

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN ANIMAL

TESIS

Efecto de la altura de pastura rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) sobre la conducta ingestiva, pH ruminal y producción láctea de vacas Holstein, en el fundo Tartar, Cajamarca - 2017

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

ZULEMA ROJAS VÁSQUEZ

Asesor:

Dr. CORPUS CERNA CABRERA

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 por
ZULEMA ROJAS VÁSQUEZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: SALUD PÚBLICA

TESIS APROBADA

Efecto de la altura de pastura rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) sobre la conducta ingestiva, pH ruminal y producción láctea de vacas Holstein, en el fundo Tartar, Cajamarca - 2017

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

ZULEMA ROJAS VÁSQUEZ

Comité Científico

Dr. Corpus Hildebrando Cerna Cabrera
Asesor

Dr. José Fernando Coronado León
Miembro del Comité Científico

Mg. José Antonio Niño Ramos
Miembro del Comité Científico

Mg. Gilberto Fernández Idrogo
Miembro del Comité Científico

Cajamarca - Perú

2018



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado

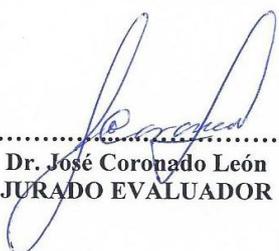
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *11:00* de la mañana del día 14 de agosto de dos mil dieciocho, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JOSÉ CORONADO LEÓN**, y como integrantes del Jurado Titular **Mg. JOSÉ NIÑO RAMOS** y **Mg. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO**, en calidad de Asesor el **Dr. CORPUS CERNA CABRERA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “EFECTO DE LA ALTURA DE PASTURA RYE GRASS – ECOTIPO CAJAMARQUINO (*Lolium multiflorum*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) SOBRE LA CONDUCTA INGESTIVA, PH RUMINAL Y PRODUCCIÓN LÁCTEA DE VACAS HOLSTEIN, EN EL FUNDO TARTAR, CAJAMARCA – 2017”, presentada por el **Bach. en Zootecnia ZULEMA ROJAS VÁSQUEZ**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, con Mención en **PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN ANIMAL**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... *Aprobada*... con la calificación de *Diecisiete (17) - Excelente*... la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Zootecnia ZULEMA ROJAS VÁSQUEZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, con Mención en **PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN ANIMAL**.

Siendo las *12:30* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. José Coronado León
JURADO EVALUADOR


.....
Dr. Corpus Cerna Cabrera
Asesor


.....
Mg. José Niño Ramos
JURADO EVALUADOR


.....
Mg. Gilberto Fernández Idrogo
JURADO EVALUADOR

A:

Dios, por darme la vida y la oportunidad de realizar nuestros objetivos y meta.

Mis padres José Galvarino Rojas Pérez y Marina Vásquez Campos, por el amor y apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

Mi esposo Felipe Gutiérrez, por su amor, sacrificio y esfuerzo para realizar mi maestría y por creer en mí.

A mis hijos Pedro Pablo y Francisco Joaquín, por ser la fuente de mi inspiración, motivación y el motor para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros, por brindarnos sus conocimientos y lograr expandir los míos y así poder alcanzar mis metas.

Al doctor José Antonio Niño Ramos, administrador del fundo Tartar de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la U.N.C., por brindarme su apoyo permanente (herramientas, materiales y equipo necesario) para realizar este trabajo de investigación.

Al MCs. Felipe Gutiérrez por ser mi guía y apoyo en esta investigación.

El rasgo característico del período de la barbarie, es la domesticación y cría de animales
y el cultivo de las plantas.

FEDERICO ENGEL

CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Marco teórico	4
2.1.1. Estructura de la pastura y comportamiento ingestivo	4
2.1.2. Altura de la pastura y fermentación ruminal	8
2.1.3. Altura de la pastura y producción láctea	9
CAPÍTULO III: DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS	11
3.1. Tipo de investigación	11
3.2. Localización del estudio	11
3.3. Población y Muestra, Unidad de análisis	12
3.4. Tipo y descripción del diseño de contrastación	12
3.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos	13
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	17
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Forraje disponible	21
4.2. Altura de la pastura	22
4.3. Composición química de la pastura	24
4.4. Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante la sesión de pastoreo (TP, TR, TD, TO), expresado en proporción.....	25
4.5. Tasa de bocado.....	27
4.6. pH ruminal	30
4.7. Producción de leche	32

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	40

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Modelo conceptual de las relaciones suelo – clima – planta – animal.....	6
Figura 2: Descripción del diseño estadístico del experimento.....	13
Figura 3: Esquema del protocolo experimental.....	16
Figura 4: Altura de la pastura (cm) por tratamiento, a lo largo de la etapa de experimentación.....	23
Figura 5: Actividades realizadas (en proporción) en los diferentes tratamientos.....	25
Figura 6: (a, b, c, d): TP, TR, TD y TO a lo largo de la sesión de pastoreo...	26
Figura 7: TB (bocados/minuto) para cada tratamiento.....	27
Figura 8: TB (bocados/minuto) a lo largo de las semanas de experimentación.....	28
Figura 9: TB (bocados/minuto) a lo largo de las horas de pastoreo.....	28
Figura 10: pH ruminal para cada tratamiento.....	30
Figura 11: pH ruminal a lo largo de las semanas en experimentación.....	30
Figura 12: pH ruminal a lo largo de las horas de pastoreo.....	31
Figura 13: Producción de leche (L/día) para cada tratamiento.....	32

LISTA DE CUADROS DEL TEXTO

	Pág.
Cuadro 1: Forraje disponible (kg/FV) por tratamiento, al inicio y al final del experimento.....	21
Cuadro 2: Altura de la pastura (cm) por tratamiento, a lo largo de la etapa de experimentación.....	22
Cuadro 3: Composición química de la pastura, para cada tratamiento, al inicio y al finalizar el experimento.....	24
Cuadro 4: Tiempo dedicado a las diferentes actividades realizadas durante la sesión de pastoreo (TP, TR, TD, TO), expresado en proporción.....	25

LISTA DE CUADROS DE LOS ANEXOS

	Pág.
Cuadro 1: ANAVA del tiempo de pastoreo, expresado en proporción.....	42
Cuadro 2: ANAVA del tiempo de rumia, expresado en proporción.....	42
Cuadro 3: ANAVA del tiempo de descanso, expresado en proporción.....	42
Cuadro 4: ANAVA del tiempo dedicado a otras actividades, expresado en proporción.....	43
Cuadro 5: ANAVA de la tasa de bocado.....	43
Cuadro 6: ANAVA del pH ruminal.....	43
Cuadro 7: ANAVA de la producción de leche.....	44
Cuadro 8: Registros de producción de leche.....	45

PREFACIO

Cajamarca es una de las principales cuencas lecheras de nuestro país, consecuentemente, su cuota en la producción láctea nacional debe ser motivo de estudio frecuente, tanto la producción en sí misma, como los factores adyacentes a ésta. Sin embargo, existe poca información con base científica que nos permita entender mejor este complejo proceso, sobre todo si consideramos que la base de la alimentación de nuestra ganadería lechera es eminentemente pastoril, lo que conllevaría a complejizar el sistema tomando en cuenta el comportamiento elástico de la pastura.

La necesidad de conocer más sobre nuestros sistemas pastoriles y su efecto sobre la producción láctea, llevó a plantear este trabajo, dado que la respuesta etológica del animal a la pastura, explicaría en gran parte su comportamiento productivo, que en el caso específico de esta investigación, dentro de la gama de variables que implica el estudio de la pastura, se tomó a la altura, como la variable central que podría afectar significativamente la producción lechera.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la persona del M.V. MCs. José Niño Ramos, por su permanente apertura y colaboración a la correcta ejecución de esta investigación, especialmente por habernos facilitado el espacio físico, así como a los animales de estudio.

LISTA DE ABREVIACIONES

CENAGRO	: Censo Nacional Agrario.
FC	: Fibra cruda.
FV	: Forraje verde.
MS	: Materia seca.
PC	: Proteína cruda.
TA	: Tratamiento alto.
TBo	: Tasa de bocado.
TB	: Tratamiento bajo.
TCO	: Tal como ofrecido.
TD	: Tiempo de descanso.
TM	: Tratamiento medio.
TO	: Tiempo dedicado a otras actividades.
TP	: Tiempo de pastoreo.
TR	: Tiempo de rumia.

GLOSARIO

Comportamiento ingestivo. El comportamiento ingestivo involucra el consumo de alimento o de sustancias nutritivas, incluyendo sólidos y líquidos. El comer y el beber son comportamientos ingestivos y cada una de las especies tiene sus propios métodos particulares. Las vacas, ovejas y cabras tienen en común el comportamiento de rumiación. Después de comer, el animal usualmente se echa y rumia (Petryna y Bavera, 2002).

Composición botánica. Proporción en que las especies están presentes en el forraje en oferta en un momento determinado y bajo cierto manejo de pastoreo (Kumar, 2008).

Disponibilidad de pastura. Cantidad de forraje en base seca presente por unidad de área en un momento dado y bajo un determinado sistema de pastoreo (Kumar, 2008).

Fermentación ruminal. Relación de simbiosis entre la población microbiana del rumen y el rumiante; dado que el rumiante ayuda a disponer de las condiciones óptimas para el crecimiento de los microorganismos, y el rumiante depende de los productos de la fermentación anaeróbica del alimento fibroso que ingiere y de la actividad biosintética microbiana para cubrir sus propias necesidades nutritivas (Yokohama y Johnson, 1988).

Intensidad de pastoreo. Indica el nivel de residuo que dejan los animales una vez pastoreada la pradera. Esto genera una regulación del consumo que se realiza con los animales y es un índice de medición de la eficiencia de utilización de la pradera. La intensidad de pastoreo puede ser controlada a través de la altura del residuo o de la cantidad de fitomasa post pastoreo (Kumar, 2008).

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la altura de pastura sobre la conducta ingestiva, fermentación ruminal y producción láctea en vacas Holstein alimentadas en praderas de Rye Grass y Trébol blanco en el Fundo Tartar de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se determinaron la altura de la pastura; así como la tasa de bocado, tiempo de pastoreo y rumia, pH ruminal y producción de leche de la vaca. Las vacas pastorearon una semana en cada tratamiento y los últimos días se registraron las variables de comportamiento ingestivo y de fermentación ruminal. El diseño estadístico correspondió a un cuadrado latino 3 X 3, con tres vacas que rotaron durante tres semanas en el potrero. Se encontró efecto significativo de los tratamientos de altura de pastura (baja: 12 cm; media: 17 cm; alta: 23 cm) sobre la tasa de bocado ($P > 0,05$), pero no sobre el tiempo dedicado a las actividades durante la sesión de pastoreo (pastoreo, rumia, descanso y otras actividades). Se observó mayores tasas de bocado y mayor tiempo dedicado al pastoreo durante las primeras horas de la sesión. 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). Asimismo, también se observó un efecto importante de la semana, aumentado significativamente conforme éstas avanzaban (Semana 1: 4,87; semana 2: 5,17; semana 3: 5,28). La hora también presentó un significativo efecto sobre el pH, dado que 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 la tasa de bocado y el pH ruminal, no así al tiempo dedicado a las actividades durante la sesión de pastoreo ni a la producción láctea.

Palabras Clave: comportamiento ingestivo, altura de pastura, pH ruminal, tiempo de pastoreo, tasa de bocado.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of pasture height on ingestive behavior, ruminal fermentation and milk production in Holstein cows fed on Rye Grass and White Clover grasslands in the Tartar Farm of the National University of Cajamarca. The height of the pasture was determined; as well as the snack rate, time of grazing and rumination, ruminal pH and milk production of the cow. The cows grazed one week in each treatment and the last days were recorded the variables of ingestive behavior and ruminal fermentation. The statistical design corresponded to a Latin square 3 X 3, with three cows that rotated for three weeks in the paddock. There was a significant effect of pasture height treatments (low: 12 cm, medium: 17 cm, high: 23 cm) on the bite rate ($P > 0.05$), but not on the time dedicated to activities during the grazing session (grazing, rumination, rest and other activities). We observed higher bite rates and more time devoted to grazing during the first hours of the session. The treatments significantly affected ($P > 0.05$) the ruminal pH, -a higher pasture height, higher pH values (4.92, 5.02 and 5.37, respectively). Likewise, an important effect of the week was also observed, significantly increased as they progressed (Week 1: 4.87, week 2: 5.17, week 3: 5.28). The hour also had a significant effect on the pH, since at the beginning of the 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 treatment applied (low height: 18.25, medium: 18.07, high: 18.18 l / cow / day). It is concluded that the pasture height affected the bite rate and ruminal pH, not the time dedicated to the activities during the grazing session or the dairy production.

Keywords: ingestive behavior, pasture height, ruminal pH, grazing time.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción de leche sobre la base de pasturas es la que predomina en nuestra región, por ser una de las principales cuencas lecheras del país. Además, sabemos que a nivel departamental, el mayor número de productores agropecuarios se encuentra en Cajamarca, con 340 000 productores (CENAGRO, 2012); es por ello que es importante estudiar la respuesta animal en función a las características de la pastura recibida. Estas funciones de respuesta se dan sobre todo a nivel de comportamiento ingestivo, pH ruminal y producción de leche; indicadores que permiten definir la capacidad del animal para cosechar y utilizar la pastura. Para empezar, a nivel de comportamiento ingestivo, sabemos que ésta es una estrategia que utiliza el animal para compensar la cantidad y calidad de pastura ofrecida. Es por ello que las características cuantitativas y estructurales de la pastura presentan un mayor efecto en la respuesta animal que en el valor nutritivo del forraje (Acosta et al., 2006). A nivel de respuesta en la fermentación ruminal, la pastura también juega un papel importante, dado que su estructura determina la eficiencia de su utilización por parte de los microorganismos ruminales (Macitelli et al., 2003). Finalmente no debemos olvidar que el estudio de las interacciones de todos estos factores es para lograr aumentar la producción de leche, fin principal de esta actividad pecuaria. Vale decir que este tipo de información ha sido poco generada en nuestra región, por ello que la respuesta a nuestro problema de investigación no deja de ser novedoso, debido a que responde a las condiciones de nuestra región. Asimismo, el presente estudio es relevante porque conjunta de manera integrada aspectos que otros estudios no han estudiado, como la respuesta del comportamiento de pastoreo, la fermentación ruminal y producción láctea, a distintos tratamientos de altura de pastura en una potrero tradicional de la región (asociación Rye Grass y Trébol). 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.

La investigación nos permitirá reformular y/o sustentar el manejo de pasturas conociendo un nivel óptimo de altura de pastura. Asimismo sirve de ayuda a los investigadores para seguir realizando otros estudios en el tema de etología animal aplicada al pastoreo. Además, no debemos olvidar lo importante que es para nuestra región la producción láctea; dado que seguimos siendo una de las cuencas lecheras más importantes de la región y del país; por ello, es necesarios conocer todos los componentes y los procesos que ocurren en cada uno de estos componentes, durante el proceso de conversión de la materia verde en leche, desde el pastoreo, pasando por la fermentación ruminal y aumentando la producción de leche. Por ello, se necesita conocer y manejar esos datos, dada su gran aplicabilidad en nuestra región, por las características que tiene como región agropecuaria, por esta razón nos planteamos la siguiente hipótesis y los siguientes objetivos:

Hipótesis

La altura de pastura influye en la conducta ingestiva, PH ruminal y producción láctea en vacas Holstein, en una pradera de base de Rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*).

Objetivo General

- Evaluar el efecto de la altura de pastura sobre la conducta ingestiva, PH ruminal y producción láctea en vacas Holstein, en una potrero de base de Rye grass – ecotipo cajamarquino (*Lolium multiflorum*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*).

Objetivos específicos

- Determinar el patrón de respuesta en conducta de pastoreo (tasa de bocado – TB, tiempo de pastoreo – TP, tiempo de rumia – TR, tiempo de descanso – TD y tiempo dedicado a otras actividades – TO) de vacas Holstein, sometida a tres tratamientos de alturas distintas de pastura.
- Determinar el patrón de respuesta en PH ruminal de vacas Holstein, sometidas a tres tratamientos de alturas distintas de pastura.
- Determinar el patrón de respuesta en producción de leche en vacas Holstein, sometidas a tres tratamientos de alturas distintas de pastura.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Altura de pastura y conducta de pastoreo.

En las últimas décadas, se ha tratado de re – direccionar los estudios de pasturas para darle una visión más amplia al análisis y no sólo dejarlo en un mero marco productivista. Algunos autores mencionan que la investigación en pasturas permanentes estuvo focalizada en la descripción florística o simplemente en la producción de forraje. Ellos recomiendan una postura más analítico-explicativa, donde se pretende no simplemente cuantificar un potencial productivo del pasto, sino entender su funcionamiento y los procesos que determinarán o no la realización de aquel potencial. Este nuevo objetivo de investigación busca conocer el origen de los procesos, insertados en leyes mayores de funcionamiento del ecosistema, de forma que los resultados sean reproducibles en cualquier otra condición que no sean aquellas en las cuales fueron generados (Nabinger y Carvalho, 2009).

Los mismos autores señalan que la morfología de las plantas individuales afecta la estructura y funcionamiento de las poblaciones y comunidades, determinando las interacciones competitivas entre las especies y entre individuos de una misma especie. Y acusan al pastoreo de alterar esas relaciones competitivas, debido a que defolian indistintamente a las diferentes especies, modificando la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras. Consecuentemente, esto trae cambios en la composición botánica que pueden afectar la cantidad, calidad y estacionalidad

de la producción de la pastura y, por consiguiente, la producción animal. Esto trae el mensaje más importante de esta investigación, y es que la implementación de estrategias de manejo debe contemplar tanto las características morfogénicas de las plantas dominantes en la pastura como también la respuesta del comportamiento ingestivo de los animales (Nabinger y Carvalho, 2009).

Se ha confirmado lo dicho por estos autores al afirmar que el conocimiento analítico del proceso de construcción de la producción de pasto son fundamentales para avanzar en la comprensión de las relaciones causa-efecto entre plantas y animales. Y continúa diciendo que manejar dicho conocimiento analítico es la única forma de proponer bases de manejo sólidas y extrapolables a cualquier condición. Esa manera de abordar el problema forrajero necesita una mejor conceptualización y comprensión de la interacción suelo-clima-planta-animal. Y este trabajo quiere responder, en poco o en mucho, a este desafío que nos imponen los autores en mención (Carvalho et al., 2009).

Existe un modelo conceptual (Figura 1) que considera las condiciones del medio (temperatura, agua, radiación solar, fertilización, etc.) y de manejo (frecuencia e intensidad de defoliación) afectando la morfogénesis, que a su vez altera las características estructurales del pasto, determinando el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo (Cruz y Boval, 2000).

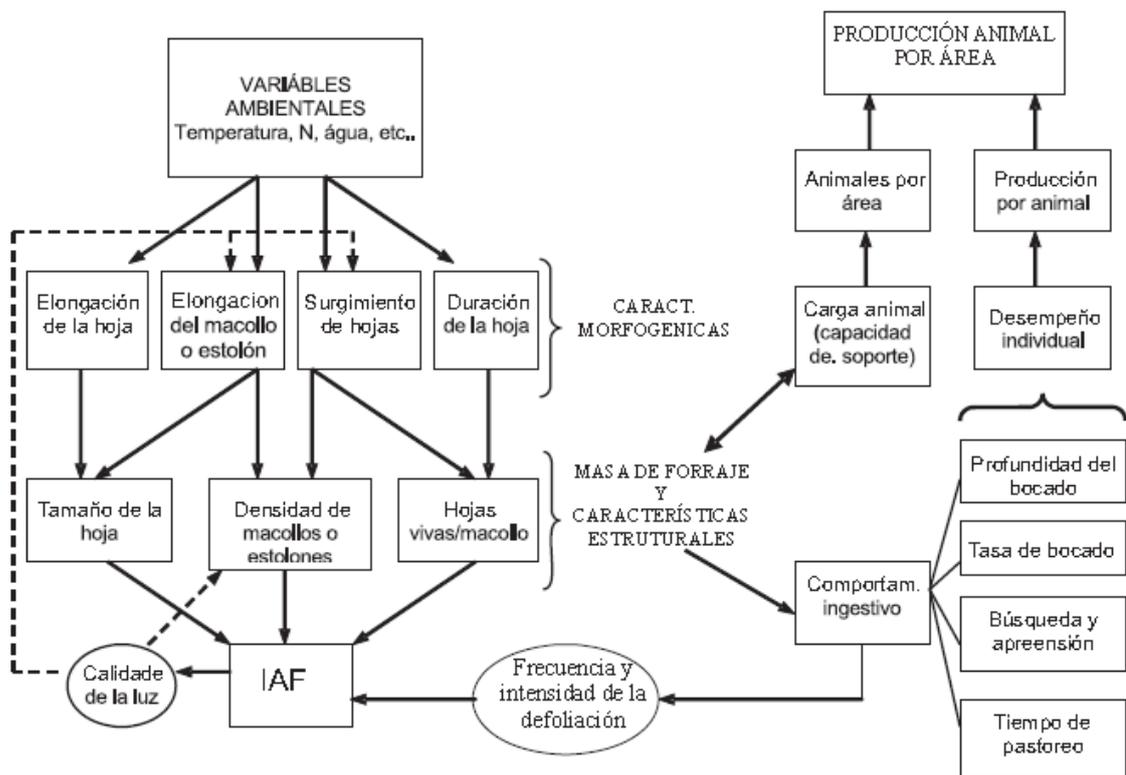


Figura 1: Modelo conceptual de las relaciones suelo – clima – planta – animal

Por ello, el estudio de la pastura puede parecer un tema muy complejo, pero a pesar de ello es necesario que podamos describirla para acercarnos a conocer su efecto sobre el animal. En otras palabras, partiendo de este componente, “planta”, existen parámetros que nos permiten conocer el comportamiento de la pastura y consecuentemente plantear un modelo predictivo de producción y/o utilización del forraje presente. Una de las características más importantes de la pastura es su altura. Hodgson (1990) considera a esta variable como el indicador más útil para propósitos de manejo debido a que con mucha facilidad nos ayuda a predecir la respuesta ya sea del animal como de la pastura. A la altura de la pastura la podemos entender como altura del tapiz, el cual se refiere a la altura de la superficie superior del canopeo de hojas en una pastura imperturbada (Hodgson y Brookes, 1999). Sin embargo es portante resaltar que para entender la las distintas interacciones que se dan entre el suelo y el animal,

es inevitable considerar muchos factores (y no sólo la altura de la pastura) actuando con cierta sinergia sobre la respuesta animal. Algunos autores firman que la estructura de la pastura se puede describir a través de la biomasa área, la altura, la cobertura y la densidad de forraje en los distintos estratos (Galli et al., 1996). Se ha mencionado que existen otros factores a considerar en la descripción del componente “planta”, y habla en términos de cantidad y carácter de forraje disponible, comprendiendo al carácter los factores que afectan la calidad potencial, como la composición química, las características estructurales y forma de presentación del forraje al animal. Y termina afirmando que estos factores interactúan en la mayoría de las situaciones experimentales y en condiciones reales, determinando que la importancia de cada uno de ellos sea sumamente variable (Cangiano, 1996). Un ejemplo para esta afirmación es el trabajo de investigación llevada a cabo por Gutiérrez (2011), donde se menciona que mayores alturas de pastura se vieron respondidas, por parte del animal, en TB más bajas. Y que el 95 % del tiempo de duración de la sesión de pastoreo (expresado en proporción), fue dedicado al pastoreo efectivo, quedando un muy escaso margen para las actividades de rumia, descanso, y otros.

Finalmente se deben considerar parámetros como la disponibilidad de pastura y la composición botánica. El primero porque junto a variaciones en su estructura, hacen que se le presente al animal un tapiz con determinadas características, que se relacionan con cambios en comportamiento ingestivo (Acosta et al., 2006). Y la composición botánica, por su efecto sobre la productividad de la pradera (Gastó y Contreras, 1979).

2.1.2. 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 (François et al., 2003). Esta afirmación concuerda con lo mencionado por Mattiauda et al. (1993), cuando 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.

Cuando se sometieron rumiantes a pastoreo de forrajes de alta calidad, se encontró que el pH fue más bajo que en condiciones de encierro con dietas basadas en forrajes conservados (Bargo et al, 2003). Y 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.

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 (De Veth y Kolver, 2001). Por esto y por lo dicho anteriormente, se puede decir que el pH guarda una estrecha relación con las características de la pastura.

Al estudiar la influencia de dos fuentes de NNP (urea y Amiferm – residuo de la producción de glutamato sódico) sobre los parámetros ruminales y el consumo, se encontró un incremento significativo de pH ($p < 0,05$) en las horas que aumentaba la concentración amoniacal, explicado por la alcalinización del

contenido ruminal en esos horarios, y fue en las primeras cinco horas post suministro de las fuentes de NNP donde se registraron los valores más altos con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos para estas horas. También pudo comprobar que en las primeras horas después del suministro de urea, eleva la $[N-NH_3]$ en el líquido ruminal (Macitelli et al., 2003). Y concluyendo su trabajo, afirma que tanto el pH como la $[N-NH_3]$ en el ambiente ruminal son factores importantes que deben tenerse en cuenta para una mejor utilización de nutrientes por parte de los microorganismos del rumen (Macitelli et al., 2003). También Gutiérrez (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.

2.1.3. 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 (Villalobos y Sánchez, 2010).

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 (Neal et al., 2007). 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) (Lascano, 2002).

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 (Carulla y Pabón 2006).

Algunos autores reportan que un incremento en la oferta de forraje aumenta únicamente en producción de leche (Álvarez et al., 2006). 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 (Auldist et al., 2000.). 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 (Rearte, 1992).

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS

3.1. Tipo de investigación:

La investigación es de tipo experimental y de nivel inferencial y transversal, debido a que se realizó en un solo momento del tiempo (noviembre 2017).

3.2. Localización del estudio

El presente trabajo se desarrolló 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 fundo Tartar está ubicado a la margen derecha del río Chonta, geográficamente se localiza en el paralelo 7° 10` 35” de latitud sur y en el meridiano 78° 28`02” de longitud oeste, a una altitud 2650 msnm.

FACTORES CLIMATICOS:

- Temperatura promedio anual : 14 °C
- Clima : Templado seco
- Precipitación pluvial: : 750 mm
- Humedad relativa promedio : 72 %

Fuente: SENAMHI (2017).

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población: Las 60 vacas de la raza Holstein del fundo Tartar de la facultad de Ciencias Veterinarias de la UNC.

Muestra: Se utilizaron 3 animales (vacas Holstein de tercer parto).

Unidad de Análisis: Para registro de la variable independiente, es decir, para mediciones en la pastura, la unidad experimental es el potrero. En caso de las mediciones en la variable dependiente, vale decir, para la toma de datos en las vacas, la unidad experimental es la vaca.

3.4. Tipo y descripción del diseño de investigación

Se utilizaron 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 (Figura 2). Se trabajó 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. Se recalca que la pastura de todos los tratamientos tuvieron los mismos días de crecimiento, esto con el motivo de que la única variable a evaluar sea la altura de la pastura.

Las variables asociadas a los animales tales como Conducta de pastoreo (Tasa de bocado – TBo, Tiempo de pastoreo – TP, y Tiempo de rumia – TR; expresado en proporción), fermentación ruminal (pH) y producción de leche, fueron evaluados en un diseño experimental de Cuadrado Latino 3x3. 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 fueron comparadas por prueba de probabilidad de Tukey – Kramer ($p < 0,05$). Para el cumplimiento del diseño, cada vaca fue colocada 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 días se destinaron para la toma de muestra, durante el pastoreo matutino.

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

Para la variable pH ruminal, se utilizaron 3 vacas de 410 kg, de tercera lactancia, provistas de cánula ruminal.

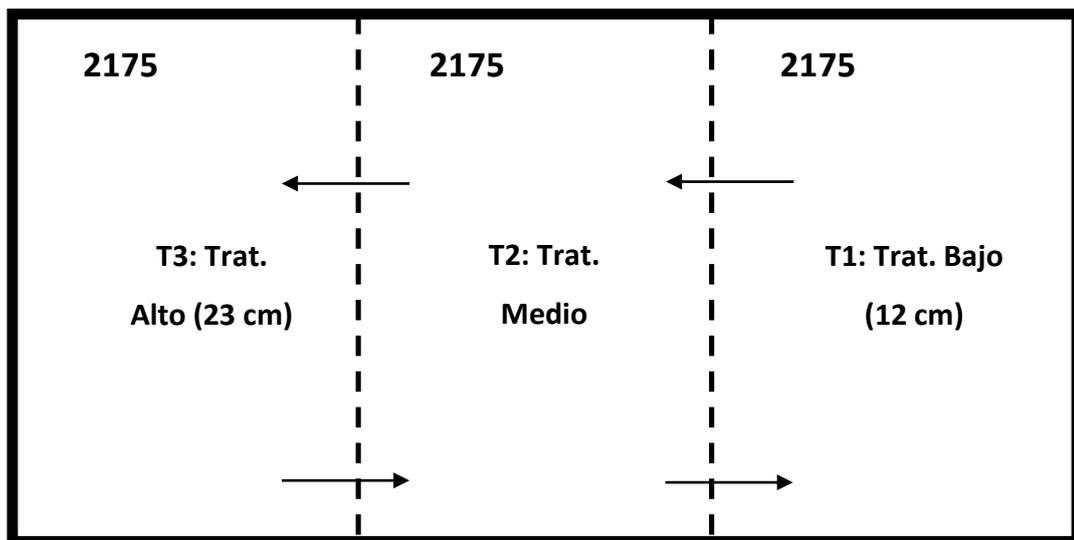


Figura 2: Descripción espacial de los tratamientos y del diseño estadístico del experimento

3.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

En la Pastura:

Forraje Disponible: Se expresó en kg de materia seca y de forraje verde. Se estimó por tratamiento, al comienzo y fin del período experimental, el forraje disponible por el método del m^2 . Para ello, se tomaron varios puntos al azar donde fue arrojado un cuadrado de $1m^2$ de área y se procedió al corte para

pesado con balanza de mano; luego se trabajó con el promedio de todos los puntos y teniendo el rendimiento por m², se proyectó a toda el área para conocer el rendimiento total.

Altura de la pastura: Se expresó en cm. Los domingos de cada semana, durante el período experimental, por potrero, se midió la altura de la pastura. Para esto se utilizó una regla graduada en cm, realizando 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, 1986).

Composición química de la pastura: Se tomó una muestra de aproximadamente 2 kg del forraje existente en los cuadros del disponible para luego ser pesado en fresco, secado en estufa (FALC Modelo F720, 5.4 litros) durante 48 hs a 60 °C y pesado en seco. La determinación del porcentaje de MS se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Posteriormente la muestra del pasto seco fue enviada al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para determinación por Análisis Proximal. Los análisis utilizados por el laboratorio para la determinación de cada componente bromatológico los podemos observar en el anexo 1.

En los animales:

Producción de leche: se registró diariamente, en litros de leche, con una balanza tipo péndulo; durante los dos ordeños (5:30 am y 3:30 pm). Cabe mencionar que el tipo de ordeño que se utiliza en este fundo es manual.

pH ruminal: Los sábados y domingos de cada semana, se tomaron muestras del licor ruminal del saco ventral del rumen para determinar el pH. Se tomaron muestras de licor ruminal en 2 momentos del día: a las 7:30 horas (inicio pastoreo) y 12:30 horas (próximo al final del pastoreo).

Conducta de pastoreo: Para evaluar la conducta de pastoreo, es decir, TBo, TP, TR y tiempo dedicado a otras actividades (beber, parada o caminando sin pastorear o rumiar), 2 días consecutivos de cada semana (sábado y domingo), durante el pastoreo de la mañana (un total de 7 horas, desde las 8:00 hasta 14:00 horas), se registró la conducta de pastoreo por seguimiento y observación visual. Para determinar el TP, TR, TD y tiempo dedicado a otras actividades, se registró el número total de cada actividad que realizaron durante toda la sesión y se expresó en proporción con respecto al número total de observaciones, es decir, se dividió el número de veces que realizaron una actividad entre el número total de veces que realizaron todas las actividades.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

2017

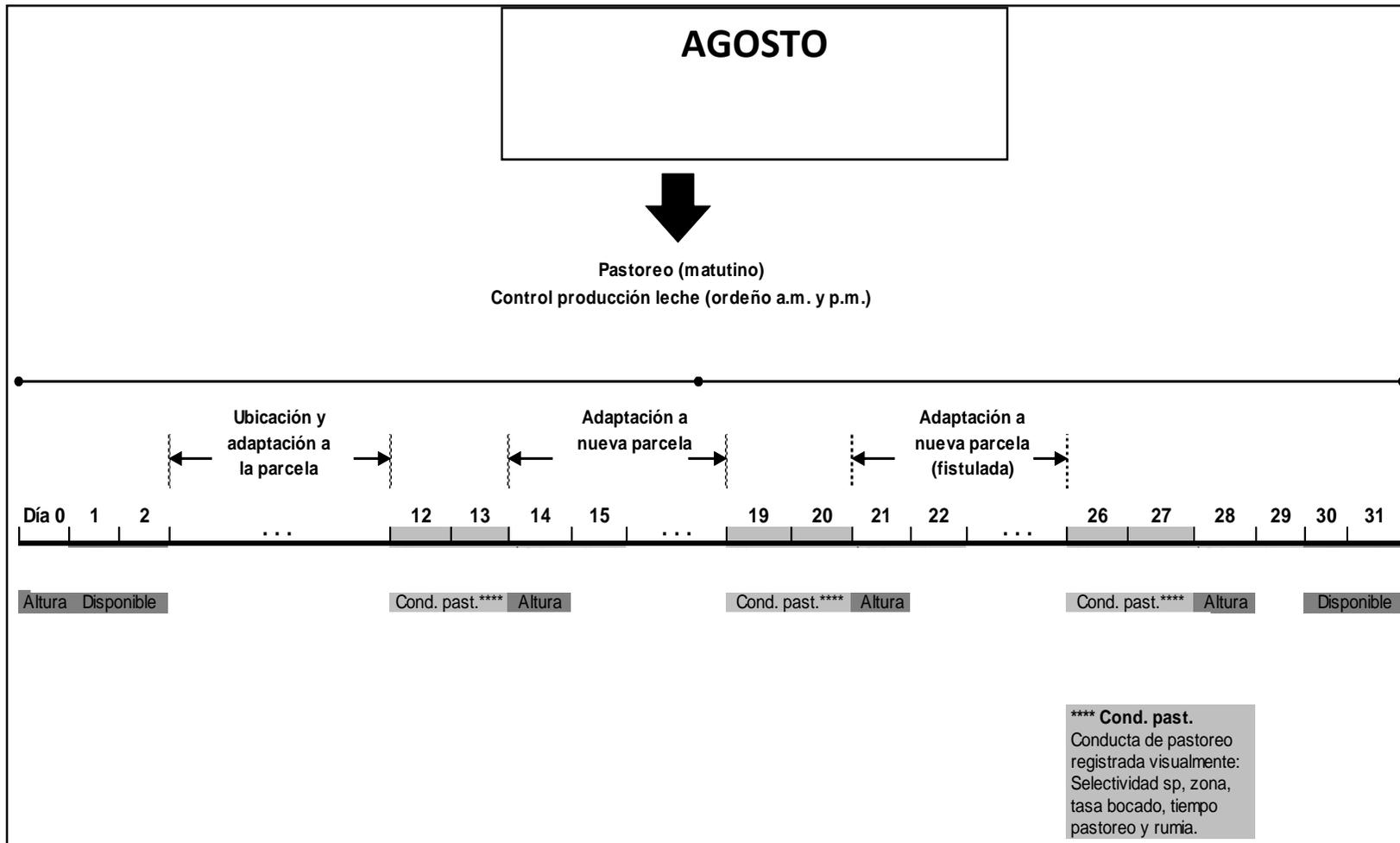


Figura 3: Esquema del protocolo experimental

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

De las variables relacionadas a la pastura, como composición química y las variables relacionadas a la conducta, como TBo, TP, TR, producción de leche, pH ruminal, las medias de los mínimos cuadrados estimadas fueron comparadas por la prueba de probabilidad Tukey-Kramer ($p < 0,05$) para el cumplimiento del diseño.

En la pastura:

Para el estudio de la altura, rendimiento y calidad de la pastura, no se utilizó un diseño experimental y sólo se presentan de manera descriptiva.

En los animales:

El tiempo dedicado a cada actividad durante la sesión de pastoreo, expresado en proporción y registrado por seguimiento visual, se analizó mediante modelo lineal asumiendo distribución binomial (Proc Genmod, SAS v9.1). La estructura de covarianza fue modelada con la opción AR1 (autocorrelación de primer orden).

$$\text{Ln} (y_{ijk} / 1 - y_{ijk}) = \beta_0 + \tau_i + f_j + z_k + E_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk} / 1 - y_{ijk}$ = es el valor para la característica en estudio.

β_0 : intercepto.

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

f_j : es el efecto de la semana ‘j’, con $j = 1, 2, 3$.

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

E_{ijk} : Error experimental

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 Tratamiento, del momento de muestreo y su interacciones, fueron comparadas por prueba de probabilidad Tukey-Kramer ($p < 0,05$). La estructura de covarianza fue modelada con la opción AR1.

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

Donde:

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 TB fue analizada utilizando un modelo con medidas repetidas en el tiempo (Proc Mixed, SAS v. 0.1). Las medias de mínimos cuadrados estimadas para los efectos fijos de los Tratamientos, de la semana, de la hora de muestreo y sus interacciones fueron comparadas por prueba de probabilidad Tukey–Kramer ($p < 0,05$). La estructura de covarianza fue modelada con la opción AR1.

$$Y_{ijklm} = \mu + \tau_i + f_j + c_k + \delta_{ijk} + \gamma_m + (\tau\gamma)_{im} + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

y_{ijklm} : es el valor para la variable en estudio con el efecto del Tratamiento i , en la semana j , para la vaca k , en la hora m .

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_m : es el efecto de la hora de muestreo “ m ”, con $m = 1, 2, \dots, 6$.

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

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

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

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + f_j + c_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} : 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_{ijk} : es el error asociado con la lectura del i -ésimo Tratamiento, en la j -ésima semana y en la k -ésima vaca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Forraje disponible:

Cuadro 1: Forraje disponible (kg FMS) por tratamiento al inicio y al final del experimento

Etapa 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

MS: Materia seca

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 a inicio (942,5 kg FV) y fin (363,2 kg FV) del experimento (cuadro 1). En este mismo cuadro se puede observar el porcentaje de pastura desaparecida durante el experimento, siendo superior en el tratamiento Alto (T3: 76,7 %) e inferior en el tratamiento Bajo (T1: 61,5 %).

Estos resultados podrían explicarse por la influencia de la distribución vertical de MS (Burgueño, 1997), 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. Además, García (1995) halló una co – relación bastante alta entre la altura de la pastura y la cantidad de forraje, por encima de los 5 cm, en dos estaciones del año (figura 4), donde se

demonstró que a mayor altura de pastura, mayor cantidad de forraje disponible. Así mismo, Bermúdez y Ayala (2002) también mostraron 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 White y Hodgson (1999) 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.

4.2. Altura de la pastura:

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

Fecha	T3: Alto (23 cm)	T2: Medio (17 cm)	T1: 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

El cuadro 2 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).

Cabe mencionar que las alturas, indistintamente del tratamiento, siempre mostraron el mismo comportamiento descendente a lo largo del período de experimentación (figura 4)

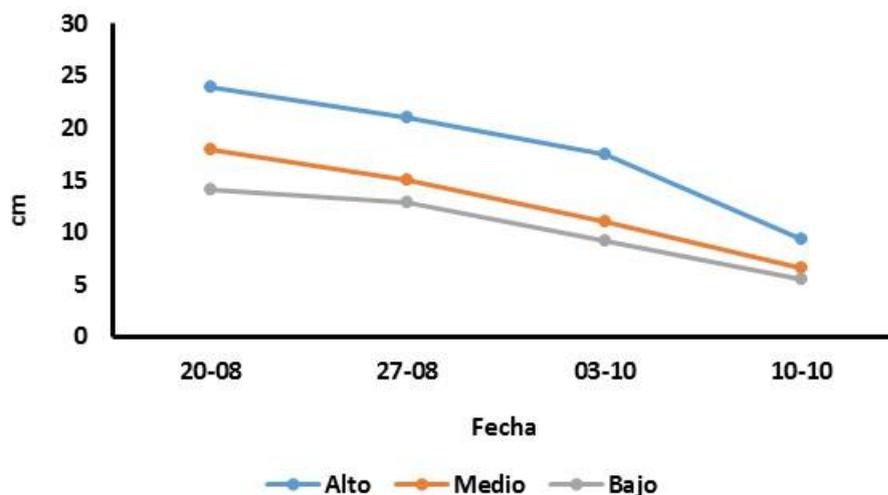


Figura 4: Altura de la pastura (cm) por tratamiento, a lo largo de la etapa de experimentación.

Con respecto al comportamiento persistente de la pastura con respecto a la altura, Kretschmer (1988) 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 (Aristizabal y Pérez, 2005).

4.3. Composición química de la pastura:

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

TRATAMIENTO - ETAPA EXPERIM.	MS (%)	HUMEDAD (%)	CENIZA (%)	FIBRA CRUDA (%)	EXTRACTO ETÉREO (%)	PROTEÍNA TOTAL (%)	EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (%)	ENERGÍA BRUTA (kcal/kg)
I (12 cm) - Inicio	21.6	6.3	8.6	16.8	1.9	16.2	46.1	4.6
II (17 cm) - Inicio	22.4	5.9	9.4	17.8	2.3	14.8	49.4	4.5
III (23 cm) - Inicio	24.3	6.0	9.0	23.5	1.9	13.5	50.5	4.5
I (12 cm) - Fin	22.7	6.1	10.8	18.7	1.9	12.3	50.1	4.6
II (17 cm) - Fin	23.8	4.7	9.8	20.0	2.0	12.3	49.5	4.4
III (23 cm) - Fin	24.4	4.8	7.9	21.7	2.2	11.0	54.1	4.4

Con respecto a la calidad de la pastura (anexo 1), 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 menos 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 %) (Cuadro 3).

Estos resultados podrían estar explicados por lo que reporta Van Soest y 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 (cuadro 3). También Del Pozo et al, (2002) encontraron también que el contenido de fibra bruta aumentó linealmente ($p < 0,001$) con la edad de rebrote.

4.4. Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante la sesión de pastoreo (TP, TR, TD, TO), expresado en proporción.

Cuadro 4: Tiempo (en proporción) dedicado a las diferentes actividades realizadas en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Pastoreo	Rumia	Descanso	Otros
T1 (Bajo)	0.68	0.13	0.08	0.11
T2 (Medio)	0.67	0.12	0.09	0.12
T3 (Alto)	0.64	0.17	0.06	0.13
Promedio	0.66	0.14	0.08	0.12

No se encontró efecto del Tratamiento ($p=0,68$) para el tiempo dedicado a las diferentes actividades durante la sesión de pastoreo (en proporción) (Anexo 2). El promedio de la proporción de tiempo dedicado al pastoreo (0,66) siempre fue mayor (cuadro 4) indistintamente de los tratamientos (figura 5). Esta falta de efecto por parte del tratamiento quizá pueda deberse al tiempo de experimentación, que fue de 3 semanas.

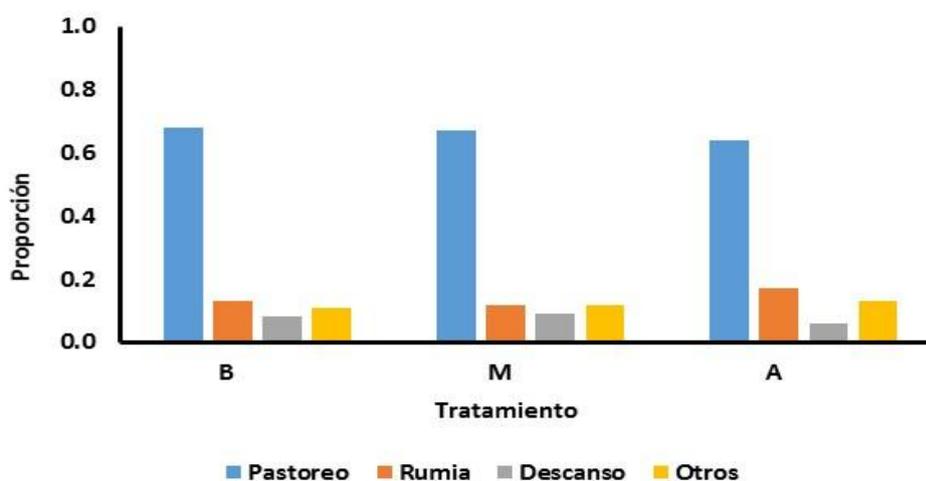


Figura 5: Actividades realizadas (en proporción) en los diferentes tratamientos

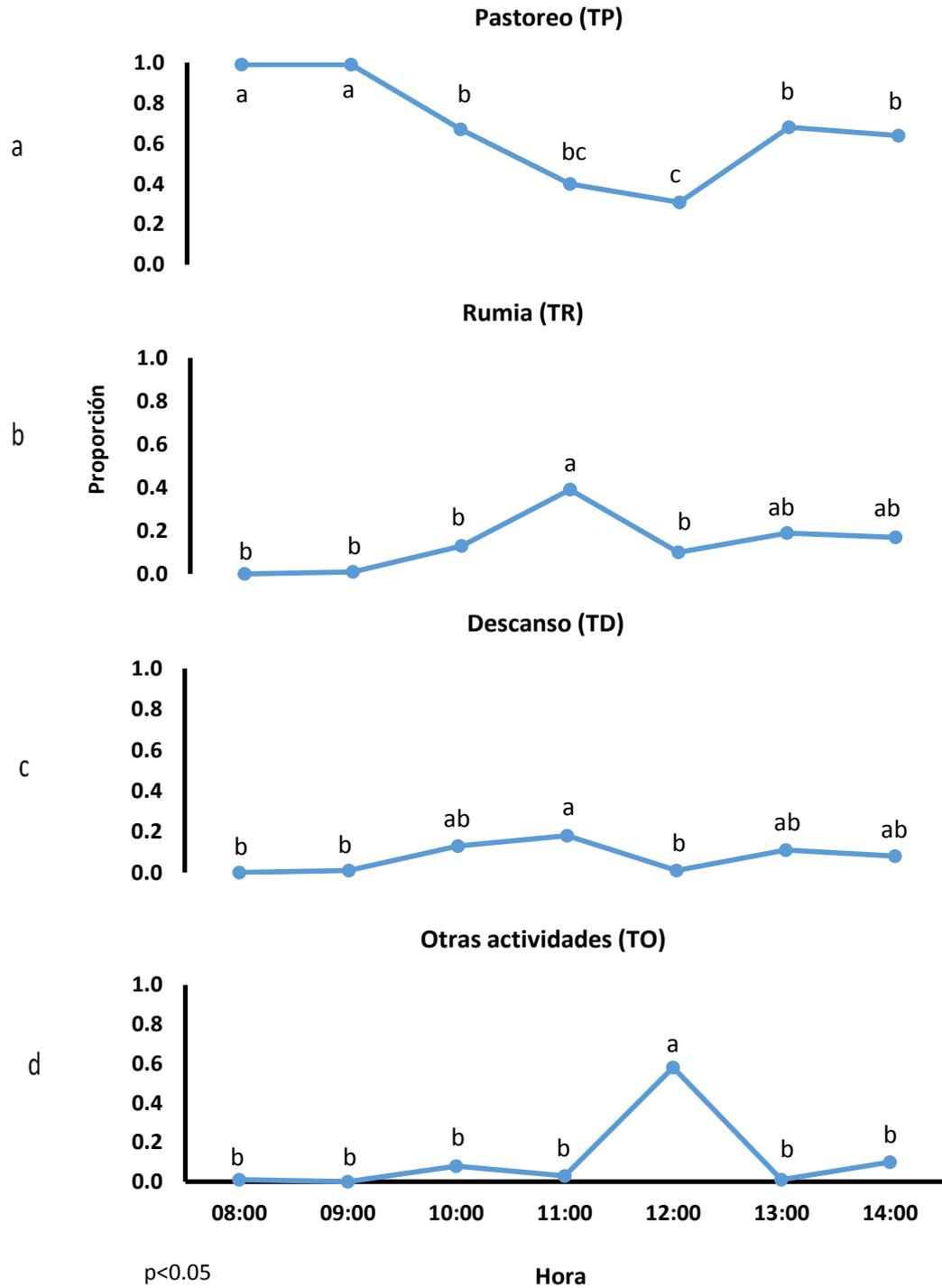


Figura 6 (a, b, c, d): TP, TR, TD y TO a lo largo de la sesión de pastoreo.

Sin embargo, el efecto de la hora de sesión de pastoreo en el tiempo dedicado a las diferentes actividades (en proporción) sí resultó significativa ($p < 0,05$) (Anexo 3, 4 y 5), especialmente por el hecho de que exclusivamente

pastorearon durante las primeras horas de la sesión, y posteriormente esta actividad fue reemplazada por otras (rumia, descanso u otras) (figura 6). Soca (2006) afirma que a medida que transcurre la sesión de pastoreo los animales buscan y caminan con mayor intensidad, lo que provoca una reducción en la velocidad de consumo y por ende en el tiempo de pastoreo. Gibb, citado por Chilbroste et al (1999) ve en el aumento del número de los intervalos cortos para la toma de un bocado hacia el final de la sesión de pastoreo, una explicación para la disminución en la TB y en el tiempo de pastoreo, conforme transcurre la sesión de pastoreo. Al disminuir el tiempo de pastoreo, se dedican a realizar otras actividades como la rumia, el descanso u otros.

4.5. Tasa de Bocado (TB)

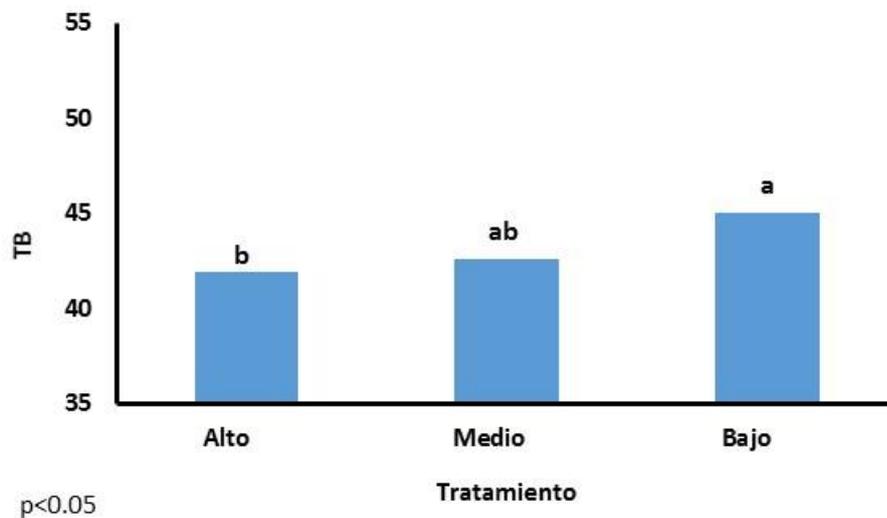


Figura 7: TB (bocados/minuto) para cada tratamiento.

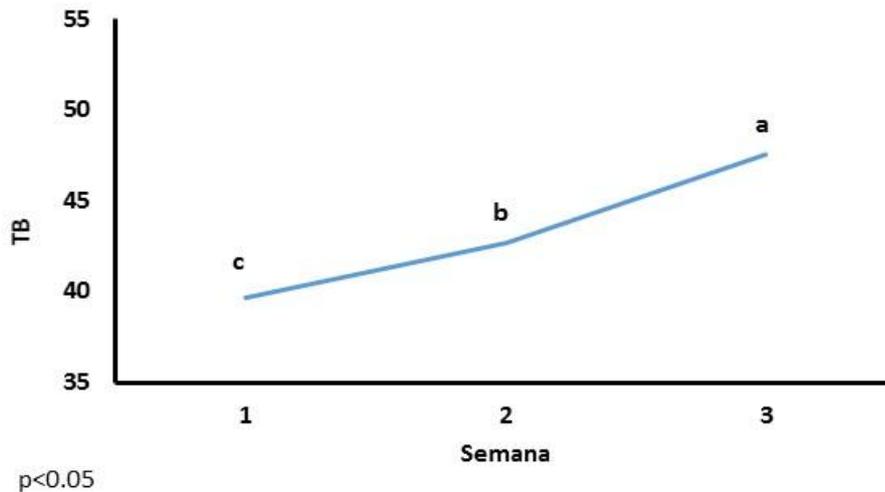


Figura 8: TB (bocados/minuto) a lo largo de las semanas de experimentación.

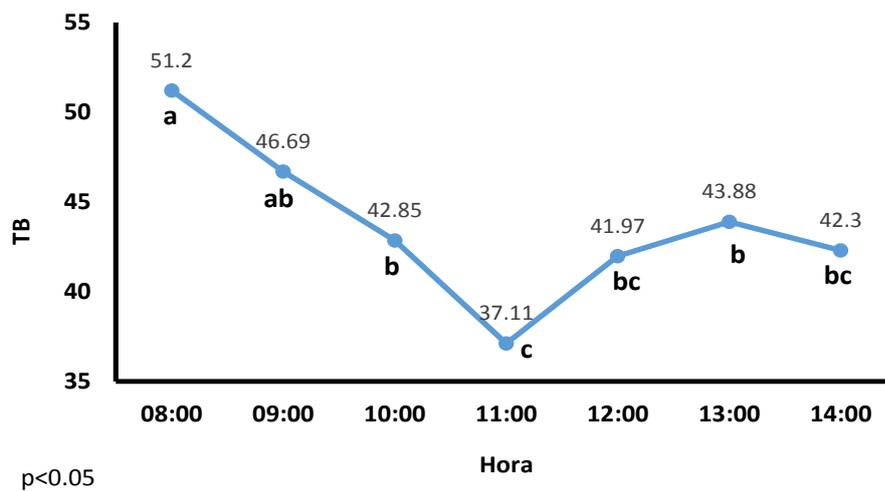


Figura 9: TB (bocados/minuto) a lo largo de las horas de pastoreo.

Fue significativo el efecto del Tratamiento ($p<0,05$), de la semana ($p<0,05$) y de la hora ($p<0,05$) para la TB (Anexo 6), más no hubo efecto de la interacción Tratamiento*Hora ($p=0,43$). Para el caso de los Tratamientos, la mayor TB se dio en Bajo (45,02), seguido del Medio (42,58) y el Alto mostró la TB más baja (41,92) (figura 7). Con respecto a la semana, la figura 8 muestra que la TB fue aumentando conforme éstas transcurrían, consecuentemente la semana 1 registró la TB más baja (36,99), que fue

aumentando en la semana 2 (42,67) para finalizar en su valor más alto (47,57) en la semana 3. Finalmente, observando la figura 9, notamos que a las 08:00 horas se registró la TB más alta, para después caer a su valor más bajo a las 11:00 horas y finalizar en un valor medio de TB en la última hora de pastoreo, a las 14:00 horas.

Con respecto al efecto del tratamiento, algunos autores ven explicada la relación negativa entre la TB con la biomasa y altura de la pastura en el peso de bocado, principalmente porque la relación entre los movimientos de aprehensión y los movimientos mandibulares totales aumenta a medida que crece el peso del bocado (Galli et al., 1996). Afirmando lo dicho, Acosta et al. (2006) encontraron que a medida que la altura disminuye, el peso de bocado declina, y consecuentemente aumenta la TB.

Para explicar el efecto de semana, asumimos que la TB aumentó conforme transcurrían las semanas, debido a que la altura de la pastura fue disminuyendo gradualmente. Al respecto, Acosta et al. (2006) encontraron que a medida que la altura disminuye, el peso de bocado declina, y consecuentemente aumenta la TB.

Para explicar el efecto de la hora, se sabe que la disminución en la TB y del tiempo de pastoreo, conforme transcurre la sesión de pastoreo, podría deberse al aumento del número de los intervalos cortos para la toma de un bocado hacia el final de la sesión de pastoreo (Gibb, citado por Chilbroste et al, 1999). Además, a medida que transcurre la sesión de pastoreo los animales buscan y caminan con mayor intensidad, lo que provoca una reducción en la velocidad de consumo y por ende en la TB y el tiempo de pastoreo (Soca, 2006).

4.6. pH ruminal:

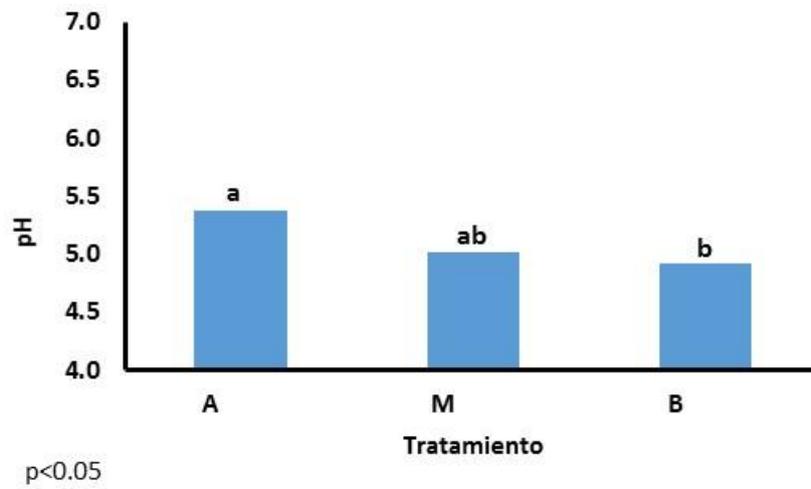


Figura 10: pH ruminal para cada tratamiento.

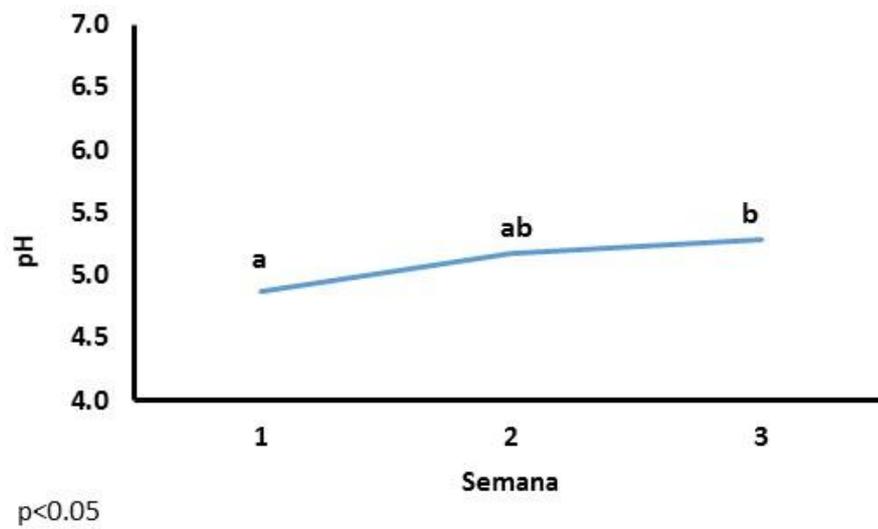


Figura 11: pH ruminal a lo largo de las semanas de experimentación.

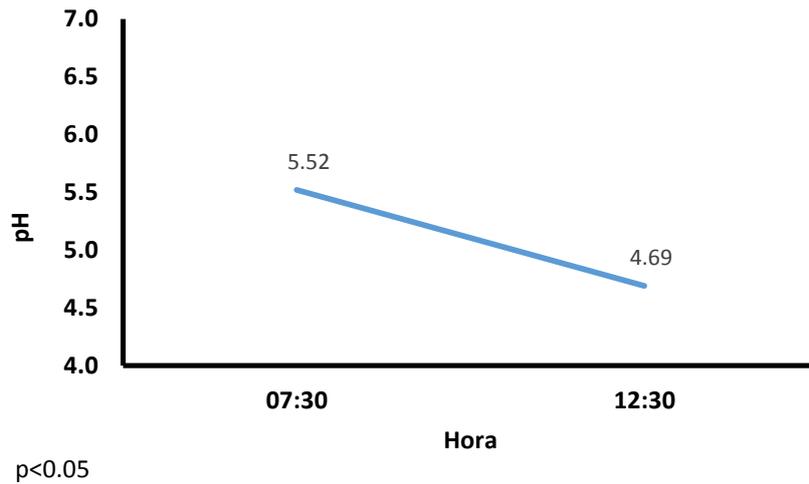


Figura 12: pH ruminal a lo largo de las horas de pastoreo.

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 tampoco se presentó efecto de la interacción Tratamiento*Hora ($p = 0,12$) (Anexo 7). 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 10). Para la semana, la figura 11 muestra que el pH fue aumentando conforme éstas 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. Finalmente, notamos que la hora 1 (7:30 am) registró el pH más alto, para después descender significativamente en la hora 2 (12:30 pm) (figura 12).

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 Allen (1991), bajos niveles de fibra resulta 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 (Welch y Smith, 1970). 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 hallan también consumido material senescente, con mayor contenido de fibra y por lo tanto, afectado significativamente el pH ruminal.

La hora de 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 (Owen et al. 1993), para luego ir descendiendo durante el pastoreo (4,69). Rearte (1992) señala el efecto de las altas concentraciones de carbohidratos solubles en las pasturas en el descenso del pH ruminal.

4.7. Producción de leche:

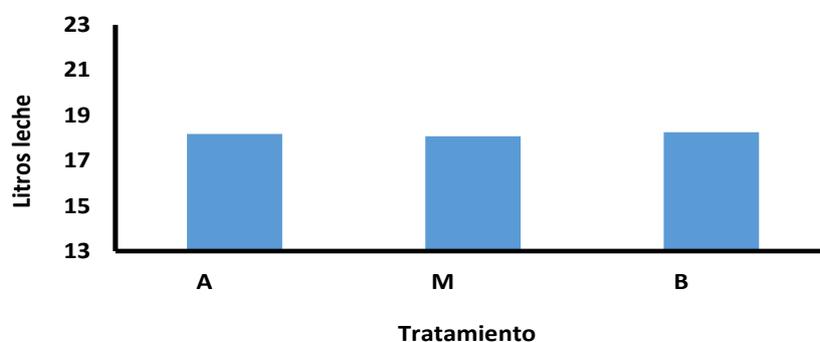


Figura 13: Producción de leche (litros/vaca/día) por tratamiento.

No se dieron diferencias significativas entre los tratamiento 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 13). Es posible que el tiempo de experimentación haya sido muy corto para que se pueda manifestar algún tipo de diferencia significativa en esta variable.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Se encontró efecto ($p < 0,05$) de los tratamientos, de la semana y de la hora, sobre la TB. Sin embargo, no se encontró efecto del tratamiento para el tiempo de dedicado a las distintas actividades (expresado en proporción), aunque sí se observó efecto de la hora de sesión de pastoreo ($p < 0,05$).
- Los tratamientos afectaron significativamente el pH ruminal ($p < 0,05$), también se observó 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.
- La producción de leche no se vio afectada por el tratamiento impuesto.

REFERENCIAS

- Acosta, G, Ayala A, Acosta, A. (2006). Comportamiento en pastoreo de ganado lechero sobre una pastura gramínea de *Dactylis glomerata*, pastoreada en distintas edades de rebrote. *Revista Argentina de Producción Animal*. 26(1):23–30.
- Allen, M.S. (1991) *Vet. Clin. North Am.* 7, 327.
- Petryna, A. y Bavera, G. A. (2002). Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_en_general/07-etologia.pdf
- Aristizabal, J., & Pérez, R. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario de materia seca en vacas de producción, en trópico alto. Fondo Editorial Biogénesis, 263-281.
- Auldist, M. J., Thomson, N. A., Mackle, T. R., Hill, J. P., & Prosser, C. G. (2000). Effects of pasture allowance on the yield and composition of milk from cows of different β -lactoglobulin phenotypes. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 2069-2074.
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., & Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of dairy science*, 86(1), 1-42.
- Barthram, G.T. (1986). *Experimental Techniques; the HFRO Sward Stick*. En: Hill Farming Research Organization. Biennial Report 1984-1985. Penicuik, UK. pp. 29-30.
- Bermúdez, R., y Ayala, W. (2002). Manejo agronómico de *Trifolium alexandrinum* cv INIA Calipso. Capítulo I. Jornada Anual de producción animal, p. 1.

- Burgueño, J. (1997). Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. I. Análisis de los modos disponibles en el equipo (invierno). En: XV Congreso Latinoamericano de Producción Animal. Noviembre. Maracaibo, Venezuela.
- Cangiano CA. (1996). Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. En: Producción animal en pastoreo. Ed.: INTA, Área de Producción Animal, Balcarce. Pp 144.
- Carulla, J. E., y Pabón, M. L. (2006). Estrategias del manejo del pastoreo y de la suplementación para mejorar la calidad composicional de la leche. Memorias I Seminario Internacional de la Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis, Bogotá.
- Carvalho, D. F. et al. (2009). Do bocado ao pastoreio de precisão: Compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(SUPPL. 1), pp.109–122.
- CENAGRO (Censo Nacional Agropecuario). (2012). Cuarto Censo Nacional Agropecuario. INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática). Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Chilbroste, P, Soca, P, Mattiauda, DA. (1999). Effect of the Moment and Length of the Grazing Session on: 1. Milk Production and Pasture Depletion Dynamics. In: Proceedings of International Symposium “Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology”. pp. 292 – 295.
- Cruz, P., Boval, M. (2000). Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.;

Moraes, A.; Moraes, A. D. de; Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F. (ed.) Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford: CABI Publishing. p. 151-168.

- De Veth, M.J, Kolver, E.S. (2001). Diurnal Variation in pH Reduces Digestion and Sintesis of Microbial Protein when Pasture is Fermented in Continuous Culture. *Journal of Dairy Science*. 84(9): 2066 – 2072.
- Del Pozo, P. P., Herrera, R. S., & García, M. (2002). Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con aplicación de nitrógeno y sin ella. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(3).
- François, R., Magri, G., Montes, F. (2003). Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal en novillos Hereford alimentados en base a pasturas de alta calidad en el periodo otoño – invernal: cinética de degradabilidad y parámetros ruminales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
- Galli, J.R., Cangiano, C.A., Fernández, H.H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2):119-142.
- García, J.A. (1995). Estructura del tapiz de praderas. INIA – La Estanzuela, Uruguay. Serie Técnica n°. 66. 10 p.
- Gastó, J., Contreras, D. (1979). Fertilización nitrogenada y precipitación en la productividad de la pradera anual natural del secano Mediterráneo de Chile Central. *Avances en Producción Animal* 4: 115–128.
- Hodgson, J., Brookes, I.M. (1999). Nutrition of Grazing Animals. En: White J, Hodgson J. (Eds). *Pasture and Crop Science*. Auckland, N.Z.: Oxford University Press. 117.

- Hodgson, J. (1990). *Grazing Management. Science into Practice*. Longman Scientific and Technical. Essex, England. 203 p.
- Kretschmer, A. E. (1988). Consideraciones sobre factores que afectan la persistencia de leguminosas forrajeras tropicales. *CIAT. Pasturas Tropicales*, 10, 28-33.
- Kumar, D. (2008). *Definitional glossary of agricultural terms (Vol. 1)*. IK International Pvt Ltd.
- Lascano, C.E. (2002). Caracterización de las pasturas para maximizar producción animal Characterization of pastures to maximize animal production Recibido Marzo 15, 2001 . Aceptado Enero 10, 2002 Conferencia invitada presentada en la XVI Reunión de la Asociación Latinoameric. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 10, pp.126–132.
- Macitelli, F., Berchielli, T.T., De Andrade, P., Da Silveira, R.N. (2003). Influência do Resíduo da Produção do Glutamato Monossódico (Amiferm) sobre os Parâmetros Ruminais e o Consumo de Bovinos Alimentados com Silagem de Milho. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 11(2): 111–118.
- Mattiauda, D.A., Chilbroste, P., Favre, E., Bruni, M., Ordeix, B., Apezteguía, E., Rodríguez, F. (1993). Performance de vacas lecheras en pastoreo de avena suplementadas con afrechillo de trigo. *Ciencia e Investigación Agraria*, 20(2): 126–127.
- Nabinger, C., & de Faccio Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13(3), 18-27.

- Neal, M., Neal, J. y Fulkerson, W.J. (2007). Optimal choice of dairy forages in Eastern Australia. *Journal of dairy science*, 90(6), pp.3044–3059. Available at: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18788090>.
- Owen, Jr. W. F., Lew, N. L., Liu, Y., Lowrie, E. G., & Lazarus, J. M. (1993). The urea reduction ratio and serum albumin concentration as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis. *New England Journal of Medicine*, 329(14), 1001-1006.
- Rearte, D.H. (1992). Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, Cerbas. INTA. 94 p.
- Soca, P. (2006). Estrategia de rumiantes a pastoreo como respuesta a la intervención en el patrón diario de conducta. En: Workshop internacional Sustentabilidade em sistemas pecuários. Pp. 110 – 131. Edit. Masón, Maringá, Brasil.
- Van Soest, P. J. y Wine, R. H. (1967). Use detergents in the analysis of fibrous feed. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J. of Association of Oficial Analytical Chemist*. 50:50-55
- Villalobos, L. & Sánchez, J.M. (2010). Evaluación agronómica nutricional del pasto Rye grass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor Nutricional (Spanish). *Agronomía Costarricense* 34(1): 34(1), pp.31–42. Available at: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=77940452&lang=es&site=ehost-live>.
- Welch, B. and Smith (1970). *J. Dairy Sci.* 73, 97.

- White, J. and J. Hodgson. (1999). Pasture and Crop Science. Oxford University Press. Auckland. New Zealand. 323 p.
- Yokohama, M.T.; Johnson K.A. (1988). Microbiology of the rumen and intestine. En: Church DC (Ed.) The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Prentice-Hall, New Jersey, EEUU. Pp 149 – 158.

ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis proximal de forraje utilizado en el experimento.



LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL Y BROMATOLOGIA DE ALIMENTOS-
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS.

CLIENTE: SULEMA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Cel.:XXXXXXXX

Fecha: 02/11/2017

INSUMO-MUESTRA	Humedad (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Proteína Total (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)	Energía bruta Kcal/kg
12 Cm Inicio	6.315	8.630	16.810	1.890	16.212	46.092	4.616
17 Cm Inicio	5.850	9.400	17.113	2.330	14.799	49.407	4.465
23 Cm Inicio	5.995	8.990	23.498	1.913	13.500	50.508	4.473
12 Cm Final	6.140	10.775	18.713	1.917	12.321	50.123	4.631
17 Cm Final	4.655	9.810	19.790	1.980	12.339	49.497	4.414
23 Cm final	4.780	7.945	21.724	2.153	11.318	54.134	4.437

Metodologías Utilizadas:

- ◆ Humedad AOAC 925.09
- ◆ Ceniza AOAC 942.05
- ◆ Fibra cruda AOAC 962.09
- ◆ EE AOAC 920.39
- ◆ Proteína AOAC 928.08
- ◆ ELN AOAC 923.03

UNTRM-INABA-

DIRECCION: Ciudad Universitaria-EI franco-Higos Urco. Cel:975406826

www.igbi.edu.pe/www.untrm.edu.pe

CHACHAPOYAS-PERU

Anexo 2: ANAVA de los análisis estadísticos de las variables en estudio

Cuadro 1: ANAVA del tiempo de pastoreo expresado en proporción.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.66	24	0.19	5.13	<0.0001
Tratamiento	0.02	2	0.01	0.26	0.7757
Vaca	0.05	2	0.02	0.61	0.5487
Semana	0.06	2	0.03	0.77	0.4714
Hora	3.65	6	0.61	16.06	<0.0001
Tratamiento*Hor	0.89	12	0.07	1.95	0.0582
Error	1.44	38	0.04		
Total	6.09	62			

Cuadro 2: ANAVA del tiempo de rumia, expresado en proporción.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.21	24	0.05	1.63	0.0856
Tratamiento	0.03	2	0.02	0.54	0.5889
Vaca	0.02	2	0.01	0.34	0.7107
Semana	5.00E-04	2	2.50E-04	0.01	0.992
Hora	0.93	6	0.15	5	0.0007
Tratamiento*Hor	0.23	12	0.02	0.62	0.8109
Error	1.18	38	0.03		
Total	2.39	62			

Cuadro 3: ANAVA de tiempo de descanso, expresado en proporción.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.55	24	0.02	1.97	0.0302
Tratamiento	0.01	2	4.70E-03	0.41	0.6682
Vaca	0.01	2	4.70E-03	0.41	0.6682
Semana	0.03	2	0.02	1.31	0.2822
Hora	0.25	6	0.04	3.65	0.0059
Tratamiento*Hor	0.24	12	0.02	1.76	0.0922
Error	0.44	38	0.01		
Total	0.99	62			

Cuadro 4: ANAVA del tiempo dedicado a otras actividades, expresada en proporción.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.43	24	0.1	13.28	<0.0001
Tratamiento	3.50E-03	2	1.70E-03	0.23	0.7971
Vaca	3.50E-03	2	1.70E-03	0.23	0.7971
Semana	0.01	2	4.70E-03	0.62	0.5437
Hora	2.36	6	0.39	51.62	<0.0001
Tratamiento*Hor	0.05	12	4.30E-03	0.57	0.8518
Error	0.29	38	0.01		
Total	2.71	62			

Cuadro 5: ANAVA de la tasa de bocado.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12268.68	24	511.2	7.8	<0.0001
Semana	4251.75	2	2125.88	32.45	<0.0001
Vaca	221.11	2	110.55	1.69	0.1866
Tratamiento	1363.48	2	681.74	10.41	<0.0001
Hora	5637.17	6	939.53	14.34	<0.0001
Tratamiento*Hora	795.17	12	66.26	1.01	0.4379
Error	20636.57	315	65.51		
Total	32905.25	339			

Cuadro 6: ANAVA del pH ruminal.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.56	9	1.06	7.87	<0.0001
Semana	1.07	2	0.54	3.96	0.0314
Vaca	0.38	2	0.19	1.4	0.2646
Tratamiento	1.35	2	0.67	4.99	0.0147
Hora	6.13	1	6.13	45.42	<0.0001
Tratamiento*Hora	0.63	2	0.32	2.34	0.1162
Error	3.51	26	0.14		
Total	13.07	35			

Cuadro 7: ANAVA de producción de leche.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	817.83	6	136.3	91.93	<0.0001
Semana	6.96	2	3.48	2.35	0.1049
Vaca	810.53	2	405.26	273.32	<0.0001
Tratamiento	0.33	2	0.17	0.11	0.8942
Error	83.03	56	1.48		
Total	900.86	62			

Cuadro 8: Registro de producción de leche

Semana	Fecha	Día	Vaca	Tratamiento	Prod. leche (l)
1	21/08/2017	1	Angy	B	14.6
1	21/08/2017	1	Ena	M	20.8
1	21/08/2017	1	Oty	A	11.7
1	22/08/2017	2	Angy	B	15.0
1	22/08/2017	2	Ena	M	20.2
1	22/08/2017	2	Oty	A	11.1
1	23/08/2017	3	Angy	B	18.2
1	23/08/2017	3	Ena	M	22.8
1	23/08/2017	3	Oty	A	14.3
1	24/08/2017	4	Angy	B	18.0
1	24/08/2017	4	Ena	M	22.0
1	24/08/2017	4	Oty	A	13.6
1	25/08/2017	5	Angy	B	19.3
1	25/08/2017	5	Ena	M	23.5
1	25/08/2017	5	Oty	A	14.7
1	26/08/2017	6	Angy	B	19.5
1	26/08/2017	6	Ena	M	23.1
1	26/08/2017	6	Oty	A	15.3
1	27/08/2017	7	Angy	B	18.2
1	27/08/2017	7	Ena	M	22.0
1	27/08/2017	7	Oty	A	14.0
2	28/08/2017	1	Angy	M	19.5
2	28/08/2017	1	Ena	A	22.5
2	28/08/2017	1	Oty	B	13.2
2	29/08/2017	2	Angy	M	19.2
2	29/08/2017	2	Ena	A	21.5
2	29/08/2017	2	Oty	B	13.7
2	30/08/2017	3	Angy	M	17.4
2	30/08/2017	3	Ena	A	22.1
2	30/08/2017	3	Oty	B	14.0
2	31/08/2017	4	Angy	M	19.0
2	31/08/2017	4	Ena	A	22.0
2	31/08/2017	4	Oty	B	14.0
2	1/09/2017	5	Angy	M	20.0
2	1/09/2017	5	Ena	A	23.5
2	1/09/2017	5	Oty	B	16.0
2	2/09/2017	6	Angy	M	17.0
2	2/09/2017	6	Ena	A	20.0
2	2/09/2017	6	Oty	B	13.5
2	3/09/2017	7	Angy	M	18.5
2	3/09/2017	7	Ena	A	23.8
2	3/09/2017	7	Oty	B	13.9

3	4/09/2017	1	Angy	A	19.6
3	4/09/2017	1	Ena	B	23.8
3	4/09/2017	1	Oty	M	14.0
3	5/09/2017	2	Angy	A	18.0
3	5/09/2017	2	Ena	B	22.5
3	5/09/2017	2	Oty	M	14.0
3	6/09/2017	3	Angy	A	18.1
3	6/09/2017	3	Ena	B	23.0
3	6/09/2017	3	Oty	M	13.0
3	7/09/2017	4	Angy	A	19.7
3	7/09/2017	4	Ena	B	23.0
3	7/09/2017	4	Oty	M	12.5
3	8/09/2017	5	Angy	A	19.3
3	8/09/2017	5	Ena	B	23.8
3	8/09/2017	5	Oty	M	14.0
3	9/09/2017	6	Angy	A	19.0
3	9/09/2017	6	Ena	B	24.0
3	9/09/2017	6	Oty	M	13.5
3	10/09/2017	7	Angy	A	18.0
3	10/09/2017	7	Ena	B	22.0
3	10/09/2017	7	Oty	M	13.5