii* es la principal especie responsable para la metabolización del ácido láctico; por tanto, tiene un importante papel en la prevención de la acidosis durante la adaptación período en el que los rumiantes se alimentan con dietas altas en concentrado (Counotte et al., 1981).

i) Protozoo en el rumen

Los protozoos constituyen el 40-80% de la biomasa, la mayoría de los cuales son los órdenes *Entodiniomorphida* y *Holotricha* (Firkins et al., 2007; Yáñez-Ruiz et al., 2004). El flujo de protozoos ruminales al abomaso de rumiantes es menor que el de las



bacterias, ya que se retienen en las partículas de alimento (Hook et al., 2012). Holotrichs puede asimilar azúcares solubles y mantener algunos de ellos en polisacáridos de reserva, por lo tanto, estos protozoos pueden disminuir el riesgo de acidosis. Después de consumir alimentos con altas concentraciones de fácilmente azúcares digestibles (van Zwieten et al., 2008).

j) Protozoos celulolíticos

Aproximadamente el 90% del total de protozoos pertenecen al género *Entodiniomorphida*, muchos de los cuales están involucrados en la hidrólisis y fermentación de la celulosa (Yáñez-Ruiz et al., 2004) en estudios in vitro con protozoos cultivados, fue observado que la celulosa cristalina se degrada principalmente por protozoos de los géneros *Polyplastron* y *Eudiplodinium* y en menor grado por Epidinio (Fondevila y Dehority, 2001). Además de tener la capacidad de digerir la celulosa *iploplastron affine* tiene actividad amilolítica; debido a su capacidad para producir enzimas amilolíticas, incluidas dos isoformas de α -amilasa y maltasa, produce maltosa, maltotriosa y glucosa (Wereszka y Michalowski, 2012). Protozoos proteolíticos: En el ambiente ruminal, Las proteínas solubles son degradadas principalmente por bacterias y protozoo, (Hino y Russell, 1987). La actividad proteolítica de bacterias ruminales es de 6 a 10 veces mayor que la de protozoos (Brock et al., 1982).

k) Hongos ruminales

Los hongos representan una pequeña proporción, aproximadamente el 8% de la biomasa en el ecosistema ruminal (Jenkins et al., 2008), pero tienen un papel en la digestión. De alimentos consumidos por los rumiantes (Nam y Garnsworthy, 2007). Algunos hongos son micro aerotolerantes y se adhieren a partículas alimentarias a través de un sistema de rizoides (Denman et al., 2008). Las poblaciones de hongos ruminales se



ven favorecidas por el consumo de forrajes fibrosos que son principalmente altamente significantes. Los hongos ruminales están presentes en el duodeno, ciego, y heces y se eliminan cuando los rumiantes se alimentan con concentraciones de azúcares rápidamente fermentables; sin embargo, los hongos proliferan rápidamente una vez que la concentración del alimento aumenta (Grenet et al., 1989).

l) Hongos celulolíticos

Los hongos ruminales pueden producir enzimas que hidrolizar celulosa y xilenos. Su actividad enzimática variable, dependiendo de su origen filogenético y en particular su estructura rizoidal, pero ha sido postulan indicó que algunas especies, como *Neocallimastix frontalis*, *Piromyces joyonii* y *Orpinomyces communis*, pueden más digerir eficazmente los polisacáridos estructurales que los celulolíticos especies bacterianas en monocultivo (Bernalier et al., 1992). La actividad fúngica ayuda a la digestión ruminal de la célula vegetal. Pared. La producción de zoosporas por quimiotaxis permite Adhesión rápida a las partículas, luego los hongos se fracturan. Zonas de tejidos lignificados por acción mecánica, y los tejidos vegetales no lignificados se degradan rápidamente (Grenet et al., 1989). Por lo tanto, los hongos ruminales son particularmente importantes. Cuando el rumiante consume muchos sustratos lignificados. Por ejemplo, *N. frontalis* tiene la capacidad de solubilizar pequeñas fracciones de lignina de la pared celular vegetal, lo que permite que las bacterias acceso a la celulosa (Borneman et al., 1991).

m) Arqueas ruminales o metanógenos

La población de arquea considera microorganismos que se creía eran bacterias. Sin embargo, después de un análisis molecular de su ADN se ha encontrado que pertenecen a un dominio diferente (Zhou et al., 2017). La densidad de las arqueas en el



rumen no ha sido determinada con precisión. Estos microorganismos desempeñan un papel especial en la eficiencia alimenticia porque participan en la formación de metano, la cual utiliza dióxido de carbono e hidrógeno (Morgavi et al., 2010).

2.4. pH DEL RUMEN

El pH ruminal ideal para la actividad microbiana y la reproducción esta entre es de 6,2 a 7,0, en este rango se prefieren las fermentaciones de alimentos, incluida la fermentación máxima de los ingredientes fibrosos del alimento (Calsamiglia y Ferret, 2002). El pH del rumen varía principalmente con el tipo de alimento, la forma y frecuencia con que es ofrecido; las dietas ricas en carbohidratos no estructurados disminuyen el pH, mientras que las dietas ricas en carbohidratos estructurales, tienden a regularlo en su límite superior (Cerrato y Calsamiglia, 2003). Las fluctuaciones del pH ruminal por debajo de 6,0 inducen la muerte de microorganismos, principalmente de bacterias encargadas de la degradación de los componentes fibrosos de la dieta. La disminución de la fermentación de la fibra debido al bajo pH que conduce al aumento en el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, lo que hace que los animales sientan la sensación de saciedad y la detención temporal del consumo voluntario, (Restrepo, 2005). La reducción o supresión del consumo voluntario está asociado también con otras molestias causadas por la acidosis ruminal (Huber, 1976; Patiño, 2002)

Aschenbach et al., (2011) encontraron que el pH depende de la producción salival, la producción y absorción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), el tipo y grado de consumo de alimentos y el intercambio de bicarbonato y fosfato a través del epitelio ruminal. Así, estos factores determinan tanto el pH como la capacidad amortiguadora en la retícula del ambiente ruminal.



El pH generalmente se mantiene entre 5,5 y 7,0 (Krause y Oetzel, 2006) dependiendo de la dieta y la capacidad amortiguadora de la saliva.

La fermentación puede depender de las condiciones ambientales. Por lo tanto, las condiciones y patrones de alimentación, estos factores pueden afectar la presión osmótica en el rumen. Inmediatamente después de la ingestión, la presión osmótica aumenta de 350 a 400 mOsm y luego disminuye gradualmente durante 8 a 10 horas. La presión osmótica aumenta en presencia de AGV de procesos de fermentación y está directamente relacionada con el pH en dietas ricas en carbohidratos (Lodemann y Martens, 2006).

2.4.1. Regulación del pH ruminal

El pH ruminal es el resultado de los esfuerzos concertados de regulación ácido-base del rumen, incluida el microbiota del rumen, y el huésped (Humer et al., 2018). La fermentación microbiana del alimento en el rumen produce AGV y (en situaciones particulares) ácido láctico. Por lo general, la producción de ácidos en el rumen es mucho mayor que la entrada de cualquier ácido con el alimento (Aschenbach et al., 2011). Los ácidos pueden acumularse y reducir el pH ruminal si la tasa de eliminación del rumen y la amortiguación del rumen no pueden seguir el ritmo de su tasa de producción (Dijkstra et al., 2012). La remoción de AGV del rumen ocurre por paso en la fase líquida al omaso y por absorción a través de la pared del rumen. La mayoría de los AGV producidos en el rumen se absorben a través de la pared del retículo-rumen. Aproximadamente, del 15 % (en ovinos y terneros) hasta el 40 % (en bovinos) pasa a las partes distales del tracto digestivo (Aschenbach et al., 2011).



2.4.2. Variación del pH ruminal

El ambiente ruminal no es homogéneo, de tal manera que cualquier medida sea de forma continua o estática, tiene limitaciones. La tasa de ingesta y la tasa de fermentación varían y, en consecuencia, el pH ruminal también varía notablemente a lo largo del día. Por lo general, el pH ruminal disminuye después de una comida y se recupera lentamente hasta la próxima comida (Allen, 1997). La cantidad y frecuencia de comidas por día tiene un gran impacto en la dinámica del pH en el rumen. Por ejemplo, los cambios diurnos en el pH fueron mucho más marcados en vacas alimentadas con concentrado en comparación con 12 porciones iguales diarias, mientras se mantenía constante el consumo total de alimento (French y Kennelly, 1990). Aunque los azúcares y el almidón generalmente se consideran carbohidratos de fermentación rápida, algunos tipos de fibra también se fermentan rápidamente. Adicionar varios componentes de carbohidratos de fermentación rápida (almidón, azúcares y fibra) en función de sus características de fermentación ruminal en carbohidratos de fermentación rápida totales (Doorenbos et al., 2017) ayudar a mejorar la previsibilidad de las respuestas a los cambios en la dieta del ganado lechero. Con niveles altos de carbohidratos rápidamente fermentables en el rumen, los microorganismos usarán una mayor proporción del sustrato para mantener el pH intracelular o, cuando el nitrógeno escasea, para el derrame de energía, lo que incrementa aún más la producción de ácido (Dijkstra et al., 1998). Además de la ingestión poco frecuente de comidas copiosas, una tasa alta de alimentación puede afectar el pH ruminal e incrementar la variación del pH del líquido ruminal durante el día. Una mayor tasa de alimentación se asocia con una menor salivación del alimento por unidad de alimento (Beauchemin et al., 2008), y en consecuencia, un menor suministro de bicarbonato durante una comida para amortiguar los ácidos formados rápidamente. Las interacciones sociales entre los animales alojados en grupo también pueden afectar la



variación del pH ruminal. La jerarquía social entre los animales determina la prioridad de acceso al alimento. La competencia por el alimento o el espacio de alimentación afecta el comportamiento de alimentación, incluida la cantidad de tiempo dedicado a la alimentación cada día, la tasa de alimentación y/o la clasificación del alimento (Neave et al., 2018), todos los cuales afectan la variación del pH ruminal. Tanto las novillas muy subordinadas como las muy dominantes alojadas en corrales con 2, 4 u 8 individuos por lugar de alimentación concentrada tenían un mayor riesgo de acidosis ruminal a medida que aumentaba la competencia en los corrales, como lo indica un pH ruminal más bajo por rumenocentesis (Gonzalez et al., 2008). En general, puede ocurrir una gran variación en el pH ruminal dentro del día dependiendo de los cambios en la cantidad y composición de la dieta y el comportamiento de ingesta. Se necesitan mediciones frecuentes para evaluar esta variación en el pH ruminal.

2.4.3. Otros factores que afectan el pH ruminal

En general, existe una relación débil y negativa entre la concentración ruminal total de AGV y el pH en las dietas (Allen, 1997), lo que muestra una gran variación entre las dietas. Por ejemplo, el coeficiente de regresión que relaciona el pH ruminal con la concentración de AGV (en mM) en ovejas varió significativamente entre dietas de $-0,0060$ a $-0,0168$ (Briggs et al., 1957). Otros mecanismos además de la eliminación de ácidos para reducir la carga ácida en el rumen ayudan a explicar esta gran variación. Las partículas largas de forraje en la dieta modifican la digesta ruminal y originan la rumia y la secreción salival, lo que ayuda a amortiguar los ácidos producidos por la fermentación del alimento en el rumen. El NDF físicamente efectivo característico de la dieta, que integra información sobre la cantidad de fibra en la dieta y la longitud de las partículas de los forrajes, puede tener un impacto significativo en el pH ruminal a través de los efectos



sobre la formación de la estera ruminal, la motilidad del rumen y la provisión de amortiguadores salivales (Plaizier et al., 2018). Sin embargo, como se analiza a continuación, el comportamiento alimentario tiene un impacto mucho más profundo en el pH del rumen. La amortiguación exógena de los alimentos es otro factor que puede afectar el pH ruminal. Esta amortiguación está influenciada por la relación existente entre cationes fuertes y aniones en los alimentos, y el intercambio de estos cationes de grupos cargados por protones (McBurney et al., 1983) Sin embargo, en una comparación de la capacidad amortiguadora exógena del alimento con la de la saliva (Allen, 1997) concluyó que la saliva es de mayor importancia en la amortiguación del contenido del rumen.

Los factores complejos y las interacciones entre el rumen y el huésped que finalmente determinan el pH ruminal también pueden dar como resultado una gran variación entre los animales en su respuesta del pH ruminal a los cambios en la dieta. Los animales individuales mostraron una variación considerable en el pH ruminal en respuesta a dietas destinadas a inducir acidosis ruminal (Brown et al., 2000). En particular, los valores de pH circadianos pueden tener una alta variación individual de animal (Schmitz et al., 2018). La composición de la dieta parece afectar la variación individual de los animales en las características del pH del rumen.

Penner et al. (2009 b) observaron una mayor variación en el pH ruminal entre las vacas alimentadas con una dieta alta en concentrado (64 % sobre la base de MS) que con una dieta baja en concentrado (8 % sobre la base de MS). La variación en el comportamiento de consumo de alimento, la salivación y la rumia, el volumen del rumen, la tasa de eliminación de AGV del rumen, el metabolismo epitelial del rumen y el intercambio de tampones a través de la pared del rumen pueden contribuir potencialmente



a esta variación individual de la respuesta del pH del animal, y estos no son bien entendido o caracterizado.

Penner et al., (2009 a) Encontró que las ovejas con una respuesta de pH relativamente menor al empapado oral con glucosa tenían mayores tasas de absorción de acetato y butirato por el tejido epitelial del rumen *in vitro*, en comparación con las ovejas con una respuesta de pH del rumen más pronunciada (Gao y Oba, 2016) No observaron diferencias en la absorción de AGV del rumen de vacas lecheras caracterizadas por un mayor o menor riesgo de acidosis, pero la expresión de varios genes implicados en el metabolismo de los AGV en el epitelio del rumen se relacionó con la variación entre grupos de riesgo de acidosis. En vista de la gran variación individual de los animales, la medición de la cinética del pH del rumen en combinación con otras señales de acidosis del rumen puede ayudar a identificar individuos en riesgo de acidosis.

2.4.3. Efecto del pH del rumen sobre el crecimiento de microorganismos

Los factores principales que influyen en el crecimiento y actividad de las poblaciones microbianas ruminales son la temperatura, pH, capacidad amortiguadora, presión osmótica y redox potencial. Estos factores están determinados por el medio ambiente, condiciones. La temperatura del rumen se mantiene en el rango de 39 a 39,5 ° C, (Wahrmund et al., 2012) y puede incrementar hasta 41 ° C inmediatamente después de que el animal consume su alimento porque el proceso de fermentación genera calor (Brod et al., 1982). Del mismo modo, las enzimas microbianas son sensibles a los cambios en el pH, por ejemplo, la inhibición de crecimiento bacteriano bajo pH ácido. Esto debe al desequilibrio de iones de hidrógeno intracelulares (Russell y Wilson, 1996).



2.5. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL pH DEL RUMEN EN VACAS

LECHERAS

a) Sensores ruminales

El uso de biosensores es cada vez más específico en el sector ganadero. Los biosensores tienen el potencial de medir variables fisiológicas, inmunológicas, de comportamiento y de otro tipo en el ganado. Estos dispositivos brindan información concreta para ayudar en la toma de decisiones para la administración de la granja.

Se espera que los sensores de rumen se desarrollen aún más para medir con alta precisión los ácidos grasos volátiles (AGV) y los gases del rumen, incluido el metano. La descripción de sondas para medir el pH en el rumen del ganado canulado comenzó en la década de 1950 (Lampila, 1955). Los principales trabajos han permitido el desarrollo una gama de sensores para su uso en la actualidad, incluidos los sensores ruminales inalámbricos disponibles comercialmente. Los sensores de rumen ofrecen varias ventajas sobre otros métodos para medir las características del rumen.

Por lo general, los sensores ruminales permiten la evaluación continua y de alta precisión del pH y otras características ruminales que ayudan a evaluar el comportamiento cinético ruminal. El muestreo frecuente es de interés en vista de la alta variación diurna en las variables del rumen, en particular el pH (De Veth y Kolver, 2001) ruminal, que se asocia con trastornos ruminales (Plaizier et al., 2018).

La gran cuantía de datos generados por los sensores de rumen debe procesarse e interpretarse adecuadamente para proporcionar información verídica sobre el estado fisiológico del rumen y del animal huésped. Esta revisión se centra en el uso de sensores para medir el pH ruminal y evalúa la variación en el pH ruminal tanto en el tiempo como



en la ubicación, los problemas comúnmente asociados con el pH bajo y los métodos de análisis de datos para resumir e interpretar los datos del pH ruminal.

b) Rumenocentesis

La rumenocentesis es la recolección de líquido ruminal por aspiración percutánea con aguja, bajo anestesia local. Se puede realizar en cualquier rumiante, pero generalmente se reserva para los rebaños lecheros, donde el monitoreo del pH del rumen puede ser específicamente valioso. Las características del fluido ruminal más fáciles de medir incluyen evaluaciones visuales (microscópicas de microorganismos), de pH y la población de protozoos. Es necesario realizar una cuidadosa selección de los animales y una interpretación experta de los hallazgos para llegar a conclusiones sólidas.

c) Método del registrador de datos de pH permanente

Este es actualmente el método más adecuado para registrar las fluctuaciones del pH en tiempo real. No obstante, diferentes áreas del rumen tienen un pH diferente y los movimientos incontrolados de los sensores pueden proporcionar datos poco confiables.

d) Técnica de sonda oral - estomacal

No es considerada como una técnica confiable porque el pH puede variar dependiendo de la ubicación intraruminal, el tiempo de muestreo en relación con la alimentación y la contaminación de la saliva al momento de la extracción de líquido ruminal.

e) Método de cánula ruminal

La canulación del rumen se puede realizar en un animal sano que se encuentra actualmente en el rebaño con un gasto mínimo. La cirugía no es complicada que la mayoría de los otros procedimientos quirúrgicos de rutina realizados por practicantes



bovinos. Un animal canulado proporciona una fuente de contenido ruminal a largo plazo y fácilmente disponible que se puede manipular para transferir animales de manada que han sufrido numerosos trastornos digestivos.

2.6. ACIDOSIS RUMINAL

Se dice que la acidosis ruminal en el ganado lechero se caracteriza por un pH ruminal anormalmente bajo y generalmente es causada por un incremento repentino en el consumo excesivo de carbohidratos no estructurales o una disminución del consumo de fibra eficaz. La depresión periparturienta de DMI, la transición a una dieta alta en concentrados y la demanda nutricional de alta producción de leche son factores que pueden contribuir a incrementar el riesgo de acidosis ruminal en la lactancia temprana. Según el nivel de gravedad, la afección se puede clasificar en hiperaguda, aguda, subaguda y leve (Blood y Radostits, 1989).

La acidosis ruminal subaguda (SARA), la categoría de alarma en este estudio, es un problema de salud y producción común y grave en los rebaños lecheros, y se ha relacionado con altas tasas de muerte en el rebaño (Jorgenson et al., 1993; Nordlund, 1996). Los signos clínicos de SARA varían e incluyen anorexia transitoria leve, diarrea intermitente, deshidratación, condición corporal pésima, depresión, baja motilidad ruminal, laminitis, abscesos misteriosos y disminución de la producción de leche (Blood y Radostits 1989; Nordlund y Garret, 1994). Los valores de pH del rumen por debajo de 5,0 a 5,5 se consideran anormales y sugestivos de SARA grave o posiblemente en combinación con signos clínicos, acidosis aguda o hiperaguda (Blood y Radostits, 1989; Nordlund y Garret 1994), sin embargo, los valores de pH del rumen de 5,6 a 5,8 se consideran marginales (Nordlund y Garret, 1994). Un diagnóstico de SARA depende de



la presencia de un pH ruminal bajo anormal, así como de la permanencia de signos clínicos o un mayor riesgo de descarte.

Se informa que los veterinarios subdiagnostican la SARA debido a los desafíos de diagnóstico asociados con la falta de signos patognomónicos, las fluctuaciones diurnas en el metabolismo del rumen y los problemas para conseguir muestras representativas del líquido del rumen (Jorgenson et al., 1993; Nordlund y Garret., 1994). Las técnicas de campo usuales para recolectar líquido del rumen para el diagnóstico de SARA incluyen la aspiración con aguja percutánea (rumenocentesis) y la sonda gástrica oral (Nocek 1997). Estudios previos refieren recolectar muestras de 5 a 8 h después de la alimentación de un TMR, o de 2 a 5 h después de la alimentación con concentrado en sistemas de alimentación de componentes, ya que se espera que el pH del rumen sea más bajo en estos momentos (Nordlund y Garret, 1994; Nocek, 1997).

Se indica que la rumenocentesis es superior al uso de una sonda gástrica oral para evaluar el pH del rumen, ya que esta última técnica es susceptible a la contaminación de la saliva (Nordlund y Garret, 1994). No obstante, la rumenocentesis es una técnica más invasiva que implica la preparación quirúrgica el espacio de la centesis, así como la limitación química y física, y exhibe un riesgo de abscesos localizados o peritonitis. Una técnica alternativa desarrollada por (Geishhauser, 1993) utiliza una sonda oro-ruminal ponderada y una bomba de succión, requiere un tiempo mínimo para realizarla y es menos invasiva que la rumenocentesis.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó, en el Centro Experimental de Chuquibambilla de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el Distrito de Umachiri, Provincia de Melgar, Región Puno, a una distancia de 156 Km., de la ciudad de Puno localizado en las coordenadas geográficas 14° 47' 37" latitud sur y 70° 47' 50" longitud oeste, a 3974 m.s.n.m., la zona se caracteriza por presentar un clima frío templado, con temperatura máxima de 20.4°C en los meses de diciembre y una temperatura mínima de 18.4°C en los meses de Junio, con un promedio de temperatura anual de 8°C, la humedad relativa promedio anual de 53% (máxima 81%, mínima 18%); presenta una precipitación pluvial anual promedio de 659mm (SENAMHI, 2016).

3.2. MATERIAL DE INVESTIGACIÓN

a) Material Biológico.

Se utilizó cuatro vacas adultas en seca (vacías) de la raza Brown Swiss de 4,5 y 6 años de edad, con un peso vivo promedio de 450 ± 70 kg, debidamente desparasitadas los mismos que fueron fistulados y canulados con anterioridad por Bautista según su método y técnica (Bautista, 2008) para trabajos de investigación tesis de pre y postgrado, las cánulas sirvieron de apertura permanente hacia el rumen para la evaluación y registro de pH tanto en la etapa pre-experimental y experimental de presente estudio.



Respecto a los alimentos usados para evaluar el efecto en el pH del rumen, fueron los mismos que se les suministra a las vacas en producción del Centro Experimental (Ensilado, concentrado y pastos cultivados de alfalfa y dactilys)-

El manejo sanitario está a cargo del personal técnico del Centro el mismo que se encarga de las desparasitaciones, atenciones médicas y otros de forma permanente.

b) Insumos, equipos y materiales

Insumos alimenticios

- Ensilado de avena (cosechada, picada y ensilada a inicio de floración “grano lechoso” cuyo pH del ensilado fue de 4-5 aproximadamente).
- Concentrado preparado en el mismo C.E. cuya composición se muestra a continuación:

Tabla 1. Composición del concentrado

Insumos	%
Maíz Amarillo molido	18.60
Afrecho de trigo	27.91
Pasta de algodón	4.65
Soya grasosa o integral	9.30
Soya seca o torta	9.30
Sales minerales	2.33
Heno de avena	27.91
Total	100

- Pasto cultivado; asociación de alfalfa y dactilys (25 kg de alfalfa y 6 kg de dactilys), los pastos se encontraban en un estado fenológico de rebrote.
- Alimento mixto (8 kg de ensilado, 1 kg de concentrado y pasto cultivado n/m).

Equipos

- Balanza electrónica con capacidad de 1000kg E2000 Tru-test.



- pHmetro digital debidamente calibrado (Solución tampón)

Materiales de campo

- Cuaderno de campo
- Lapiceros
- Papel toalla
- Guantes
- Mandil
- Sogas para sujeción
- Cámara fotográfica

3.3. INFRAESTRUCTURA Y ACOSTUMBRAMIENTO A LA FASE

EXPERIMENTAL

Para realizar el trabajo se utilizó los corrales de destete de los terneros provistos de comederos y bebederos de concreto.

El proceso de acostumbramiento tuvo una duración de 7 días, período durante el cual los animales se adaptaron al régimen de alimentación y al manejo de las fístulas para la introducción del pHmetro al estrato líquido del rumen para evaluar el pH.

Respecto al régimen alimenticio que se les proporciono a los animales fue el siguiente durante el día:

- a. Ensilado, 16 kg a las 2.00a.m. (período de consumo 40 minutos aprox.)
- b. Concentrado, 1kg a las 5.00a.m. (periodo de consumo 2 minutos aprox.)
- c. Pasturas cultivadas (alfalfa-dactilys) - al pastoreo a partir de las 8.00a.m. hasta las 12:00 del día. (período de consumo 4 horas)



- d. Alimentación mixta (Concentrado 1kg+ensilado de avena 8kg y pastoreo/alfalfa-dactilys) a las 13.00p.m. (periodo de consumo 4 horas)

Paralelamente al proceso de acostumbramiento al régimen alimenticio se realizaron los ensayos con el pHmetro, para medir el pH (previa calibración) pasada las 2 horas después de haberle proporcionado el alimento correspondiente.

El pHmetro permaneció por 30 segundos con el líquido ruminal para poder obtener la lectura de pH, encontrándose un valor promedio de 6.2 durante el período de acostumbramiento.

3.4. MEDICIÓN DE pH DE LÍQUIDO RUMINAL

La medición o evaluación del pH ruminal fue programada después de dos horas aproximadamente de que los animales tuvieron acceso al alimento respectivo según el plan de alimentación, detalle que se presenta en la Tabla 02.

Tabla 02. Hora de evaluación del pH ruminal, respecto al tipo y cantidad de alimento y hora de consumo.

Tipo de alimento	Cantidad (kg)	Hora de consumo-alimento	Hora medición de pH (diurna)
Ensilado de avena	16	2:00	4:00
Concentrado	1	5:00	7:00
Pastura cultivada (Alfalfa+Dactilys)	n/m	8:00	11:00
Mixto (concentrado+ensilado) y pastoreo (Alfalfa+Dactilys)	Concentrado 1kg+ensilado de avena 8kg y pastoreo/alfalfa-dactilys	13:00	17:00



El procedimiento de medición fue el siguiente:

- Se sujetó a la vaca en evaluación a un poste dentro del corral de destete para inmovilizarla y así realizar la apertura de la tapa de cánula que sirvió de acceso permanente hacia el rumen.
- Se introdujo el pHmetro por un lapso de 30 segundos, tiempo en el que se estabilizó y se realizó la lectura de esta.
- Los resultados de la lectura del pH se registraron en el cuaderno de campo indicando la fecha, hora y arete de la vaca.
- El trabajo de investigación se realizó durante los meses de enero-marzo 2020, donde el período de acostumbramiento fue de 7 días y el trabajo experimental tuvo una duración de 4 semanas o periodos (I II III IV)

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue evaluado con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4x4: 4 dietas (ensilado, concentrado, pasto cultivado, alimentación mixta), 4 animales (4 vacas fistuladas ruminalmente), 4 periodos de evaluación (I II III IV) donde el intervalo entre períodos fue de una semana.

$$Y = \mu + T + UE + P + e$$

Donde:

- Y: variable dependiente
- μ : media general del ensayo
- T: tratamiento
- UE: unidad experimental
- P: período



- e: error

Los resultados fueron expresados en medidas de tendencia central y analizados mediante un análisis de varianza.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIACIÓN DEL pH RUMINAL POR HORA DE MUESTREO

En la Tabla 2, se encuentran los resultados del pH según la hora de muestreo, donde se puede observar un pH ruminal de 6,21 a las 4:00 horas, de 6,24 a las 7:00 horas, de 6,13 a las 11:00 horas y de 5.99 a las 17:00 horas. ($p < 0.01$), las dos lecturas en horas de la mañana se encontrarían prácticamente dentro de los valores aceptables ya que el pH normal-óptimo en el rumen debe oscilar entre 6,2 y 7,0 conforme los reportan Calsamiglia y Ferret, (2002), al evaluar el pH como consecuencia de utilizar 60% de heno de alfalfa y 40% de concentrado. Considerando que son varios los factores que intervienen para cambiar el pH en el rumen, y siendo la naturaleza de la dieta suministrada el factor determinante en las fluctuaciones del mismo, y considerando que los rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos 5,5 a 7,0 (Krause y Oetzel, 2006), los valores encontrados serían función del tipo de alimento consumido. Sin embargo, considerando que el pH ruminal encontrado a las 17:00 horas, (5.99) es inferior al rango óptimo reportado por (Calsamiglia y Ferret, 2002), a partir de dicha hora las condiciones respecto al pH ruminal se tornarían un tanto críticas en razón a que, fluctuaciones del pH ruminal por debajo de 6,0 como sucede en los sistemas intensivos de producción, donde la utilización de concentrados es alta, la tasa de degradación de la fibra del alimento es disminuida por efecto del pH sobre la actividad celulolítica de los microorganismos (Krause y Oetzel, 2006), en estas condiciones de alimentación, disminuye la rumia y por consiguiente, la secreción de saliva disminuye, lo cual impide que lleguen al rumen los álcalis contenidos en ella, impidiendo su acción como neutralizantes del pH lo que provocaría disturbios en los microorganismos,

principalmente de bacterias y protozoarios encargadas de la degradación de los componentes fibrosos de la dieta.

El ligero bajo pH encontrado en horas de la tarde podría tal vez ser un indicador de una mayor disminución del mismo en horas posteriores, lo que podría influir en una disminución de la fermentación de la fibra y en consecuencia podría desencadenar el aumento en el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, ello a su vez provoque una sensación de saciedad y la disminución temporal del consumo voluntario (Restrepo, 2005).

Tabla 3. Variación diaria del pH ruminal (promedio) en vacas Brown swiss

Dieta	Hora de muestreo	pH	D.S.
Ensilado	04:00	6.21	0.33
Concentrado	07:00	6.24	0.30
Pasto cultivado	11:00	6.13	0.41
Alimento mixto	17:00	5.99	0.23

Una valoración de la variación según las horas del de los resultados del presente trabajo (Tabla 3), muestran una predisposición a la baja o disminución del pH, tendencia que coincide con lo reportado por (Mirela et al., 2010) quienes manifiestan que en relación a la hora del día más adecuada para realizar la rumenocentesis dorsomedial (RD) para la obtención de líquido ruminal y realizar la evaluación del pH, en evaluaciones sobre acidosis ruminal subclínica (SARA) considera que esta debe de efectuarse en la tarde, posterior al ordeño, ya que en este momento es posible detectar el menor valor de pH, conforme se reporta en dos trabajos realizados en vacas Frison Negro a pastoreo en praderas con predominio de ballica (*Lolium sp*) y suplementados con 2 kg de concentrado durante cada ordeño, donde observó que el pH ruminal disminuyó durante el transcurso del día de 6,7 a las 8:00 horas a 5.9 a las 19:00 horas.

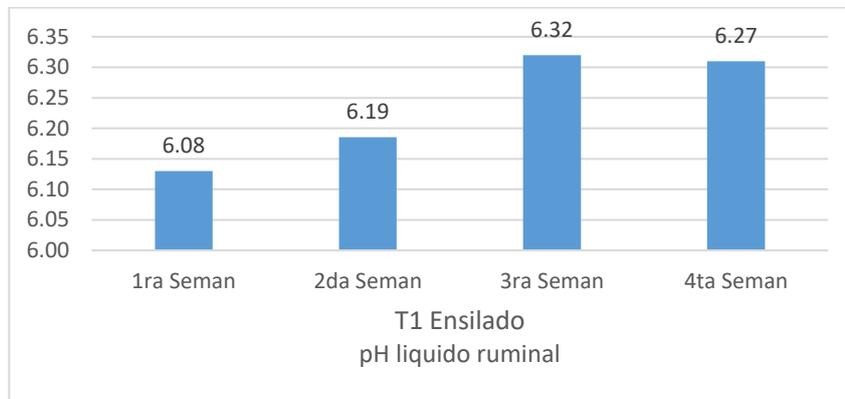


4.2 VARIACIONES DEL pH RUMINAL COMO FUNCIÓN DEL TIPO DE ALIMENTO CONSUMIDO

4.2.1 pH ruminal por efecto del ensilado

Como se puede observar en la Tabla 3. el ensilado de avena fue el primer alimento del día (suministrado a las 2:00 horas), en una cantidad de 16 kg por animal; al evaluar el pH después de dos horas de haber consumido el alimento (4:00 horas) se encontró valores de 6.08, 6.19, 6.32 Y 6.27 (Grafico 1) para la primera, segunda, tercera y cuarta semana de evaluación respectivamente ($P > 0.05$), siendo el promedio semanal de 6.21 valor que se encuentra en el extremo inferior del rango de pH óptimo que debe oscilar entre 6,2 y 7,0 al evaluar el efecto de 60% de heno de alfalfa y 40% de concentrado (Calsamiglia y Ferret, 2002). Dicho valor de pH estaría determinado por la fácil fermentación del ensilado de avena, lo que estaría generando una mayor concentración de AGV y también estaría influenciado por una posible menor producción de saliva debido a que se trata de un alimento que no tiene una gran estimulación para la rumia (OWENS et al., 1988; Van Soest, 1994). Nuestros resultados se encuentran dentro del rango de pH (5,5 y 6,8 durante un periodo de 24 horas) para vacas lecheras a las que se les ofreció pastos (gramíneas) de alta digestibilidad (Carruthers et al., 1997; Kolver y De Veth, 2002; Wales y Doyle, 2003).

Gráfico 1. Valores de pH ruminal por efecto del ensilado/semana

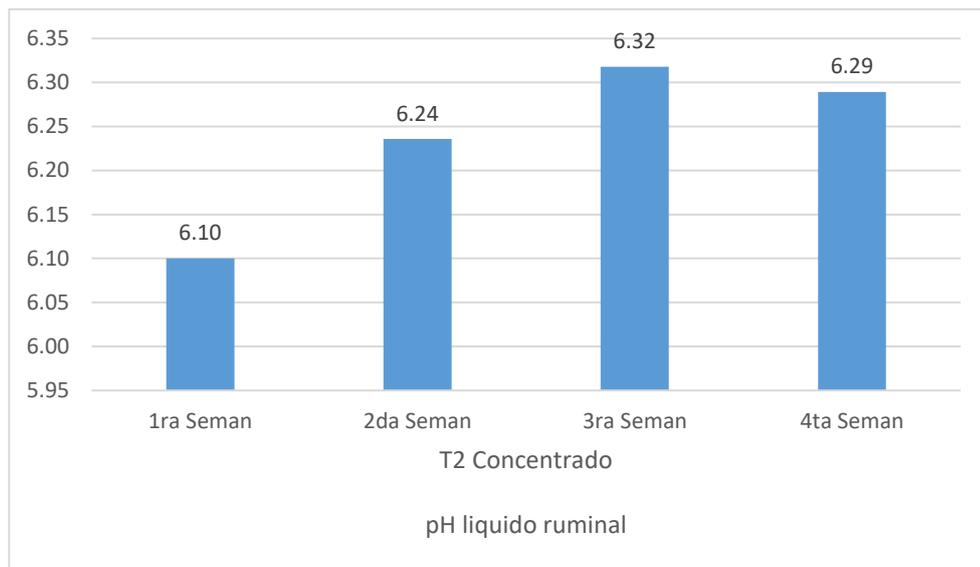


4.2.2 pH ruminal por efecto del concentrado.

En la Tabla 3, se muestra el concentrado como 2do alimento del día (suministrado a las 5:00 horas), en la cantidad de 1 kg por animal; al evaluar el pH después de dos horas de haber consumido el alimento (7:00 horas) se encontró valores promedio por semana (Gráfico 2) que varían entre 6.10 y 6.32 ($P>0.05$), dando un promedio de 6.24, valor que se encuentra en el extremo inferior del rango de pH de 6.2 a 7 (Calsamiglia y Ferret, 2002) y dentro de los valores de rango de pH óptimo (6,0 a 6,9) (Kamra D., 2005).

Así mismo considerando como un pH normal, valores de 5,6 a 6,5 para animales con dietas de concentrados (Fernando, 2010) y los resultados de vacas lactantes alimentadas por 16 días con diferentes porcentajes de alimento concentrado (52 y 76%), donde el pH ruminal fue menor con la mayor de inclusión de alimento concentrado. (Pul101) el valor promedio de pH ruminal después de dos horas de haber consumido concentrado encontrado en el presente trabajo (6.24) estaría dentro de los valores normales como efecto del consumo de alimentos concentrados.

Gráfico 2. Valores de pH ruminal por efecto del concentrado/semana.

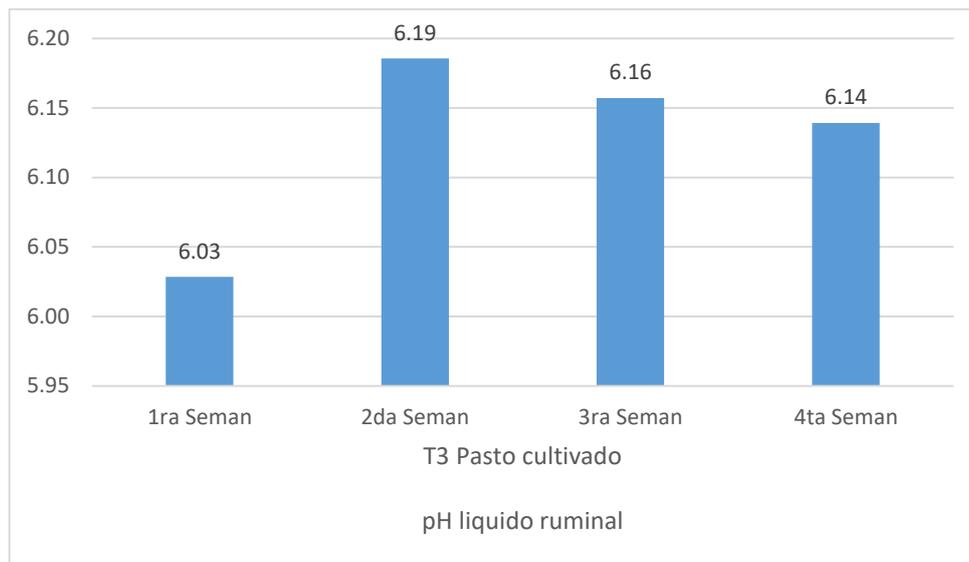


4.2.3 pH ruminal por efecto de pasturas cultivadas

Conforme se reporta en la Tabla 3, los animales fueron a pastorear a partir de las 8:00 horas (pastos cultivados: alfalfa-dactyls), y la evaluación del pH se realizó después de tres horas de iniciado el pastoreo (11:00 horas) encontrándose (Gráfico 3) valores de 6.03 y 6.19, 6.16 y 6.14 ($P > 0.05$) por semana de evaluación, dando un promedio de 6.13, valor que estaría por debajo del óptimo para maximizar la celulosis ruminal el mismo que debe ser de 6.6 a 6.8 (Elías, A., 1983); por lo que, el valor de pH encontrado en el presente trabajo estaría sugiriendo un estado no ideal del rumen para el desarrollo de las bacterias celulolíticas.

Así mismo, Elías, et al., (2006) reportan lecturas de pH ($P < 0.001$) más altos (7.25, 7.35, 7.05 y 7.12) de lo encontrado en el presente trabajo (6.13), quienes para medir el pH lo hicieron extrayendo el líquido ruminal mediante una sonda esofágica y la evaluación correspondió al efecto de a una alimentación en base a forrajes con distintos porcentajes de gramíneas y leguminosas, diferencia que atribuyen al tipo de pasturas y también probablemente al método usado en la determinación del pH.

Gráfico 3. pH ruminal por efecto de una alimentación en base de pasto cultivado.

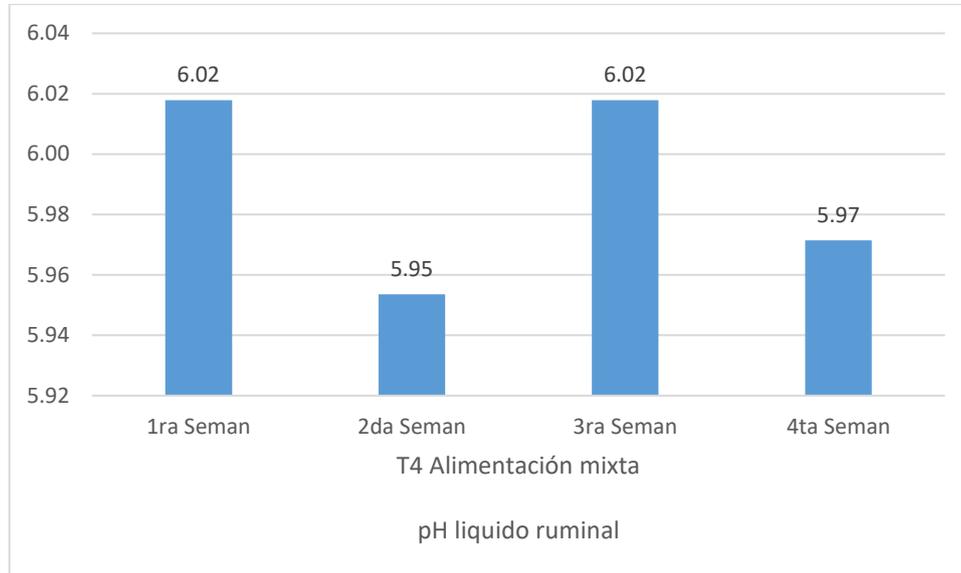


4.2.4 pH ruminal por efecto de alimentación mixta

Los valores de pH del líquido ruminal semanal después del consumo de alimentos mixto (concentrad + ensilado + pasturas cultivadas), cuya determinación fue realizada después de 04 horas del inicio del consumido el alimento mixto (Tabla 3) fueron de: 6.02, 5.95, 6.02 y 5.97 ($P>0.05$) en promedio de las 4 vacas evaluadas (Grafico 4), con un promedio general de 5.99, valor que se encuentra por debajo del rango de pH considerado como normal-óptimo que debe oscilar entre 6,2 y 7,0 (Calsamiglia y Ferret, 2002), lo que sugiere que después del consumo de alimento mixto y en horas de la tarde el pH del líquido ruminal es bajo, lo que podría afectar de forma negativa el desarrollo de los microorganismos especialmente celulolíticos. En un estudio realizado en el sur de Chile con vacas fistuladas mantenidas en pastoreo permanente se observó un valor máximo de 6,7 en horas de la mañana y un mínimo de 5,9 al final de la tarde (Scandolo et al., 2007), lo que estaría sugiriendo que en horas de la tarde el pH del rumen muestra valores bajos, tendencia que coincide con lo encontrado en el presente trabajo en virtud que esta evaluación después del consumo de alimento mixto se realizó en horas de la tarde por lo

que se estaría demostrando que en horas de la tarde la fermentación es más intensa y ello conduciría a un valor de pH más bajo.

Gráfico 4. pH ruminal por efecto de una alimentación mixta.





V. CONCLUSIONES

- El pH del rumen durante el día tiende a ser más bajo en horas de la tarde en vacas Brown swiss
- El pH ruminal por efecto de una alimentación a base de ensilado de avena fue 6.21.
- El pH ruminal por efecto de una alimentación a base de concentrado fue 6.24.
- El pH ruminal por efecto de una alimentación en base de pasto cultivado, fue de 6.13.
- El pH por efecto de una alimentación mixta, medido a las 17:00 horas fue de 5.99.



VI. RECOMENDACIONES

- Efectuar evaluaciones del pH de líquido ruminal en vacas en producción láctea.
- Hacer determinaciones del pH del líquido ruminal utilizando otros insumos y en animales de diferentes edades.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen, M. (1997). Relación entre la producción de ácido de fermentación en el rumen y el requerimiento de fibra físicamente efectiva . *Revista de Ciencias Lacteas.*, 80, 1447-1462 CrossRef Google Académico PubMed.
- Aschenbach , J., Penner, G., Stumpff, F., & Gäbel, G. (2011). Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH, . *J Anim Sci*, pag. 89, 1092-1107.
- Bautista, J. (2008). Desarrollo de la Cánula Semiflexible en el Estómago Anterior de los Rumiantes. *XIX Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. 24, 25, y 26 de Setiembre. Colegio Médico Veterinario - Departamental Puno, Perú.*
- Beam, T., Jenkins, T., Moate, P., Kohn, R., & Palmquist, D. (2000). effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J Dairy Sci*, pag. 83, 2564-2573.
- Beauchemin , K., Eriksen, L., Norgaard, P., & Rode, L. (2008). Secreción salival durante las comidas en vacas lecheras lactantes . *Revista de Ciencias Lacteas*, pag. 91, 2077-2081 CrossRef Google Academico PubMed.
- Bernalier , A., Fonty, G., Bonnemoy, F., & Gouet, P. (1992). Degradation and fermentation of cellulose by the rumen anaerobic fungi axenie cultures or in association with cellulolytic bacteria. *Curr Microbiol*, pag, 25, 143-148.
- Blood , D., & Radostits, M. (1989). Diseases of the Alimentary Tract-II Acute carbohydrate engorment of ruminants. *In: Bailliere tindall (ED) Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, Sheep; Pigs, Goats & Horses. D Bloond, O. Radostiis 7th Ed. London, England.*, pag. 247-253.
- Borneman , W., Ljungdahl, L., Hartley, R., & Akin, D. (1991). Isolation and characterization of p-coumaroyl esterase from the anaerobic fungus neocallinastix strain MC-2. *Appl Environ Microbiol.*, pag. 57, 2337-2344.
- Briggs, P., Hogan, J., & Reid, R. (1957). El efecto de los ácidos grasos volátiles, el ácido láctico y el amoníaco en el pH del rumen en ovejas . *Australian Journal Agricultural*, Pag. 8, 674-690. CrossRef Google Académico.



- Brock , F., Forsberg, C., & Buchanan-Smith, J. (1982). Proteolytic activity of rumen microorganisms and effects of proteinase inhibitors. *Appl Environ Microbiol*, pag. 44, 561-569.
- Brod , D., Bolsen, K., & Brent, B. (1982). Effect of water temperature on rumen temperature, digestion and rumen fermentation in sheep. *J Anim Sci.*, pag. 54, 179-182.
- Brown , M., Krehbiel, C., Galyean, M., Remmenga, M., Peters, J., Hibbard, B., . . . Moseley, W. (2000). Evaluación de modelos de acidosis aguda y subaguda sobre consumo de materia seca, fermentación ruminal, química sanguínea y perfiles endocrinos de novillos de carne. *Revista Ciencia Animal*, pag. 78, 3155-3168 CrossRef Google Académico PubMed.
- Brown , M., Ponce, C., & Pulikanti, R. (2006). Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *J Anim Sci*, pag. 84, 25-33.
- Burns, J. C. (2008). Utilización of pasture and forages by ruminants. *ASAS Centennial paper, A historical perspective J Anim Sci* , 86, 3647-3663.
- Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2002). Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: Acidosis y meteorismo. *XVIII Curso de especialización FEDNA. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos Universidad Autónoma de Barcelona*, pag. 97-115.
- Carruthers, V., Neil, P., & Dalley, D. (1997). Effect of altering the non structural carbohydrate ratio in a pasture diet on milk production and ruminal metabolites in cows in early and late lactation. *Anim Sci*, Pag. 64, 393-402.
- Castillo-López, E., & Domínguez, M. G. (2019). Factors that affect the ruminal microbial composition and methods to determine microbial protein yield. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuaria.*, 10(1). Obtenido de <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4547>
- Cerrato, M., Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2005). Efectos del tiempo a pH subóptimo y el numero de ciclos sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivo continuo. http://www.aida-itea.org/jornada37/3_nutricion/6_RVNII/rvnii-7_cerrato_ciclos2005.pdf. (fecha de consulta: 10/05/2006).



- Cerrato, S., & Calsamiglia, S. (2003). Acidosis ruminal y estrategias de prevención en vacuno lechero. *In: VIII Congreso Internacional de Medicina Bovina*. .
- Cole, N., McLaren, J., & Hutcheson, D. (1982). Influence of Prewaning and B-Vitamin Supplementation of the feedlot receiving diet on calves subjected to marketing and transiit stress. *J Anim Sci*, 54, 911-917.
- Cotta , M., & Hespell, R. (1986). Proteolytic activity of the ruminal bacterium *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Appl Environ Microbiol*, pag. 52, 51-58.
- Cotta, M. (1992). Interaction of ruminal bacteria in the production and utilization of maltooligosaccharides from starch. *Appl Environ Microbiol*, pag. 58, 48-54.
- Counotte , G., & Prins, R. (1981). Regulation of lactate metabolism in the rumen . *Vet res commun*, pag. 5, 101-115.
- De Veth, M., & Kolver, E. (2001). Prediction of ruminal pH of dairy cows fed pasture. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Proction*, 61, 241-243.
- Dehority, B. (1969). Pectin-fermenting bacteria isolated from the bovine rumen. *J Bacterial* , 99,189-196.
- DelCurto-Wyffels, H. M., Dafoe, J. M., Parsons, C. T., Boss, D. L., DelCurto, T., Wyffels, S. A., & ... Bowman, J. G. (2021). Diurnal Ruminal pH and Temperature Patterns of Steers Fed Corn or Barley-Based Finishing Diets. *Animals. An Open Access Journal from MDP*, 11(10), 2809. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ani11102809>
- Denman , S., Nicholson, M., Brookman, J., Theodorou, M., & MsSweeney, C. (2008). Detection and monitoring of anaerobic rumen fungi an ARISA method. *Lett Appl Microbiol*, pag. 47, 492-499.
- Dijkstra, J., Ellis, J., Kebread, E., Strathe, A., Lopez, S., France, J., & Bannink, A. (2012). Regulación del pH ruminal y consecuencias nutricionales del pH bajo . . *Ciencia Y tecnología de alimentación animal*, 172, 22-33 CrossRef Google Académico.
- Dijkstra, J., Francia, J., & Davies, D. (1998). Diferentes enfoques matemáticos para estimar el suministro de proteína microbiana en rumiantes . . *Revista de Ciencias Lactea*, 81, 3370-3384 CrossRef Google Academico PubMed.



- Doorenbos, J., Martin-Tereso, J., Dijkstra, J., & Van Laar, H. (2017). Efecto de diferentes niveles de carbohidratos rápidamente degradables calculados por un modelo de rumen simple sobre el rendimiento de vacas lecheras lactantes . *Revista de Ciencia Lactea*, 100, 5422-5433 CrossRef Google Academico PubMed.
- Duskova, D., & Marounck, M. (2001). Fermentation of pectin and glucose, and activity of pectin-degrading enzymes in the rumen bacterium, *Lachnospira multiparus*. *Lett Appl Microbial*, pag. 33, 159-163.
- Elías, A. (1983). *Digestión de pastos y forrajes tropicales*. (Vol. Tomo 2). La Habana Cuba: Instituto de Ciencia Animal.
- Elías, A., Ruiz, T., Castillo, E., Hernández, J., & Herrera, F. (2006). Efecto del aumento de leguminosas rastreras en un pastizal nativo en la fermentación y fracciones nitrogenadas en el rumen de toros en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Instituto de Ciencia Animal de la Habana Cuba*, pag. 269-277.
- Fernando, W. (2010). Analisis del Liquido Ruminal como Ayuda Diagnostico en Alteraciones en el Rumen. *Instituto de Ciencias Clinicas Veterinarias, Universidad Austral de Chile*.
- Firkins , J., Yu, Z., & Morrison, M. (2007). Ruminal Nitrogen Metabolism: perspectives for integration of microbiology and nutrition for Dairy. *J Dairy Sci.*, pag. 90, 1-16.
- Fondevila , M., & Dehority, B. (2001). In vitro growth and starch digestion by *Entodiniun* as influenced by the presence or absence of live bacteria. *J Anim Sci.*, pag. 79, 2465-2471.
- Fondevila, M., & Dehority., B. (1996). Interactions between *Fibrobacter succinogenes*, *prevotella ruminicola*, and *ruminococcus flavefaciens* in the digestion of cellulose from forages. *J Anim Sci.*, 74, 678-684.
- French, N., & Kennelly, J. (1990). Efectos de la frecuencia de alimentación sobre los parámetros ruminales, la insulina plasmática, la producción de leche y la composición de la leche en vacas Holstein . *Revista de Ciencias Lacteas.*, 73, 1857-1863 CrossRef Google Academico PubMed.
- Froidevaux Bugani, R., González Guerra, J., & Peres de Figueredo Leonardi, T. (2011). Efecto de la inclusión de microorganismos biológicamente activos y un activador



- de la fermentación ruminal sobre consumo, cinética de digestión y variación del pH ruminal en vacas Holando consumiendo ensilaje de sorgo. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/20.500.12008/19943>
- Fuentes, M., Calsamiglia, S., Cardozo, P., & Vlaeminck, B. (2009). Effect of pH and level of concentrate in the diet on the production of biohydrogenation intermediates in a dual-flow continuous culture. *J Dairy Sci.*, pag. 92, 4456-4466.
- Gao, X., & Oba, M. (2016). Características de las vacas lecheras con mayor o menor riesgo de acidosis ruminal subaguda: absorción de ácidos grasos volátiles, digestión ruminal y expresión de genes en células epiteliales ruminales. *Revista de Ciencia Lactea*, pag. 99, 8733-8745 CrossRef Google Academico PubMed.
- Garnworthy, p., Craighon, J., Hernandez-Medrano, j., & Saunders, N. (2012). On-farm methane measurements during milking correlate with total methane by individual dairy cows. *J Dairy Sci*, 95 pag. 3166-3180.
- Geishhauser, T. (1993). Un instrumento para la recolección y transferencia de fluido ruminal y para la administración de drogas solubles en agua en bovinos adultos. *Practica Bovina.*, Pag. 38-42.
- Gianesella M, M. M. (2010). *Evaluating the effects of ruminocentesis on health and performance in dairy cows*. Acta Vet Brn.
- Gonzales, D. G., Borroto Torriente, H., Gutiérrez González, D., & Borroto Torriente, H. (2020). Consumo voluntario y pH ruminal, como indicador de la fermentación en corderos alimentados con un probiótico láctico. *Cuban Journal of Agricultural Science.*, 54(4), 547-556.
- Gonzalez , L., Ferret, A., Manteca, X., Ruiz-de-la-Torre, J., Calsamiglia, S., Devant, M., & Bach, A. (2008). Desempeño, comportamiento y bienestar de novillas frisonas alojadas en corrales de dos, cuatro y ocho individuos por comedero concentrado. *Revista de Ciencia Animal*, 86, 1446-1458 CrossRef Google Academico PubMed.
- Grenet , E., Breton, A., Barry, P., & Fonty, G. (1989). Rumen anaerobic fungi and plant substrate colonization as affected by diet composition. *Anim Feed Csi Tech.*, pag. 26, 55-70.



- Gressley TF, M. H. (2011). Ruminant nutrition symposium: productivity, digestion and health responses to hindgut acidosis in ruminants. *J Anim Sci.*, pag. 89, 1120-1130.
- Guevara-Garay, L. A., Gómez-Botero, J. C., & Edwin, L. (2012). Frecuencia de suplementación y pH ruminal en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia*, 6-9.
- Henderson , C., & Hodgkiss, W. (1973). An electron microscopic study of anaerobrio lipolytica (strain SS) and its lipolytic enzyme. *J Gen Microbial.*, pag. 76, 389-393.
- Hino , T., & Russell, J. (1987). Relative Contributions of Ruminant Bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. *J Anim Sci.*, pag. 64, 261-270.
- Hook , S., Dijkstra, J., Wright, A., McBride, B., & Fra, J. (2012). Modeling the distribution of ciliate protozoa in the reticulo-rumen using linear programming. *J Dairy Sci.*, pag. 95, 255-265.
- Huber, T. (1976). Physiological Effects of Acidosis on Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science*, v.43, n.4, pag. 902-909.
- Humer, E., Aschenbach, J., Neubauer, V., Kroger, I., Khiasoard, R., Baumgartner, W., & Zebeli, Q. (2018). Señales para identificar vacas en riesgo de acidosis ruminal subaguda en la práctica veterinaria lechera . . *Revista de Fisiología Animal y Nutrición Animal*, ag. 102,380-392 CrossRef Google Académico PubMed.
- Infolactea. (2008). Obtenido de Recuperado de: <http://www.infolactea.com>
- Jenkins, T., Wallace, R., Moate, P., & Mosley, E. (2008). Board-invited review: Recent Advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci*, pag. 86, 397-412.
- Jorgenson, R., Erdman , R., Murphy, M., Foldager, J., Norgaard, P., Moller, P., . . . Reinam, E. (1993). Acidosis ruminal: areas de investigacion. resumen de la discusion grupal. *Acta Vet. Escanear. Suplemento*, 89, 153-154.
- Kamra, D. (2005). Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, pag. 89:124:135.
- Kilic, P. D., Garipoglu, P. D., Gulecyuz, M. S., Onder, P. D., Kilic, P. D., Garipoglu, P. D., & ... Onder, P. D. (2017). Determination of effects of some pelleted straws on rumen pH and temperatures with wireless rumen sensors. *Revista MVZ Córdoba*, 22(3), pag. 6204-6214. Obtenido de <https://doi.org/10.21897/rmvz.1126>



- Kin, S.-H., Mamuad, L. L., Kim, E.-J., Sung, H.-G., Bae, G.-S., Cho, K.-K., & ... Lee, S.-S. (2018). Effect of different concentrate diet levels on rumen fluid inoculum used for determination of in vitro rumen fermentation, methane concentration, and methanogen abundance and diversity. *Italian Journal of Science* 17(2), pag. 359-367. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1394170>
- Kingston-Smith AH, A. M. (2012). Breeding for genetic improvement of forage plants in relación to increasing animal production with reduced environmental footprint. *Animal* 1, pag. 1-10.
- Kolver, E., & De Veth. (2002). Prediction of ruminal pH from pasture based diets. *J Dairy Sci*, Pag. 85,1255-1266.
- Krause, K. M., & Oetzel., G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds. *A review. Animal Feed Science and Technology*, 126: 215-236.
- Lampila , M. (1955). Estudios preliminares sobre las variaciones de pH y concentración de ácidos grasos volátiles del contenido ruminal de la vaca. *Revista de la sociedad científica agricola de Filandia*, 27, 142-153.
- Liu , K., Wang, J., Bu, D., Zhao, S., McSweeney, C., Yu, P., & Li, D. (2009). Isolation and biochemical characterization of two lipases from a metagenomic library of China Holstein cow rumen. . *Biochem Biophys Res Comm*, 385, 605-611.
- Lodemann , U., & Martens, H. (2006). Effects of diet and osmotic pressure on Na* transport and tissue conductance of sheep isolated rumen epithelium. *Exp Physiol*, pag. 91, 539-550.
- Loor , J., Ueda, k., Ferlay , A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J Dairy Sci.*, pag. 87, 2472-2485.
- Macke, R., & Heath, S. (1979). Enumeration and isolation of lactate-utilizing bacteria from the rumen of sheep. *Appl Environ Microbiol*, pag. 38, 416-421.
- Macmillan , K., Gao, X., & Oba, M. (2017). El aumento de la frecuencia de alimentación aumentó la producción de grasa en la leche y puede reducir la gravedad de la



- acidosis ruminal subaguda en vacas de alto riesgo. *Revista de Ciencias Lacteas* , 100, 1045-1054 CrossRef Google Academico PubMed.
- Maia , M., Chaudhary, L., Bestwick, C., Richardson, A., Mekain, N., Larson, T., . . . Wallace, R. (2010). Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC Microbiol*, pag. 10, 52.
- McBurney, M., Van Soest, P., & Chase, L. (1983). Capacidad de intercambio catiónico y capacidad amortiguadora de fibras detergentes neutras . . *Revista de Ciencias de la Alimentación y la Agricultura.*, Pag. 34, 910-916 CrossRef Google Académico.
- Michalet, D., Fernandez, I., & Fonty., G. (2002). A comparison of enzymatic and molecular approaches to characterize the cellulolytic microbial ecosystems of the rumen and the cecum. *J Anim Sci*, 80, 790-796.
- Minagri. (2017). Plan Nacional de desarrollo ganadero Perú, país ganadero 2017-2017. *Ministerio de Agricultura y Riego 2017 Republica del Perú. R.M.N°297-2017.*
- Mirela, N., Chihuailaf, R., & Wittwer, F. (2010). Diagnostico de Alteraciones Acido-Basicas Ruminal en Vacas Lecheras a Pastoreo Mediante Ruminocentesis. *Instituto de Ciencias Clinicas Veterinarias.*
- Morgavi, D., Forano, E., Martín, C., & Newbold, C. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. . *Animal*, 4 pag. 1024-1036.
- Nagaraja, T., & Titgemeyer, E. (2007). Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *J Dairy Sci*, pag. 90, 17-38.
- Nam , I., & Garnsworthy, P. (2007). Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria. *J Appl Microbiol*, pag. 103, 551-556.
- Neave , H., Weary, D., & Von Keyserlingk, M. (2018). Revisión: variabilidad individual en el comportamiento alimentario de rumiantes domesticados . *Animal*, Pag. 12, s419-s430 CrossRef Google Academico PubMed.
- Nocek , J. (1997). Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. . *J Dairy Sci* , pag. 80, 1005-1028.
- Nordlund, K. (1996). Preguntas y respuestas sobre la rumenocentesis y el diagnóstico de la acidosis ruminal subaguda en el rebaño. . *Proc. año Conf. Soy. Asoc. Práctica Bovina.*, Pag. 75-81.



- Nordlund, K., & Garret., E. (1994). NoRumenocentesis: A technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. *bovine pract*, 28, 109-112.
- Oba, M., & Wetz-Lutz, A. (pag. 1091, 2011 v.89, n4). Ruminant nutrition symposium: Acidosis: New Insights into the persistent problem. *Journal of Animal Science*, 2011.
- Owens, Secrist, D., Hill, W., & Gill., D. (1998). Acidosis in cattle: a review. *J Anim Sci.*, pag. 76, 275-286.
- Ozutsumi, Y. K., A, T., H, T., & Itabashi. (2005). The effect of protozoa on the composition of rumen bacteria in cattle using 16S rRNA gene clone libraries. *Biosci bioteclunol Biochem* , 69, 499-506.
- Patiño, C. T. (2002). Factores que pueden alterar la incidencia de la acidosis ruminal y su control. *Patiño, C.T. 2002. Factores que pueden alterar III seminario en reproducción y metabolismo en bovinos. Manizales, Caldas: Edición, Claudia Marcela Montes Hoyos.*
- Penner , G., Aschenbach, J., Gabel, G., Rackwitz, R., & Oba, M. (2009 a). La capacidad epitelial para la captación apical de ácidos grasos de cadena corta es un determinante clave del pH intrarruminal y la susceptibilidad a la acidosis ruminal subaguda en ovejas. *Revista de Nutricion*, 139, 1714-1720 CrossRef Google Academico.
- Penner , G., Taniguchi, M., Guan, L., Beauchemin, K., & Oba, M. (2009 b). Efecto de la proporción de forraje dietético a concentrado sobre la absorción de ácidos grasos volátiles y la expresión de genes relacionados con la absorción y el metabolismo de acidos grasos volatiles en el tejido ruminal. *Revista de Ciencia Lactea.*, 92, 2767-2781. CrossRef Google Academico PubMed.
- Perulactea. (2008). *Red de Informacion y Capacitacion Tecnica Agropecuaria*. Obtenido de Recuperado de:<http://perulactea.com>
- Pitta DW, E. P. (2010). Rumen bacterial diversity dynamics associated with changing from bermudagrass hay to grazed winter wheat diets. *Microb Ecol*, 59, 511-522.



- Plaizier, J., Danesh Mesgaran, M., Derakhshani, H., Golder, H., Khafipour, E., Kleen, J., . . . Zebeli, Q. (2018). *Review: enhancing gastrointestinal health in dairy cows animal*, 12, s399-3418 Cross RefGoogI ScholarPub Med.
- Pulido, R. (2010). Dinámica del nitrógeno amoniacal y pH ruminal en vacas a pastoreo. *En: Contreras PA, Noro M (eds). Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. América, Valdivia.*, Pag. 61-68.
- Rearte, D., & Santini, F. (1989). Digestión ruminal y producción en animales a pastoreo. *Rev Arg Prod Anim*, 9, 93.
- Restrepo, J. (2005). *Principales factores que afectan la actividad celulolítica bacteriana en rumiantes. Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca*. Medellín Antioquia: Edición Martha Pabón y Jorge Ossa.
- Robles, V., González, L., Ferrer, A., Manteca, X., & Calsamiglia, & S. (2007). Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *Journal of animal science.*, Pag. 85, 2538-2547. Obtenido de Robles, V; González, L; Ferrer, A; Manteca, X; & Calsamiglia, S. (2007). Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behhttps://doi.org/10.2527/jas.2006-739
- Russell, J., & Wilson, D. (1996). Why Are Ruminal Cellulolytic Bacteria Unable to digest cellulose at low pH?. *J Dairy Sci*, pag. 79, 1503-1509.
- Russell, J., & Hespell, R. (1981). Microbial rumen fermentation. *J Dairy Sci.*, 64, 1153-1169.
- Russell, J., & Hino, T. (1985). Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: A spiraling effect that contributes to rumen acidosis. *J Dairy Sci.*, pag. 68, 1712-1721.
- Russell, J., & Mantovani., H. (2002). The bacteriocins of ruminal bacteria and their potential as an alternative to antibiotics. *J Mol Microbial biotechnol*, pag. 4, 347-355.
- Russell, J., & Rychlik., J. (2001). Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, pag. 292, 1119-1122.
- Russell, J., & Strobel, H. (1989). Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl Environ Microbiol*, pag. 55, 1-6.



- Russell, J., Muck, R., & Weimer., P. (2009). Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen. *FEMS Microbiol Ecol.*, pag. 67, 183-197.
- Sales-Duval, M., Lucas, F., & Blanchart, G. (2002). Effects of exogenous ammonia or free amino acids on proteolytic activity and protein breakdown products in *Streptococcus bovis* *Prevotella albensis*, and *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Curr Microbial*, pag. 44, 435-443.
- Sánchez., J. E. (2018). Efectos del pH ruminal y de la composición de la dieta sobre la hidrogenación de los ácidos grasos y la fermentación en el rumen. Obtenido de [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad de León). Universidad de León. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=151505>
- Scandolo , D., Noro, M., Bohmwald, H., Contreras, P., & Wittwer, F. (2007). Variación diurna del pH y de las concentraciones de magnesio y potasio del fluido ruminal en vacas lecheras a pastoreo. *Arch Med Vet*, pag. 39, 141-146.
- Schmitz, R., Schnabel, k., Von Soosten, D., Meyer, U., Huther, L., Spiekers, H., . . . Danicke, S. (2018). Cambios en el pH ruminal, la actividad de rumia y el comportamiento alimentario durante la lactancia temprana afectados por diferentes concentraciones de fibra y energía en el forraje de vacas lecheras pluriparas. *Archivos de Nutrición Animal*, 72, 458-477 CrossRef Google Academico PubMed.
- Van Nevel, C., & Demeyer, D. (1996). Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. *Reprod Nuir Dev.*, pag. 36, 53-63.
- Van Soest, P. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. *2nd Ed. Ed. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA.*, p. 476, ISBN: 978-0801427725. .
- Van Soest, P. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. . *2a ed., Ithaca, Ed. Cornell University Press*, , pag. 476.
- van Zwieten, J., van Vuuren, A., & Dijkstra, J. (2008). Effect of nylon bag and protozoa on in vitro corn starch disappearance. *J Dairy Sci*, pag. 91, 1133-1139.
- Wahrmund , J., Ronchesel, J., Krehbiel, C., Goad, C., Trost, S., & Richards, C. (2012). Ruminal acidosis challenge impact on ruminal temperature in feedlot cattle. *J Anim Sci*, pag. 90, 2794-2801.



- Wales, W., & Doyle, P. (2003). Efecto de la suplementacion con granos y paja sobre las respuestas marginales de produccion de leche y la fermentacion del rumen de las vacas que pastan pastos de trebol subterraneo altamente digerible. *Revista Australiana de Agricultura Experimental*, 43, 467-474.
- Wedekind KJ, H. M. (1988). Enumeration and isolation of cellulolytic and hemicellulolytic bacteria from human feces. *Appl Environ Microbiol*, pag. 54, 1530-1535.
- Weimer., P. J. (1996). Why Don't Ruminant Bacteria Digest Cellulose Faster? *J Dairy Sci.*, pag. 79, 1496-1502.
- Wereszka , K., & Michalowski, T. (2012). The ability of the rumen ciliate protozoan *Diploplastron* affine to digest and ferment starch. *Folia Microbial*, pag. 57, 375-377.
- Yáñez-Ruiz , D., Moumen, A., Martín García, A., & Molina Alcaide, E. (2004). Ruminant fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: Effect of PEG supply. *J Anim Sci.*, pag. 82, 2023-2032.
- Zhou, Z., Fang, L., Meng, Q., Li, S., Chai, S., Liu, S., & Schonewille, J. (2017). Assessment of ruminal bacterial and archaeal community structure in yak (*Bos grunniens*). *Front Microbiol*, 8, pag.179.

ANEXOS

Imagen 01. Vacunos Brown Swiss cánuladas



Imagen 02. Pastos cultivados



Imagen 03. Suministro de concentrado



Imagen 04. Pastoreo en pasto cultivado



Imagen 05. Suministro de ensilado y concentrado



Imagen 06. Materiales para la evaluación de pH ruminal



Imagen 07. Apertura de cánula



Imagen 08. Medición de pH de líquido ruminal



Imagen 09. Lavado y secado de pH metro



Imagen 10. Cierre de cánula





Cuadro 1. Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	448	0,42	0,41	4,19

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,41	9	2,38	35,85	<0,0001
Semana	1,34	3	0,45	6,71	0,0002
Alimento	4,14	3	1,38	20,81	<0,0001
Vaca	15,93	3	5,31	80,02	<0,0001
Error	29,07	438	0,07		
Total	50,49	447			

Tabla 4. Análisis de varianza

Alimento	Variable	N	Media	D.E.	Mín	Máx
alim, Mixto	pH	112	5.99	0.23	5.4	6.5
Concentrado	pH	112	6.24	0.3	5.4	7
Ensilado	pH	112	6.21	0.33	5.5	6.7
past,cultivado	pH	112	6.13	0.41	5.1	8.1

Tabla 5. medias de pH ruminal por alimento/hora

Tipo de alimento	Hora	pH pre-experimental	pH experimental
Ensilado	4:00	6.2	6.21
Concentrado	7:00	6.3	6.24
Pasto cultivado	11:00	6.4	6.13
Alimentación mixta	17:00	5.9	5.99

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de pH ruminal, promedio de dieta por semana

TRATAMIENTO	SEMANA	ANIMAL	Desv.	N°
T1: ENSILADO	Semana 1	6.20		
		5.73		
		6.24		
		6.13		
	PROM/SEMAN	6.08	0.23	4
	Semana 2	5.70		
		6.39		
		6.27		
		6.39		
	PROM/SEMAN	6.19	0.33	4
	Semana 3	6.47		
		6.43		
		6.44		
		5.94		
	PROM/SEMAN	6.32	0.25	4
	Semana 4	6.47		
		6.50		
		5.79		
		6.31		
	PROM/SEMAN	6.27	0.33	4
	PROM/TRATA.	6.21	0.33	
T2 CONCENTRADO	Semana 1	6.20		
		5.79		
		6.29		
		6.13		
	PROM/SEMAN	6.10	0.22	4



	Semana 2	5.79		
		6.53		
		6.21		
		6.41		
	PROM/SEMAN	6.24	0.32	4
	Semana 3	6.49		
		6.37		
		6.39		
		6.03		
	PROM/SEMAN	6.32	0.20	4
	Semana 4	6.43		
		6.41		
		5.97		
		6.43		
	PROM/SEMAN	6.29	0.23	4
		PROM/TRATA.	6.24	0.3
T3 PASTO CULTIVADO	Semana 1	6.11		
		5.84		
		6.04		
		6.11		
	PROM/SEMAN	6.03	0.13	4
	Semana 2	5.70		
		6.30		
		6.56		
		6.19		
	PROM/SEMAN	6.19	0.36	4
	Semana 3	6.29		
		6.40		
6.09				



		5.89		
	PROM/SEMAN	6.16	0.23	4
	Semana 4	6.44		
		6.17		
		5.76		
		6.19		
	PROM/SEMAN	6.14	0.28	4
	PROM/TRATA.	6.13	0.41	
T4 ALIMENTACIÓN MIXTA	Semana 1	6.07		
		5.90		
		6.07		
		6.03		
	PROM/SEMAN	6.02	0.08	4
	Semana 2	5.80		
		6.07		
		5.99		
		5.96		
	PROM/SEMAN	5.95	0.11	4
	Semana 3	6.14		
		6.14		
		6.04		
		5.74		
	PROM/SEMAN	6.02	0.19	4
	Semana 4	6.23		
5.87				
5.74				
6.04				
PROM/SEMAN	5.97	0.21	4	
	PROM/TRATA.	5.99	0.23	

Tabla 7 Registro de los datos de pH ruminal por semana, dieta, hora, repetición, vaca y pH

n	Semana	Alimento	Hora	Rep	Vaca	pH
1	Primera	Ensilado	4am	1	vaca 985	6.2
2	Primera	Ensilado	4am	2	vaca 985	6.3
3	Primera	Ensilado	4am	3	vaca 985	6.1
4	Primera	Ensilado	4am	4	vaca 985	6
5	Primera	Ensilado	4am	5	vaca 985	6.2
6	Primera	Ensilado	4am	6	vaca 985	6.4
7	Primera	Ensilado	4am	7	vaca 985	6.2
8	Primera	concentrado	7am	1	vaca 985	6.4
9	Primera	concentrado	7am	2	vaca 985	6.2
10	Primera	concentrado	7am	3	vaca 985	6.3
11	Primera	concentrado	7am	4	vaca 985	6
12	Primera	concentrado	7am	5	vaca 985	5.9
13	Primera	concentrado	7am	6	vaca 985	6.2
14	Primera	concentrado	7am	7	vaca 985	6.4
15	Primera	past,cultivado	11am	1	vaca 985	6.2
16	Primera	past,cultivado	11am	2	vaca 985	6.3
17	Primera	past,cultivado	11am	3	vaca 985	6.2
18	Primera	past,cultivado	11am	4	vaca 985	5.8
19	Primera	past,cultivado	11am	5	vaca 985	5.7
20	Primera	past,cultivado	11am	6	vaca 985	6.3
21	Primera	past,cultivado	11am	7	vaca 985	6.3
22	Primera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 985	6.1
23	Primera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 985	6
24	Primera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 985	6.2
25	Primera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 985	5.9
26	Primera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 985	6
27	Primera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 985	6.2
28	Primera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 985	6.1
29	Primera	Ensilado	4am	1	vaca 1273	5.8
30	Primera	Ensilado	4am	2	vaca 1273	5.7
31	Primera	Ensilado	4am	3	vaca 1273	6
32	Primera	Ensilado	4am	4	vaca 1273	5.7
33	Primera	Ensilado	4am	5	vaca 1273	5.5
34	Primera	Ensilado	4am	6	vaca 1273	5.8
35	Primera	Ensilado	4am	7	vaca 1273	5.6
36	Primera	concentrado	7am	1	vaca 1273	5.9
37	Primera	concentrado	7am	2	vaca 1273	5.8
38	Primera	concentrado	7am	3	vaca 1273	6.1
39	Primera	concentrado	7am	4	vaca 1273	5.5



40	Primera	concentrado	7am	5	vaca 1273	5.8
41	Primera	concentrado	7am	6	vaca 1273	5.6
42	Primera	concentrado	7am	7	vaca 1273	5.8
43	Primera	past,cultivado	11am	1	vaca 1273	6
44	Primera	past,cultivado	11am	2	vaca 1273	5.9
45	Primera	past,cultivado	11am	3	vaca 1273	5.8
46	Primera	past,cultivado	11am	4	vaca 1273	5.6
47	Primera	past,cultivado	11am	5	vaca 1273	5.9
48	Primera	past,cultivado	11am	6	vaca 1273	5.9
49	Primera	past,cultivado	11am	7	vaca 1273	5.8
50	Primera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1273	5.9
51	Primera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1273	6
52	Primera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1273	5.9
53	Primera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1273	5.7
54	Primera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1273	5.9
55	Primera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1273	6
56	Primera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1273	5.9
57	Primera	Ensilado	4am	1	vaca 1052	6.3
58	Primera	Ensilado	4am	2	vaca 1052	6.2
59	Primera	Ensilado	4am	3	vaca 1052	6.4
60	Primera	Ensilado	4am	4	vaca 1052	6.2
61	Primera	Ensilado	4am	5	vaca 1052	6.5
62	Primera	Ensilado	4am	6	vaca 1052	6
63	Primera	Ensilado	4am	7	vaca 1052	6.1
64	Primera	concentrado	7am	1	vaca 1052	6.4
65	Primera	concentrado	7am	2	vaca 1052	6.3
66	Primera	concentrado	7am	3	vaca 1052	6.5
67	Primera	concentrado	7am	4	vaca 1052	6.4
68	Primera	concentrado	7am	5	vaca 1052	5.9
69	Primera	concentrado	7am	6	vaca 1052	6.3
70	Primera	concentrado	7am	7	vaca 1052	6.2
71	Primera	past,cultivado	11am	1	vaca 1052	6.2
72	Primera	past,cultivado	11am	2	vaca 1052	6.1
73	Primera	past,cultivado	11am	3	vaca 1052	5.9
74	Primera	past,cultivado	11am	4	vaca 1052	5.8
75	Primera	past,cultivado	11am	5	vaca 1052	6
76	Primera	past,cultivado	11am	6	vaca 1052	6.1
77	Primera	past,cultivado	11am	7	vaca 1052	6.2
78	Primera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1052	6.1
79	Primera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1052	6
80	Primera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1052	6.2
81	Primera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1052	6
82	Primera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1052	6.1
83	Primera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1052	5.9



84	Primera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1052	6.2
85	Primera	Ensilado	4am	1	vaca 1026	6
86	Primera	Ensilado	4am	2	vaca 1026	6.2
87	Primera	Ensilado	4am	3	vaca 1026	6.3
88	Primera	Ensilado	4am	4	vaca 1026	6.1
89	Primera	Ensilado	4am	5	vaca 1026	6.2
90	Primera	Ensilado	4am	6	vaca 1026	6
91	Primera	Ensilado	4am	7	vaca 1026	6.1
92	Primera	concentrado	7am	1	vaca 1026	6.3
93	Primera	concentrado	7am	2	vaca 1026	6.3
94	Primera	concentrado	7am	3	vaca 1026	6.2
95	Primera	concentrado	7am	4	vaca 1026	5.9
96	Primera	concentrado	7am	5	vaca 1026	5.8
97	Primera	concentrado	7am	6	vaca 1026	6.3
98	Primera	concentrado	7am	7	vaca 1026	6.1
99	Primera	past,cultivado	11am	1	vaca 1026	6.3
100	Primera	past,cultivado	11am	2	vaca 1026	6.4
101	Primera	past,cultivado	11am	3	vaca 1026	6.3
102	Primera	past,cultivado	11am	4	vaca 1026	5.7
103	Primera	past,cultivado	11am	5	vaca 1026	5.9
104	Primera	past,cultivado	11am	6	vaca 1026	6.2
105	Primera	past,cultivado	11am	7	vaca 1026	6
106	Primera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1026	6.1
107	Primera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1026	6.2
108	Primera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1026	6
109	Primera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1026	5.9
110	Primera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1026	6
111	Primera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1026	6.1
112	Primera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1026	5.9
113	Segunda	Ensilado	4am	1	vaca 1273	6.2
114	Segunda	Ensilado	4am	2	vaca 1273	5.8
115	Segunda	Ensilado	4am	3	vaca 1273	5.6
116	Segunda	Ensilado	4am	4	vaca 1273	5.6
117	Segunda	Ensilado	4am	5	vaca 1273	5.5
118	Segunda	Ensilado	4am	6	vaca 1273	5.5
119	Segunda	Ensilado	4am	7	vaca 1273	5.7
120	Segunda	concentrado	7am	1	vaca 1273	6.4
121	Segunda	concentrado	7am	2	vaca 1273	5.8
122	Segunda	concentrado	7am	3	vaca 1273	6.2
123	Segunda	concentrado	7am	4	vaca 1273	5.4
124	Segunda	concentrado	7am	5	vaca 1273	5.5
125	Segunda	concentrado	7am	6	vaca 1273	5.4
126	Segunda	concentrado	7am	7	vaca 1273	5.8
127	Segunda	past,cultivado	11am	1	vaca 1273	5.7



128	Segunda	past,cultivado	11am	2	vaca 1273	5.5
129	Segunda	past,cultivado	11am	3	vaca 1273	6
130	Segunda	past,cultivado	11am	4	vaca 1273	5.6
131	Segunda	past,cultivado	11am	5	vaca 1273	5.6
132	Segunda	past,cultivado	11am	6	vaca 1273	5.5
133	Segunda	past,cultivado	11am	7	vaca 1273	6
134	Segunda	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1273	5.6
135	Segunda	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1273	5.6
136	Segunda	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1273	5.8
137	Segunda	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1273	5.7
138	Segunda	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1273	5.8
139	Segunda	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1273	6
140	Segunda	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1273	6.1
141	Segunda	Ensilado	4am	1	vaca 1052	6.7
142	Segunda	Ensilado	4am	2	vaca 1052	6.4
143	Segunda	Ensilado	4am	3	vaca 1052	6.7
144	Segunda	Ensilado	4am	4	vaca 1052	6.2
145	Segunda	Ensilado	4am	5	vaca 1052	5.9
146	Segunda	Ensilado	4am	6	vaca 1052	6.3
147	Segunda	Ensilado	4am	7	vaca 1052	6.5
148	Segunda	concentrado	7am	1	vaca 1052	7
149	Segunda	concentrado	7am	2	vaca 1052	6.5
150	Segunda	concentrado	7am	3	vaca 1052	6.9
151	Segunda	concentrado	7am	4	vaca 1052	6.3
152	Segunda	concentrado	7am	5	vaca 1052	6.4
153	Segunda	concentrado	7am	6	vaca 1052	6.2
154	Segunda	concentrado	7am	7	vaca 1052	6.4
155	Segunda	past,cultivado	11am	1	vaca 1052	6.3
156	Segunda	past,cultivado	11am	2	vaca 1052	5.8
157	Segunda	past,cultivado	11am	3	vaca 1052	7.2
158	Segunda	past,cultivado	11am	4	vaca 1052	6.1
159	Segunda	past,cultivado	11am	5	vaca 1052	6.2
160	Segunda	past,cultivado	11am	6	vaca 1052	6.1
161	Segunda	past,cultivado	11am	7	vaca 1052	6.4
162	Segunda	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1052	6.2
163	Segunda	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1052	5.5
164	Segunda	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1052	6.5
165	Segunda	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1052	6
166	Segunda	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1052	6.1
167	Segunda	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1052	6
168	Segunda	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1052	6.2
169	Segunda	Ensilado	4am	1	vaca 1026	6.5
170	Segunda	Ensilado	4am	2	vaca 1026	6.7
171	Segunda	Ensilado	4am	3	vaca 1026	6.6



172	Segunda	Ensilado	4am	4	vaca 1026	6
173	Segunda	Ensilado	4am	5	vaca 1026	5.6
174	Segunda	Ensilado	4am	6	vaca 1026	6.3
175	Segunda	Ensilado	4am	7	vaca 1026	6.2
176	Segunda	concentrado	7am	1	vaca 1026	6.2
177	Segunda	concentrado	7am	2	vaca 1026	6.3
178	Segunda	concentrado	7am	3	vaca 1026	6.2
179	Segunda	concentrado	7am	4	vaca 1026	6.2
180	Segunda	concentrado	7am	5	vaca 1026	6.4
181	Segunda	concentrado	7am	6	vaca 1026	6.1
182	Segunda	concentrado	7am	7	vaca 1026	6.1
183	Segunda	past,cultivado	11am	1	vaca 1026	6.7
184	Segunda	past,cultivado	11am	2	vaca 1026	5.7
185	Segunda	past,cultivado	11am	3	vaca 1026	8.1
186	Segunda	past,cultivado	11am	4	vaca 1026	6.4
187	Segunda	past,cultivado	11am	5	vaca 1026	6.3
188	Segunda	past,cultivado	11am	6	vaca 1026	6.3
189	Segunda	past,cultivado	11am	7	vaca 1026	6.4
190	Segunda	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1026	6.1
191	Segunda	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1026	6
192	Segunda	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1026	5.5
193	Segunda	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1026	6.2
194	Segunda	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1026	5.9
195	Segunda	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1026	6
196	Segunda	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1026	6.2
197	Segunda	Ensilado	4am	1	vaca 985	6.6
198	Segunda	Ensilado	4am	2	vaca 985	6.5
199	Segunda	Ensilado	4am	3	vaca 985	6.7
200	Segunda	Ensilado	4am	4	vaca 985	5.8
201	Segunda	Ensilado	4am	5	vaca 985	6.1
202	Segunda	Ensilado	4am	6	vaca 985	6.4
203	Segunda	Ensilado	4am	7	vaca 985	6.6
204	Segunda	concentrado	7am	1	vaca 985	6.4
205	Segunda	concentrado	7am	2	vaca 985	6.6
206	Segunda	concentrado	7am	3	vaca 985	6.5
207	Segunda	concentrado	7am	4	vaca 985	6.2
208	Segunda	concentrado	7am	5	vaca 985	6.5
209	Segunda	concentrado	7am	6	vaca 985	6.3
210	Segunda	concentrado	7am	7	vaca 985	6.4
211	Segunda	past,cultivado	11am	1	vaca 985	5.9
212	Segunda	past,cultivado	11am	2	vaca 985	5.4
213	Segunda	past,cultivado	11am	3	vaca 985	7.5
214	Segunda	past,cultivado	11am	4	vaca 985	5.8
215	Segunda	past,cultivado	11am	5	vaca 985	6.1



216	Segunda	past,cultivado	11am	6	vaca 985	6.4
217	Segunda	past,cultivado	11am	7	vaca 985	6.2
218	Segunda	alim, Mixto	5pm	1	vaca 985	6
219	Segunda	alim, Mixto	5pm	2	vaca 985	6.5
220	Segunda	alim, Mixto	5pm	3	vaca 985	5.4
221	Segunda	alim, Mixto	5pm	4	vaca 985	5.7
222	Segunda	alim, Mixto	5pm	5	vaca 985	5.8
223	Segunda	alim, Mixto	5pm	6	vaca 985	6
224	Segunda	alim, Mixto	5pm	7	vaca 985	6.3
225	Tercera	Ensilado	4am	1	vaca 1052	6.5
226	Tercera	Ensilado	4am	2	vaca 1052	6.2
227	Tercera	Ensilado	4am	3	vaca 1052	6.4
228	Tercera	Ensilado	4am	4	vaca 1052	6.5
229	Tercera	Ensilado	4am	5	vaca 1052	6.7
230	Tercera	Ensilado	4am	6	vaca 1052	6.4
231	Tercera	Ensilado	4am	7	vaca 1052	6.6
232	Tercera	concentrado	7am	1	vaca 1052	6.6
233	Tercera	concentrado	7am	2	vaca 1052	6.4
234	Tercera	concentrado	7am	3	vaca 1052	6.3
235	Tercera	concentrado	7am	4	vaca 1052	6.2
236	Tercera	concentrado	7am	5	vaca 1052	6.7
237	Tercera	concentrado	7am	6	vaca 1052	6.7
238	Tercera	concentrado	7am	7	vaca 1052	6.5
239	Tercera	past,cultivado	11am	1	vaca 1052	6.5
240	Tercera	past,cultivado	11am	2	vaca 1052	6.2
241	Tercera	past,cultivado	11am	3	vaca 1052	6.2
242	Tercera	past,cultivado	11am	4	vaca 1052	6.8
243	Tercera	past,cultivado	11am	5	vaca 1052	6.1
244	Tercera	past,cultivado	11am	6	vaca 1052	6
245	Tercera	past,cultivado	11am	7	vaca 1052	6.2
246	Tercera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1052	6.3
247	Tercera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1052	6.2
248	Tercera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1052	6
249	Tercera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1052	6.3
250	Tercera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1052	6.1
251	Tercera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1052	6.1
252	Tercera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1052	6
253	Tercera	Ensilado	4am	1	vaca 1026	6.1
254	Tercera	Ensilado	4am	2	vaca 1026	6.2
255	Tercera	Ensilado	4am	3	vaca 1026	6.6
256	Tercera	Ensilado	4am	4	vaca 1026	6.4
257	Tercera	Ensilado	4am	5	vaca 1026	6.6
258	Tercera	Ensilado	4am	6	vaca 1026	6.6
259	Tercera	Ensilado	4am	7	vaca 1026	6.5



260	Tercera	concentrado	7am	1	vaca 1026	6
261	Tercera	concentrado	7am	2	vaca 1026	6.4
262	Tercera	concentrado	7am	3	vaca 1026	6.3
263	Tercera	concentrado	7am	4	vaca 1026	6.5
264	Tercera	concentrado	7am	5	vaca 1026	6.7
265	Tercera	concentrado	7am	6	vaca 1026	6.3
266	Tercera	concentrado	7am	7	vaca 1026	6.4
267	Tercera	past,cultivado	11am	1	vaca 1026	6.3
268	Tercera	past,cultivado	11am	2	vaca 1026	6.2
269	Tercera	past,cultivado	11am	3	vaca 1026	6.5
270	Tercera	past,cultivado	11am	4	vaca 1026	6.8
271	Tercera	past,cultivado	11am	5	vaca 1026	6.1
272	Tercera	past,cultivado	11am	6	vaca 1026	6.5
273	Tercera	past,cultivado	11am	7	vaca 1026	6.4
274	Tercera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1026	6.2
275	Tercera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1026	6
276	Tercera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1026	6.1
277	Tercera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1026	6.5
278	Tercera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1026	6.2
279	Tercera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1026	6.1
280	Tercera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1026	5.9
281	Tercera	Ensilado	4am	1	vaca 985	6.2
282	Tercera	Ensilado	4am	2	vaca 985	6.4
283	Tercera	Ensilado	4am	3	vaca 985	6.3
284	Tercera	Ensilado	4am	4	vaca 985	6.5
285	Tercera	Ensilado	4am	5	vaca 985	6.6
286	Tercera	Ensilado	4am	6	vaca 985	6.7
287	Tercera	Ensilado	4am	7	vaca 985	6.4
288	Tercera	concentrado	7am	1	vaca 985	6.3
289	Tercera	concentrado	7am	2	vaca 985	6.2
290	Tercera	concentrado	7am	3	vaca 985	6.4
291	Tercera	concentrado	7am	4	vaca 985	6.6
292	Tercera	concentrado	7am	5	vaca 985	6.7
293	Tercera	concentrado	7am	6	vaca 985	6.2
294	Tercera	concentrado	7am	7	vaca 985	6.3
295	Tercera	past,cultivado	11am	1	vaca 985	6.4
296	Tercera	past,cultivado	11am	2	vaca 985	5.9
297	Tercera	past,cultivado	11am	3	vaca 985	6
298	Tercera	past,cultivado	11am	4	vaca 985	6.7
299	Tercera	past,cultivado	11am	5	vaca 985	5.9
300	Tercera	past,cultivado	11am	6	vaca 985	5.8
301	Tercera	past,cultivado	11am	7	vaca 985	5.9
302	Tercera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 985	6.4
303	Tercera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 985	6.1



304	Tercera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 985	5.8
305	Tercera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 985	6.1
306	Tercera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 985	5.9
307	Tercera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 985	6
308	Tercera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 985	6
309	Tercera	Ensilado	4am	1	vaca 1273	5.8
310	Tercera	Ensilado	4am	2	vaca 1273	5.7
311	Tercera	Ensilado	4am	3	vaca 1273	6
312	Tercera	Ensilado	4am	4	vaca 1273	5.8
313	Tercera	Ensilado	4am	5	vaca 1273	6
314	Tercera	Ensilado	4am	6	vaca 1273	6
315	Tercera	Ensilado	4am	7	vaca 1273	6.3
316	Tercera	concentrado	7am	1	vaca 1273	6
317	Tercera	concentrado	7am	2	vaca 1273	5.8
318	Tercera	concentrado	7am	3	vaca 1273	6.1
319	Tercera	concentrado	7am	4	vaca 1273	5.9
320	Tercera	concentrado	7am	5	vaca 1273	5.9
321	Tercera	concentrado	7am	6	vaca 1273	6.3
322	Tercera	concentrado	7am	7	vaca 1273	6.2
323	Tercera	past,cultivado	11am	1	vaca 1273	6.1
324	Tercera	past,cultivado	11am	2	vaca 1273	5.9
325	Tercera	past,cultivado	11am	3	vaca 1273	5.6
326	Tercera	past,cultivado	11am	4	vaca 1273	6.6
327	Tercera	past,cultivado	11am	5	vaca 1273	5.5
328	Tercera	past,cultivado	11am	6	vaca 1273	5.7
329	Tercera	past,cultivado	11am	7	vaca 1273	5.6
330	Tercera	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1273	5.9
331	Tercera	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1273	6
332	Tercera	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1273	5.7
333	Tercera	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1273	5.8
334	Tercera	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1273	5.7
335	Tercera	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1273	5.6
336	Tercera	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1273	5.5
337	Cuarta	Ensilado	4am	1	vaca 1026	6.2
338	Cuarta	Ensilado	4am	2	vaca 1026	6.5
339	Cuarta	Ensilado	4am	3	vaca 1026	6.5
340	Cuarta	Ensilado	4am	4	vaca 1026	6.7
341	Cuarta	Ensilado	4am	5	vaca 1026	6.5
342	Cuarta	Ensilado	4am	6	vaca 1026	6.4
343	Cuarta	Ensilado	4am	7	vaca 1026	6.5
344	Cuarta	concentrado	7am	1	vaca 1026	6.2
345	Cuarta	concentrado	7am	2	vaca 1026	6.4
346	Cuarta	concentrado	7am	3	vaca 1026	6.3
347	Cuarta	concentrado	7am	4	vaca 1026	6.4



348	Cuarta	concentrado	7am	5	vaca 1026	6.4
349	Cuarta	concentrado	7am	6	vaca 1026	6.7
350	Cuarta	concentrado	7am	7	vaca 1026	6.6
351	Cuarta	past,cultivado	11am	1	vaca 1026	6.3
352	Cuarta	past,cultivado	11am	2	vaca 1026	6.3
353	Cuarta	past,cultivado	11am	3	vaca 1026	6.8
354	Cuarta	past,cultivado	11am	4	vaca 1026	6.4
355	Cuarta	past,cultivado	11am	5	vaca 1026	6.3
356	Cuarta	past,cultivado	11am	6	vaca 1026	6.4
357	Cuarta	past,cultivado	11am	7	vaca 1026	6.6
358	Cuarta	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1026	6
359	Cuarta	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1026	6.1
360	Cuarta	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1026	6.3
361	Cuarta	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1026	6.2
362	Cuarta	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1026	6.1
363	Cuarta	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1026	6.5
364	Cuarta	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1026	6.4
365	Cuarta	Ensilado	4am	1	vaca 985	6.5
366	Cuarta	Ensilado	4am	2	vaca 985	6.4
367	Cuarta	Ensilado	4am	3	vaca 985	6.6
368	Cuarta	Ensilado	4am	4	vaca 985	6.5
369	Cuarta	Ensilado	4am	5	vaca 985	6.5
370	Cuarta	Ensilado	4am	6	vaca 985	6.5
371	Cuarta	Ensilado	4am	7	vaca 985	6.5
372	Cuarta	concentrado	7am	1	vaca 985	6.4
373	Cuarta	concentrado	7am	2	vaca 985	6.2
374	Cuarta	concentrado	7am	3	vaca 985	6.5
375	Cuarta	concentrado	7am	4	vaca 985	6.5
376	Cuarta	concentrado	7am	5	vaca 985	6.4
377	Cuarta	concentrado	7am	6	vaca 985	6.5
378	Cuarta	concentrado	7am	7	vaca 985	6.4
379	Cuarta	past,cultivado	11am	1	vaca 985	6.1
380	Cuarta	past,cultivado	11am	2	vaca 985	6.2
381	Cuarta	past,cultivado	11am	3	vaca 985	6.1
382	Cuarta	past,cultivado	11am	4	vaca 985	6.3
383	Cuarta	past,cultivado	11am	5	vaca 985	6.1
384	Cuarta	past,cultivado	11am	6	vaca 985	6.2
385	Cuarta	past,cultivado	11am	7	vaca 985	6.2
386	Cuarta	alim, Mixto	5pm	1	vaca 985	5.7
387	Cuarta	alim, Mixto	5pm	2	vaca 985	5.7
388	Cuarta	alim, Mixto	5pm	3	vaca 985	5.9
389	Cuarta	alim, Mixto	5pm	4	vaca 985	5.8
390	Cuarta	alim, Mixto	5pm	5	vaca 985	6
391	Cuarta	alim, Mixto	5pm	6	vaca 985	6.1



392	Cuarta	alim, Mixto	5pm	7	vaca 985	5.9
393	Cuarta	Ensilado	4am	1	vaca 1273	5.6
394	Cuarta	Ensilado	4am	2	vaca 1273	5.7
395	Cuarta	Ensilado	4am	3	vaca 1273	5.8
396	Cuarta	Ensilado	4am	4	vaca 1273	5.8
397	Cuarta	Ensilado	4am	5	vaca 1273	5.6
398	Cuarta	Ensilado	4am	6	vaca 1273	5.7
399	Cuarta	Ensilado	4am	7	vaca 1273	6.3
400	Cuarta	concentrado	7am	1	vaca 1273	5.8
401	Cuarta	concentrado	7am	2	vaca 1273	5.9
402	Cuarta	concentrado	7am	3	vaca 1273	6.1
403	Cuarta	concentrado	7am	4	vaca 1273	6.1
404	Cuarta	concentrado	7am	5	vaca 1273	6
405	Cuarta	concentrado	7am	6	vaca 1273	5.6
406	Cuarta	concentrado	7am	7	vaca 1273	6.3
407	Cuarta	past,cultivado	11am	1	vaca 1273	5.8
408	Cuarta	past,cultivado	11am	2	vaca 1273	6
409	Cuarta	past,cultivado	11am	3	vaca 1273	6.1
410	Cuarta	past,cultivado	11am	4	vaca 1273	5.5
411	Cuarta	past,cultivado	11am	5	vaca 1273	5.8
412	Cuarta	past,cultivado	11am	6	vaca 1273	5.1
413	Cuarta	past,cultivado	11am	7	vaca 1273	6
414	Cuarta	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1273	5.8
415	Cuarta	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1273	5.8
416	Cuarta	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1273	5.7
417	Cuarta	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1273	5.6
418	Cuarta	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1273	5.9
419	Cuarta	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1273	5.5
420	Cuarta	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1273	5.9
421	Cuarta	Ensilado	4am	1	vaca 1052	6.5
422	Cuarta	Ensilado	4am	2	vaca 1052	6.3
423	Cuarta	Ensilado	4am	3	vaca 1052	6.4
424	Cuarta	Ensilado	4am	4	vaca 1052	6.1
425	Cuarta	Ensilado	4am	5	vaca 1052	6.3
426	Cuarta	Ensilado	4am	6	vaca 1052	6.2
427	Cuarta	Ensilado	4am	7	vaca 1052	6.4
428	Cuarta	concentrado	7am	1	vaca 1052	6.6
429	Cuarta	concentrado	7am	2	vaca 1052	6.4
430	Cuarta	concentrado	7am	3	vaca 1052	6.3
431	Cuarta	concentrado	7am	4	vaca 1052	6.1
432	Cuarta	concentrado	7am	5	vaca 1052	6.2
433	Cuarta	concentrado	7am	6	vaca 1052	6.3
434	Cuarta	concentrado	7am	7	vaca 1052	6.5
435	Cuarta	past,cultivado	11am	1	vaca 1052	6.1



436	Cuarta	past,cultivado	11am	2	vaca 1052	6.2
437	Cuarta	past,cultivado	11am	3	vaca 1052	6.4
438	Cuarta	past,cultivado	11am	4	vaca 1052	6.3
439	Cuarta	past,cultivado	11am	5	vaca 1052	5.9
440	Cuarta	past,cultivado	11am	6	vaca 1052	6.1
441	Cuarta	past,cultivado	11am	7	vaca 1052	6.3
442	Cuarta	alim, Mixto	5pm	1	vaca 1052	5.9
443	Cuarta	alim, Mixto	5pm	2	vaca 1052	6
444	Cuarta	alim, Mixto	5pm	3	vaca 1052	6.2
445	Cuarta	alim, Mixto	5pm	4	vaca 1052	5.9
446	Cuarta	alim, Mixto	5pm	5	vaca 1052	6
447	Cuarta	alim, Mixto	5pm	6	vaca 1052	6.1
448	Cuarta	alim, Mixto	5pm	7	vaca 1052	6.2