



Efecto de la altura de pastura sobre el pH ruminal y producción láctea en vacas Holstein, en una pradera de rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*)

Effect of pasture height on ruminal pH and milk production in Holstein cows, in a rye grass meadow – cajamarquino ecotype (*Lolium multiflorum*) and white clover (*Trifolium repens*)

Rojas-Vásquez, Zulema^{1*}

Gutiérrez-Arce, Felipe¹

Gutiérrez-Arce, Walter¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 29 Set. 2022 | **Aceptado:** 21 Dic. 2022 | **Publicado:** 20 Ene. 2023

Autor de correspondencia*: zrojasva@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. & Gutiérrez-Arce, W. (2023). Efecto de la altura de pastura sobre el pH ruminal y producción láctea en vacas Holstein, en una pradera de rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 3(1), e400.

<https://doi.org/10.51252/revza.v3i1.400>

RESUMEN

Se propuso determinar el efecto de la altura de pastura sobre pH ruminal y producción láctea en vacas Holstein alimentadas en praderas de rye grass y trébol blanco, en Cajamarca. Se determinó altura de la pastura, pH ruminal y producción láctea. Las vacas pastorearon una semana en cada tratamiento de altura (T1 –baja: 12 cm; T2 –medio: 17 cm; T3 –alta: 23 cm) y los últimos días se registraron las variables en estudio. Se utilizó cuadrado latino 3 x 3, con tres vacas que rotaron durante tres semanas. Los tratamientos afectaron significativamente ($P < 0,05$) el pH ruminal, a mayor altura de pastura, mayores valores de pH (4,92; 5,02 y 5,37, respectivamente). Se observó un efecto importante de la semana, aumentado significativamente conforme estas avanzaban (semana 1: 4,87; semana 2: 5,17; semana 3: 5,28). La hora presentó un significativo efecto sobre el pH, porque al iniciar el pastoreo presentaban mayor pH que al finalizar (Hora 1: 5,52; hora 2: 4,69). Finalmente, la producción de leche no se vio afectada por el tratamiento aplicado (altura baja: 18,25; media: 18,07; alta: 18,18 l/vaca/día). Se concluye que la altura de pastura afectó el pH ruminal, más no la producción láctea.

Palabras clave: fermentación ruminal; leche; pH del rumen; tamaño de pastura

ABSTRACT

It was proposed to determine the effect of pasture height on ruminal pH and milk production in Holstein cows fed on rye grass and white clover pastures, in Cajamarca. Pasture height, ruminal pH and milk production were determined. The cows grazed one week in each height treatment (T1 –low: 12 cm; T2 –medium: 17 cm; T3 –high: 23 cm) and the variables under study were recorded on the last days. A 3 x 3 Latin square was used, with three cows that rotated for three weeks. The treatments significantly affected ($P < 0.05$) the rumen pH, the higher the pasture height, the higher the pH values (4.92; 5.02 and 5.37, respectively). A significant effect of week was observed, increasing significantly as weeks progressed (week 1: 4.87; week 2: 5.17; week 3: 5.28). The hour had a significant effect on the pH, because at the beginning of grazing they had a higher pH than at the end (Hour 1: 5.52; hour 2: 4.69). Finally, milk production was not affected by the applied treatment (low height: 18.25; medium: 18.07; high: 18.18 l/cow/day). It is concluded that the pasture height affected the ruminal pH, but not the milk production.

Keywords: rumen fermentation; milk; rumen pH; pasture size



1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche sobre la base de pasturas es la que predomina en nuestra región, una de las principales cuencas lecheras del país. Y a nivel departamental, el mayor número de productores agropecuarios se encuentra en Cajamarca, con 340 000 productores (INEI, 2012); razón por la cual es importante estudiar la respuesta animal en función a las características de la pastura recibida. Estas funciones de respuesta se dan a nivel de pH ruminal y producción de leche; indicadores que permiten definir la capacidad del animal para cosechar y utilizar la pastura (Sanches et al., 2015).

En relación a la fermentación ruminal, la pastura juega un papel importante, dado que su estructura determina la eficiencia de su utilización por parte de los microorganismos ruminales (Galindo-Blanco et al., 2018). Se debe tener en cuenta que el estudio de las interacciones de todos estos factores busca lograr aumentar la producción de leche, fin principal de esta actividad pecuaria (Pérez-Ruchel et al., 2017).

Es importante señalar que este tipo de información ha sido poco generada en nuestra región, es por ello que la respuesta al problema de investigación no deja de ser novedoso, debido a que responde a las condiciones de nuestra región. De la misma manera, el presente estudio es relevante porque une de manera integrada aspectos que otros estudios no han considerado, como la fermentación ruminal y producción láctea, a distintos tratamientos de altura de pastura en un potrero tradicional de la región (asociación rye grass y trébol). Al respecto, Gutiérrez Arce (2011), al estudiar tres alturas de pasturas distintas y su efecto en el pH ruminal, reportó que al inicio de la sección de pastoreo es visible un aumento de pH; y al finalizar la sesión de pastoreo se observa un marcado descenso.

1.1. Altura de la pastura y fermentación ruminal

Se ha encontrado que a lo largo del día la concentración de amoníaco va aumentando, coincidiendo con el patrón de pastoreo de los animales, donde en horas de la noche se reduciría el consumo de forraje disminuyendo la concentración de amoníaco (Mattiauda Mele, 2018; Xia et al., 2018). Asimismo, afirman que las características del ambiente ruminal es producto de las propiedades fermentativas del forraje y del patrón de consumo mostrado por los animales y no tanto del tipo y nivel de alimentación utilizada (Ramos-Juárez et al., 2021).

Al respecto, cuando se estudiaron las características físico - químicas de las pasturas y su efecto en la fermentación ruminal, se registraron valores más bajos de pH de 2 a 6 horas después de la ingesta, dependiendo de la dieta y la velocidad de ingestión (Li et al., 2020; Rojas Vásquez, 2018).

Además, el pH ruminal guarda una relación con el desarrollo promedio de los microorganismos y esta relación es un componente importante en los modelos desarrollados para estimar la utilización de los nutrientes (Ibrahim et al., 2021; Jameel, 2020). Por esto y por lo dicho anteriormente, se puede decir que el pH guarda una estrecha relación con las características de la pastura.

1.2. Altura de la pastura y producción láctea

La rentabilidad de la producción de leche en las zonas tropicales se sustenta en las prácticas de manejo de los pastos, los cuales constituyen la fuente de nutrimentos más económica que puede consumir un rumiante (Fariña & Chilibroste, 2019; Cedeño Vera & Loor Loor, 2017).

Existen diferentes especies de pastos C3 de clima templado como ryegrass, festucas y Phalaris que han sido introducidas en ciertas regiones del trópico donde la altitud, temperatura, irradiación solar y horas luz permiten su adaptación (Sollenberger, 2021; Hernández-Castellano et al., 2019). Y en asociación con leguminosas, se han utilizado como alternativa para aumentar la producción de carne y leche de animales en pastoreo. Las leguminosas contribuyen a incrementar la calidad del forraje ingerido por los animales en forma directa (consumo por el animal) e indirecta (nitrógeno para la gramínea acompañante).

Adicionalmente las leguminosas contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo dado su capacidad de fijar nitrógeno y de ser eficientes en el reciclaje de nutrientes (N, P, Ca) (Mahmud et al., 2020; Chen et al., 2019).

Dentro de los sistemas de alimentación basados en el uso de especies herbáceas en pastoreo se pueden identificar tres componentes que afectan la proteína en la leche, los cuales incluyen el efecto de la oferta o disponibilidad de forraje, el efecto del tipo y la edad de corte del forraje y la suplementación (Alothman et al., 2019; Johansen et al., 2018).

Algunos autores reportan que un incremento en la oferta de forraje aumenta la producción de leche, concentración de proteína cruda y caseína en la leche (Hennessy et al., 2020; Hanrahan et al., 2018), mientras otros estudios reportan incrementos únicamente en producción de leche (Keim et al., 2020; Macdonald et al., 2017). El efecto positivo de una mayor oferta sobre el volumen y la calidad de la leche ha sido asociado a un mayor consumo de materia seca (MS) lo cual conlleva a un mayor consumo de energía (Arnold, 2018; Greenwood et al., 2017). Por todo ello, se considera que la calidad de la pastura afectará la composición de la leche en la medida que altere el plano nutricional de las vacas y esto se confirma al observar que cuanto más avanzado esté el estado de crecimiento de la pastura, será mayor la pérdida en la calidad del forraje ofrecido y por ende se verá afectada la producción y composición de la leche (Alothman et al., 2019).

Por lo dicho, existen muy pocos estudios que aporten a resolver este problema en condiciones propias de nuestra zona, aspecto que resalta la novedad en el aporte de información de este trabajo, dado que la investigación nos permitirá reformular y/o sustentar el manejo de pasturas conociendo un nivel óptimo de altura. Por lo tanto, es necesario conocer todos los componentes y procesos que ocurren en cada uno de ellos, durante el proceso de conversión de la materia verde en leche, desde el pastoreo, pasando por la fermentación ruminal y la producción láctea. Por ello, se necesita conocer y manejar esos datos, dada su gran aplicabilidad en nuestra región por ser agropecuaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y período experimental

Desarrollamos el presente trabajo en el fundo Tartar de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, parte sur - oeste del distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca – Perú. El período de ejecución fue durante el mes de septiembre de 2017.

2.2. Material experimental

Utilizamos 3 animales (vacas Holstein de tercer parto), de $430 \pm 11,0$ kg de peso vivo y provistas de cánula ruminal, para la extracción de líquido ruminal (para estudio de pH). Éstas, eran encerradas al terminar el ordeño de la tarde.

2.3. Tratamientos

Utilizamos tres tratamientos de altura de la pastura:

- Tratamiento 1 (T1 – Bajo): Altura de planta de 12 cm.
- Tratamiento 2 (T2 – M) : Altura de planta de 17 cm.
- Tratamiento 3 (T3 – A) : Altura de planta de 23 cm.

2.4. Pastura

Trabajamos en una pradera de segundo año, con pasturas de 45 días de crecimiento y las alturas deseadas para iniciar el experimento fueron conseguidas a través del pastoreo de animales, diferentes a las que se

utilizaron en el experimento. Recalamos que la pastura de todos los tratamientos tuvo los mismos días de crecimiento debido a que la única variable a evaluar era altura de la pastura.

2.5. Diseño experimental

Las variables asociadas a los animales tales como el pH ruminal y producción de leche, fueron evaluadas en un diseño experimental de Cuadrado Latino 3 x 3. Se contaron con tres potreros (dados por la altura de la pastura) y tres unidades experimentales (vacas), una por potrero.

Las medias de mínimos cuadrados estimadas las comparamos por prueba de probabilidad de Tukey – Kramer ($p < 0,05$). Para el cumplimiento del diseño, colocamos cada vaca en cada uno de los potreros, siendo rotadas entre los potreros cada 7 días, de los cuales 5 fueron destinados para la adaptación de la nueva parcela y los últimos dos días se destinaron para la toma de muestra (Figura 1).

La alimentación de los animales fue únicamente en base a pastura, restringiéndoles en concentrado durante la etapa de experimentación.

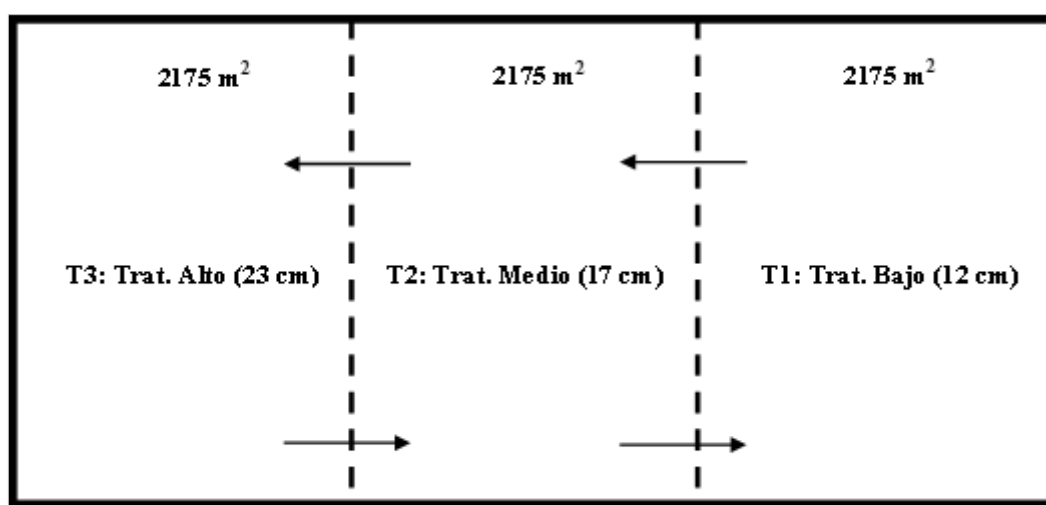


Figura 1. Descripción espacial de los tratamientos y del diseño estadístico del experimento

2.6. Determinaciones

2.6.1. Pastura

Forraje disponible

Expresamos en kg de materia seca (MS) y forraje verde. Estimamos por tratamiento, al comienzo y fin del período experimental. Determinamos el forraje disponible por el método del m². Para ello, se tomaron varios puntos al azar donde fue arrojado un cuadrado de 1 m² de área y procedimos al corte para ser pesado con balanza de mano; luego obtuvimos el promedio de todos los puntos y teniendo el rendimiento por m², proyectamos a toda el área para conocer el rendimiento total.

Altura de la pastura

Expresamos las medidas en centímetros (cm). Medimos la altura de la pastura por potrero una vez por semana, durante el período experimental. Para esto utilizamos una regla graduada en cm, marcamos las lecturas cada 5 pasos y caminando en zigzag, siendo el criterio empleado para el registro de la altura, el toque de la regla con la hoja más alta sin perturbar la pastura, adaptado del método “HFRO sward stick” de Barthram (1985).

Composición química de la pastura

Tomamos una muestra de aproximadamente 2 kg del forraje existente en los cuadros disponibles, para luego ser pesado en fresco y secado en estufa (FALC Modelo F720, 5,4 litros) durante 48 horas a 60°C y pesado en seco. La determinación del porcentaje de MS lo realizamos en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Posteriormente, la muestra de pasto seco fue enviada al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas para la determinación por análisis proximal.

Animales

La producción de leche lo registramos diariamente, en litros de leche, con una balanza tipo péndulo, durante los dos ordeños (5:30 a.m. y 3:30 p.m.). El tipo de ordeño que utilizamos en este fundo es manual.

Para el pH ruminal, tomamos muestras del licor ruminal del saco ventral del rumen para determinar el pH; esta actividad lo realizamos dos veces por semana y en dos momentos del día: a las 7:30 horas (inicio pastoreo) y 12:30 horas (próximo al final del pastoreo).

2.7. Análisis estadísticos

En la pastura

La estadística relacionada con el estudio de altura, rendimiento y calidad de pastura se presentan de manera descriptiva.

En los animales

La variable de pH ruminal fue analizada usando un modelo con medidas repetidas en el tiempo (Proc Mixed, SAS versión 9.1). Las medias de mínimos cuadrados estimadas para los efectos fijos de los Tratamientos del momento de muestreo y sus interacciones, los comparamos por prueba de probabilidad Tukey-Kramer ($p < 0,05$). Modelamos la estructura de covarianza con la opción AR1.

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + f_j + c_k + \delta_{ijk} + \gamma_l + (\tau\gamma)_{il} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

y_{ijkl} : Es el valor para la característica en estudio con el efecto del Tratamiento i , en la semana j , para la vaca k , en la hora l .

μ : Es el promedio poblacional de la variable respuesta.

τ_i : Es el efecto del Tratamiento "i", con $i = 1, 2, 3$.

f_j : Es el efecto de la semana "j", con $j = 1, 2, 3$.

c_k : Es el efecto de la vaca "k", con $k = 1, 2, 3$.

δ_{ijk} : Es el error asociado a las unidades experimentales.

γ_l : Es el efecto de la hora de muestreo "l", con $l = 1, 2$.

$(\tau\gamma)_{il}$: Es el efecto de la interacción Tratamiento por hora.

ε_{ijkl} : Es el error asociado en cada medida repetida (dentro de la unidad experimental).

La variable producción de leche lo analizamos con un modelo lineal utilizando el Proc GLM del SAS (versión 9.1).

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + f_j + c_k + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

y_{ijkl} : Es el valor para la variable en estudio con el efecto del Tratamiento i , en la semana j , para la vaca k .

μ : Es el promedio poblacional de la variable respuesta.

τ_i : Es el efecto del Tratamiento “ i ”, con $i = 1, 2, 3$.

f_j : Es el efecto de la semana “ j ”, con $j = 1, 2, 3$.

c_k : Es el efecto de la vaca “ k ”, con $k = 1, 2, 3$.

ϵ_{ijkl} : Es el error asociado con la lectura del i -ésimo Tratamiento, en la j -ésima semana y en la k -ésima vaca.

3. RESULTADOS

3.1. Forraje disponible

Tanto al iniciar (3099,4 kg FV) como al finalizar el experimento (724,3 kg FV), fue el tratamiento Alto (T3) el que mostró mayor forraje disponible, a diferencia del tratamiento Bajo (T1) que mostró el menor, también al inicio (942,5 kg FV) y fin (363,2 kg FV) del experimento (Tabla 1). En este mismo cuadro se puede observar el porcentaje de pastura desaparecido durante el experimento, siendo superior en el tratamiento Alto (T3: 76,7%) e inferior en el tratamiento Bajo (T1: 61,5%).

Tabla 1.

Altura (cm) y forraje disponible (kg MS) por tratamiento, al inicio (cm) y al final (cm) del experimento

Etapas experimento	Alto (23 cm)	Medio (17 cm)	Bajo (12 cm)	TOTAL
Inicio	753,2	519,4	203,6	1476,2
Final	176,8	137,7	82,4	396,9
Desaparecido (kg)	576,4	381,7	121,2	1079,3
Desaparecido (%)	76,5	73,5	59,5	73,1

Estos resultados podrían explicarse por la influencia de la distribución vertical de MS (Li et al., 2020), dado que, a mayor altura, se tendría mayor contenido de MS y por lo tanto mayor disponibilidad de pastura. Esta afirmación se ve reforzada por el hecho de que la distribución horizontal de la pastura en estudio fue bastante homogénea.

En este sentido, Fariña & Chilibróste (2019) halló una correlación bastante alta entre altura de pastura y cantidad de forraje, por encima de los 5 cm. Asimismo, Gutiérrez Arce (2011) mostró que, a mayor altura, mayor producción de pastura (13 cm: 2322 kg MS/ha), a diferencia de alturas menores (3 cm: 991 kg MS/ha).

Finalmente, Cedeño Vera & Looor Looor (2017) confirman lo dicho al encontrar que la biomasa aumentó conforme se incrementó la altura de corte, explicando este fenómeno en el tamaño de la hoja y al incremento de material senescente y en descomposición.

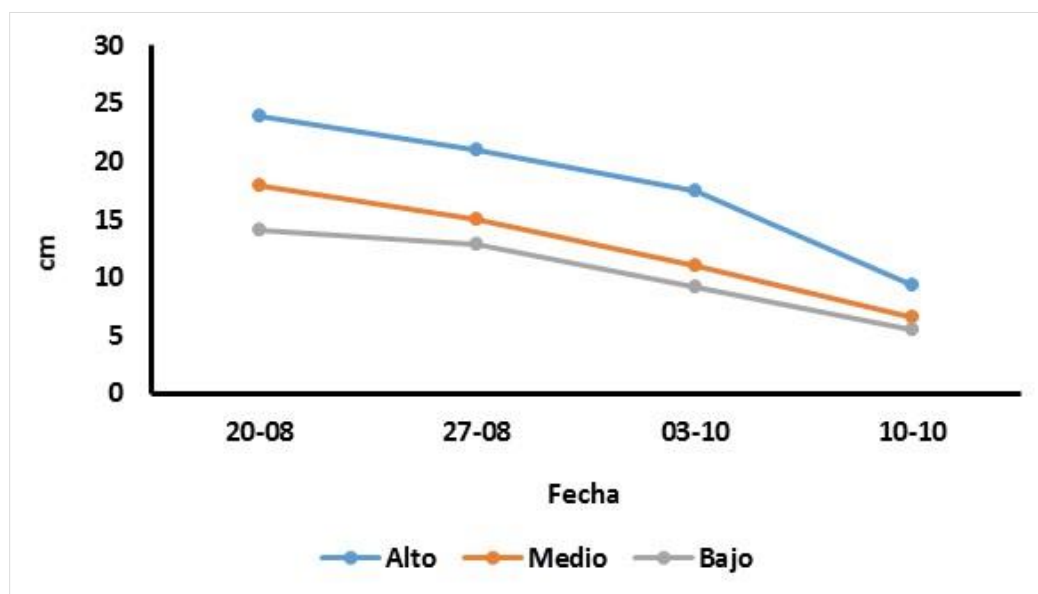
3.2. Altura de pastura

En la Tabla 2 se muestra que el Tratamiento Alto (T3) siempre dejó ver una mayor altura de pastura que el tratamiento Bajo (T1) (en promedio: 17,7 cm y 9,4 cm; respectivamente).

Tabla 2.*Altura de la pastura (cm) por tratamiento, a lo largo de la etapa de experimentación*

Fecha	Alto (23 cm)	Medio (17 cm)	Bajo (12 cm)
20-08	23,0	17,0	12,0
27-08	21,0	15,1	10,9
03-10	17,5	11,1	9,2
10-10	9,4	6,7	5,6
Promedio	17,7	12,5	9,4

Cabe mencionar que las alturas, indistintamente del tratamiento, siempre mostraron el mismo comportamiento descendente a lo largo del período de experimentación (Figura 2).

**Figura 2.** *Altura de la pastura (cm) por tratamiento, a lo largo de la etapa de experimentación*

Con respecto al comportamiento persistente de la pastura con respecto a la altura, Gutiérrez Arce (2011) señala que uno de los factores que determinan la persistencia de la pastura es la altura, ello habría permitido que el tratamiento alto empezó y terminó siendo el tratamiento con mayor altura de pastura, de igual modo el tratamiento bajo.

Además, en potreros donde la densidad de la pastura es homogénea, la mayor disponibilidad de forraje implica una mayor área de selección por parte del animal, por lo que al haber mayores lugares donde se seleccionan, el consumo es mayormente vertical y no horizontal (Fariña & Chilbroste, 2019).

3.3. Composición química de la pastura

Con respecto a la calidad de la pastura, el tratamiento Alto (T3) mostró más fibra que el tratamiento Bajo (T1) al inicio (23,5 % vs 16,8 %) y al final del experimento (21,7 % vs 18,7 %). También el Tratamiento Alto (T3) mostró menor contenido de proteína que el tratamiento Bajo (T1), al inicio (13,5 % vs 16,2 %) y al final del experimento (11,0 % vs 12,3 %) (Tabla 3).

Tabla 3.*Composición química de la pastura, para cada tratamiento, al inicio y al finalizar el experimento*

Tratamiento / Etapa experimental	MS%	H%	Ce%	FC %	EE%	PT%	ELN%	EB (kcal/kg)
I (12cm) - Inicio	23,6	6,3	8,6	16,8	1,9	16,2	46,1	4,6
II (17cm) - Inicio	22,4	5,9	9,4	17,8	2,3	14,8	49,4	4,5

III (23cm) – Inicio	24,3	6,0	9,0	23,5	1,9	13,5	50,5	4,5
I (12cm) – Fin	22,7	6,1	10,8	18,7	1,9	12,3	50,1	4,6
II (17cm) – Fin	23,8	4,7	9,8	20,0	2,0	12,3	49,5	4,4
III (23cm) – Inicio	24,4	4,8	7,9	21,7	2,2	11,0	54,1	4,4

Estos resultados podrían estar explicados por lo que reporta Van Soest & Wine (1967), cuando mencionan que el valor nutritivo del forraje está afectado por la edad a la cual es evaluado, dado que a medida que el pasto madura, se incrementa el contenido de MS y el contenido de Fibra Cruda (FC), mientras que la Proteína Cruda (PC) disminuye (Tabla 3). También, Hernández-Castellano et al. (2019) encontraron que el contenido de fibra bruta aumentó linealmente ($p < 0,001$) con la edad de rebrote. Siendo las pasturas de la misma edad.

3.4. pH ruminal

Para el caso del pH ruminal, fue significativo el efecto del Tratamiento ($p < 0,05$), de la semana ($p < 0,05$) y de la hora ($p < 0,05$), más no hubo efecto de la interacción Tratamiento*Hora ($p = 0,12$). Para el caso de los Tratamientos, el mayor pH se dio en Alto (5,37), seguido del Medio (5,02) y el Bajo mostró el pH más bajo (4,92) (Figura 3).

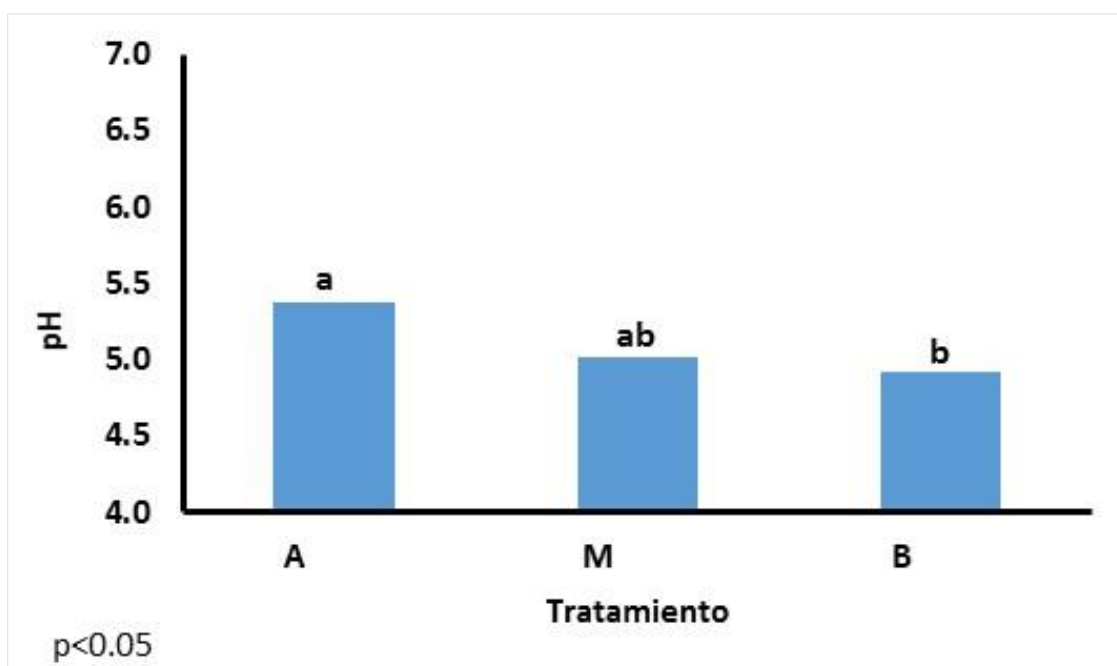


Figura 3. pH ruminal para cada tratamiento

En relación a semanas, la Figura 4 muestra que el pH fue aumentando conforme estas transcurrían, por ello la semana 1 registró el pH más bajo (4,87) que fue aumentando en la semana 2 (5,17) para finalizar en su valor más alto (5,28) en la semana 3.

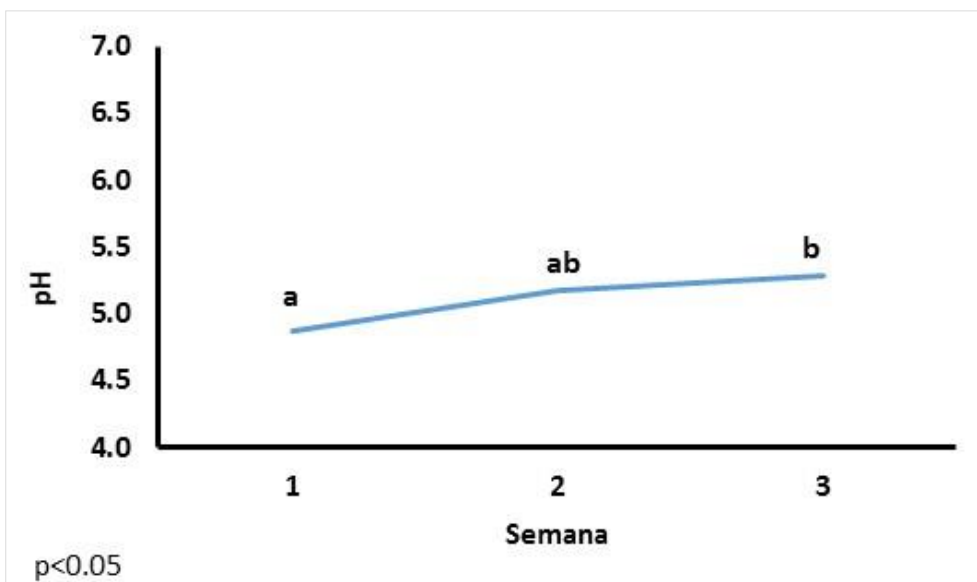


Figura 4. pH ruminal a lo largo de las semanas de experimentación

Finalmente, notamos que la hora 1 (7:30 a.m.) registró el pH más alto, para después descender significativamente en la hora 2 (12:30 p.m.) (Figura 5).

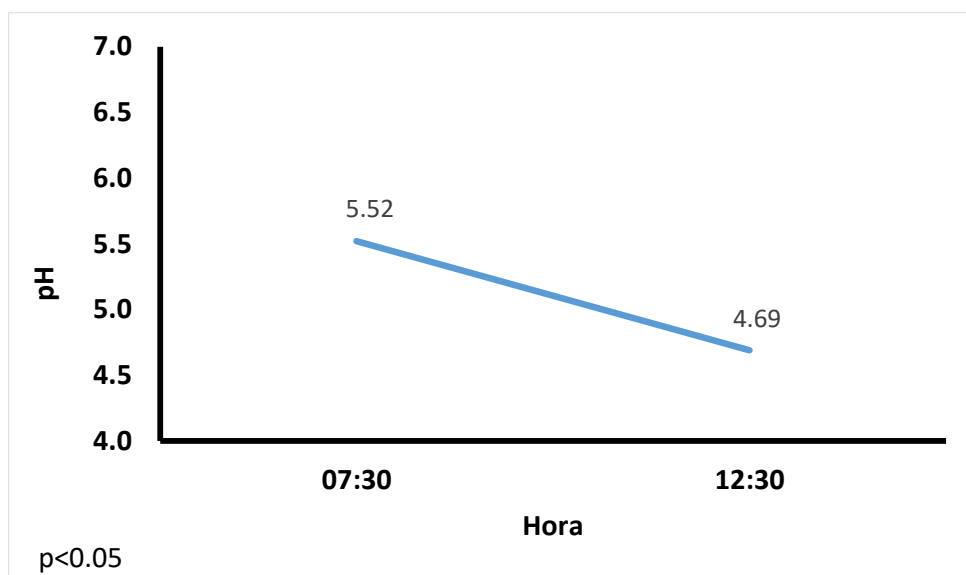


Figura 5. pH ruminal a lo largo de las horas de pastoreo

Para entender el efecto del tratamiento, nos remitimos al cuadro 3 y observamos que el tratamiento alto presentó más nivel de Fibra Cruda. Esto habría determinado un pH más alto, dado que como explica Gutiérrez Arce (2011), bajos niveles de fibra resultan en reducción del pH ruminal. Esto es debido a que, a mayor contenido en fibra, mayor tiempo de masticación y en consecuencia mayor secreción de saliva (Mattiauda Mele, 2018). La saliva es una sustancia tampón que evita la disminución del pH ruminal.

Para explicar el efecto de la semana, tendríamos que considerar que los cambios en la estructura de la pastura podrían haber determinado pH distintos. Estos cambios en la estructura (altura o densidad), habría permitido que el animal seleccione las pasturas más altas en cada semana o hayan consumido material senescente con mayor contenido de fibra y, por lo tanto, haya afectado significativamente el pH ruminal.

La hora del muestreo tuvo un efecto significativo, empezando con valores altos al inicio del día (5,52) debido probablemente al efecto de la producción de saliva durante la rumia nocturna (Xia et al., 2018), para

luego ir descendiendo durante el pastoreo (4,69). Li et al. (2020) señala el efecto de las altas concentraciones de carbohidratos solubles en las pasturas en el descenso del pH ruminal.

3.5. Producción de leche

No se dieron diferencias significativas entre los tratamientos para este indicador ($p=0,89$). El tratamiento Bajo (T1) mostró una producción de 18,25 l/vaca/día, el Medio (T2), 18,07 l/vaca/día y el Alto (T3), 18,18 l/vaca/día (Figura 6). Es posible que el tiempo de experimentación haya sido muy corto para que se pueda manifestar algún tipo de diferencia significativa en esta variable.

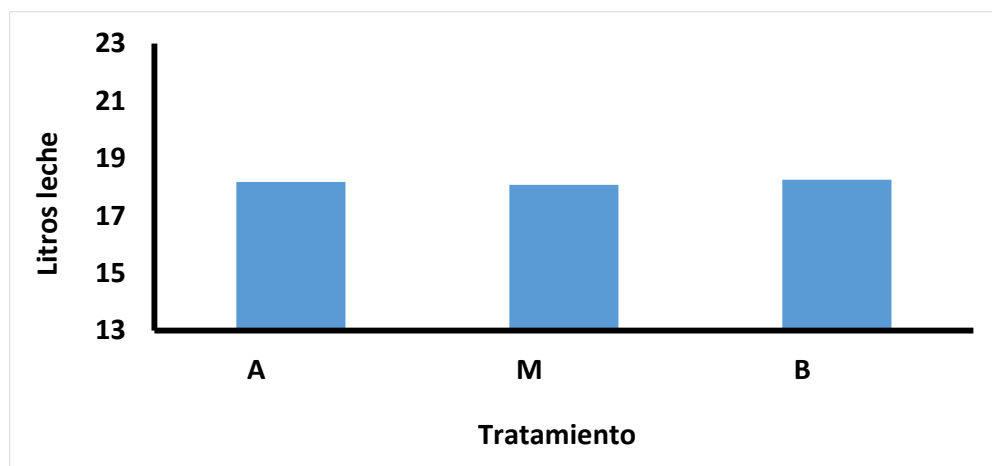


Figura 6. Producción de leche (litros/vaca/día) por tratamiento

4. CONCLUSIONES

Concluimos que los tratamientos afectaron significativamente el pH ruminal ($p<0,05$), también observamos un efecto importante de la semana ($p<0,05$); finalmente la hora también presentó un significativo efecto sobre el pH, dado que al iniciar el pastoreo presentaban mayor pH que al finalizarlo. Asimismo, la producción de leche no se vio afectada por los tratamientos.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

AGRADECIMIENTO

Al doctor José Niño Ramos, docente de la Universidad Nacional de Cajamarca, por el apoyo brindado durante la ejecución del Trabajo de Investigación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

Curación de datos: Rojas-Vásquez, Z. y Gutiérrez-Arce, F.

Análisis formal: Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

Investigación: Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

Metodología: Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

Supervisión: Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

Validación: Rojas-Vásquez, Z.

Redacción - borrador original: Rojas-Vásquez, Z. y Gutiérrez-Arce, F.

Redacción - revisión y edición: Gutiérrez-Arce, F. y Gutiérrez-Arce, W.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alothman, M., Hogan, S. A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M. A., & O'Callaghan, T. F. (2019). The "Grass-Fed" Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
- Arnold, G. W. (2018). Regulation of Forage Intake. In *Bioenergetics Of Wild Herbivores* (1st ed.). CRC Press.
- Barthram, G. T. (1985). *Experimental Techniques: The HFRO Sward Stick* (1st ed.). Hill Farming Research Organisation.
- Cedeño Vera, M. L., & Loor Loor, A. A. (2017). *Influencia de la carga instantánea en los indicadores de producción de leche (UDIV) del hato bovino pasto y forraje ESPAM MFL* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/528>
- Chen, J., Shen, W., Xu, H., Li, Y., & Luo, T. (2019). The Composition of Nitrogen-Fixing Microorganisms Correlates With Soil Nitrogen Content During Reforestation: A Comparison Between Legume and Non-legume Plantations. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00508>
- Fariña, S. R., & Chilibroste, P. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems*, 176, 102631. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>
- Galindo-Blanco, J., Rodríguez-García, I., González-Ibarra, N., García-López, R., & Herrera-Villafranca, M. (2018). Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray: efecto en la población microbiana ruminal de vacas. *Pastos y Forrajes*, 41(4), 254–260. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000400006
- Greenwood, P. L., Paull, D. R., McNally, J., Kalinowski, T., Ebert, D., Little, B., Smith, D. V., Rahman, A., Valencia, P., Ingham, A. B., & Bishop-Hurley, G. J. (2017). Use of sensor-determined behaviours to develop algorithms for pasture intake by individual grazing cattle. *Crop and Pasture Science*, 68(12), 1091. <https://doi.org/10.1071/CP16383>
- Gutiérrez Arce, F. B. (2011). *Efecto de la condición de la pastura sobre el patrón de ingestión, fermentación ruminal y producción de leche de vacas Holando pastoreando una pradera en base a festuca (Festuca arundinacea CV. quantum) de tercer año* [Universidad de la República]. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1306070>
- Hanrahan, L., McHugh, N., Hennessy, T., Moran, B., Kearney, R., Wallace, M., & Shalloo, L. (2018). Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 5474–5485. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13223>
- Hennessy, D., Delaby, L., van den Pol-van Dasselaar, A., & Shalloo, L. (2020). Increasing Grazing in Dairy Cow Milk Production Systems in Europe. *Sustainability*, 12(6), 2443. <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- Hernández-Castellano, L. E., Nally, J. E., Lindahl, J., Wanapat, M., Alhidary, I. A., Fangeiro, D., Grace, D., Ratto, M., Bambou, J. C., & de Almeida, A. M. (2019). Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. *Tropical Animal Health and Production*, 51(5), 1009–1017. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01866-6>
- Ibrahim, N. A., Alimon, A. R., Yaakub, H., Samsudin, A. A., Candyryne, S. C. L., Wan Mohamed, W. N., Md Noh, A., Fuat, M. A., & Mookiah, S. (2021). Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation

- and microbial population in ruminant: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 53(4), 422. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02863-4>
- INEI. (2012). *Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2012*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/censo-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estadística-e-informática>
- Jameel, Z. M., & Al-Bayati, M. H. R. (2020). Effect of Feeding Panicum (Mombasa) on Flora Microorganisms in Rumen Sheep. *Journal of Agricultural, Environmental*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.A110120>
- Johansen, M., Lund, P., & Weisbjerg, M. R. (2018). Feed intake and milk production in dairy cows fed different grass and legume species: a meta-analysis. *Animal*, 12(1), 66–75. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001215>
- Keim, J. P., Daza, J., Beltrán, I., Balocchi, O. A., Pulido, R. G., Sepúlveda-Varas, P., Pacheco, D., & Berthiaume, R. (2020). Milk production responses, rumen fermentation, and blood metabolites of dairy cows fed increasing concentrations of forage rape (*Brassica napus* ssp. *Biennis*). *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9054–9066. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18785>
- Li, C., Beauchemin, K. A., & Yang, W. (2020). Feeding diets varying in forage proportion and particle length to lactating dairy cows: I. Effects on ruminal pH and fermentation, microbial protein synthesis, digestibility, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4340–4354. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17606>
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Lancaster, J. A. S., Bryant, A. M., Kidd, J. M., & Roche, J. R. (2017). Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6602–6619. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12497>
- Mahmud, K., Makaju, S., Ibrahim, R., & Missaoui, A. (2020). Current Progress in Nitrogen Fixing Plants and Microbiome Research. *Plants*, 9(1), 97. <https://doi.org/10.3390/plants9010097>
- Mattiauda Mele, D. A. (2018). *Adaptación de vacas lecheras a estrategias integradas de manejo del pastoreo y suplementación : conducta en pastoreo, fermentación ruminal y producción* [Universidad de la República]. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/29314>
- Pérez-Ruchel, A., Repetto, J., & Cajarville, C. (2017). Comportamiento ingestivo y ambiente ruminal de ovinos alimentados únicamente con una pastura en estabulación o a pastoreo. *Veterinaria (Montevideo)*, 53(207), 32–38. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092017000300044
- Ramos-Juárez, J. A., Martínez-Urbina, E., Izquierdo-Reyes, F., Aranda-Ibañez, E. M., Vargas-Villamil, L. M., Hernández-Sánchez, D., & Joaquín-Torres, B. M. (2021). Efecto de Suplementos Fermentados con Pollinaza sobre el consumo y degradación del pasto Cuba CT-115. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4-A), 773. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.773>
- Rojas Vásquez, Z. (2018). *Efecto De La Altura De Pastura Rye Grass - Ecotipo Cajamarquino (Lolium Multiflorum) Y Trebol Blanco (Trifolium Repens) Sobre La Conducta Ingestiva, Ph Ruminal Y Producción Láctea De Vacas Holstein, En El Fundo Tartar, Cajamarca - 2017* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2203>
- Sanches, C., Mousquer, C. J., Andrade Reis, R., Bevitori Kling de Moraes, E. H., Vieira de Araújo, C., Kling de Moraes, A., Maneck Delevatti, L., & Werner Koscheck, J. F. (2015). Associação da altura do pasto e níveis de suplementação para bovinos de corte no período de transição águas-seca. *28º Congresso Brasileiro de Zootecnia*. <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2279.pdf>
- Sollenberger, L. E. (2021). *Canopy Characteristics, Ingestive Behaviour and Herbage Intake in Cultivated Tropical Grasslands*. Actas de Congreso Internacional de Pastizales-UKnowledge. <https://uknowledge.uky.edu/>

- Van Soest, P. J., & Wine, R. H. (1967). Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. *Journal of AOAC International*, 50(1), 50–55. <https://doi.org/10.1093/jaoac/50.1.50>
- Xia, C., Muhammad, A.-U.-R., Niu, W., Shao, T., Qiu, Q., Su, H., & Cao, B. (2018). Effects of dietary forage to concentrate ratio and wildrye length on nutrient intake, digestibility, plasma metabolites, ruminal fermentation and fecal microflora of male Chinese Holstein calves. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(2), 415–427. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61779-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61779-9)