



Evaluación de los indicadores metabólicos en vaquillonas Braford recriadas durante el invierno en dos sistemas de producción: Pastoril y Silvopastoril

Juan Carlos Torres¹ Javier Eduardo Lara² Augusto Viana² Marcos Edmundo Auat³

Harold E. B. Vega Parry Sebastián Rodríguez Esteban Oscar Gutiérrez

Luciana Martínez Calsina⁴ María Zimmerman² Daniel Dos Santos⁵

Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

Evaluation of metabolic indicators in Braford heifers rebred during the winter in two production systems: Pastoral and Silvopastoral.

Abstract. Metabolic profile is a blood test used as an indicator of nutritional balance. The trial was conducted at the Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido of INTA, Leales, Tucumán, Argentina (27°11'10.60"S y 65°14'32.45"W), at an altitude of 335 masl. For both pastoral and silvopastoral systems, *Chloris gayana* cv Épica INTA-Pemán (Rhodes grass) was used, and the tree component for the silvopastoral system was *Neltuma alba* (white carob). The experimental area was 18 ha. Forty-eight heifers were evaluated during three months (June, July and August). The animals were weighed and individual blood samples were taken at the beginning, 30, 57 and 85 days after the start of the trial. Pasture samples were taken before the animals entered the plots. Data were processed with the INFOSTAT program, an ANOVA was performed with a $p \leq 0.05$ and PCA with R. No differences were found in animal live weight or metabolic variables between systems. Only system and interaction effects were found in the % of Senescent Material and % of Senescent Material. The advance in the winter season produced significant differences in the variables evaluated. Between 30 and 57 days, no increase in animal weight was observed. At 57 days, the lowest values of total protein and urea in blood were found. Changes in the pasture were observed as the evaluation period progressed, which had an impact on urea and globulin parameters.

Keywords: Tropical pastures. Urea. Cattle. Subtropical environment.

Resumen. El perfil metabólico es un examen sanguíneo utilizado como indicador del balance nutricional. El ensayo se realizó en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido de INTA, Leales, Tucumán, Argentina (27°11'10.60"S y 65°14'32.45"O), a una altitud de 335 msnm. Para ambos sistemas: pastoril y silvopastoril, se utilizó *Chloris gayana* cv Épica INTA-Pemán (Gramma Rhodes), y el componente arbóreo para el silvopastoril fue *Neltuma alba* (Algarrobo blanco). El área experimental fue de 18 ha. Se evaluaron 48 vaquillonas durante 3 meses (junio, julio y agosto). Se pesaron los animales y se tomaron muestras de sangre individuales al inicio, a los 30, 57 y 85 días de iniciado el ensayo. Las muestras de la pastura se tomaron antes del ingreso de los animales a las parcelas. Los datos se procesaron con el programa INFOSTAT, se realizó un ANOVA con un $p \leq 0,05$ y PCA con R. No se encontró diferencias de peso vivo animal, ni de las variables metabólicas entre los sistemas. Sólo se encontró efecto sistema e interacción en el % de Lámina y % de Material Senescente. El avance en la estación invernal produjo diferencias significativas en las variables evaluadas. Entre los 30 y 57 días no se observaron incrementos en el peso de los animales. A los 57 días se encontraron los menores valores de proteína total y urea en sangre. Se observaron cambios en la pastura a medida que avanzó el periodo de evaluación, lo cual repercutió en los parámetros de urea y proteína total.

Palabras claves: Pasturas tropicales. Urea. Bovinos. Ambiente Subtropical

Recibido: 2024-03-28. Revisado: 2024-07-02. Aceptado: 2024-11-16.

¹Autor para la correspondencia: jctorres8484@gmail.com

² Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido, INTA

³ Facultad de Agronomía Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

⁴ Estación Experimental Famailla CRTSE - INTA

⁵ Facultad de Ciencia Naturales-CONICET. Argentina

Avaliação de indicadores metabólicos em novilhas Braford criadas durante o inverno em dois sistemas de produção: Pastoral e Silvopastoril.

Resumo. O perfil metabólico é um exame de sangue utilizado como indicador do equilíbrio nutricional. O ensaio foi realizado no Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido do INTA, Leales, Tucumán, Argentina (27°11'10.60"S e 65°14'32.45"W), a uma altitude de 335 msnm. Tanto para o sistema de pastagem como para o silvipastoril utilizou-se *Chloris gayana* cv Épica INTA-Pemán (capim Rhodes), e o componente arbóreo para o silvipastoril foi *Neltuma alba* (alfarroba branca). A área experimental foi de 18 ha. Foram avaliadas 48 novilhas durante três meses (junho, julho e agosto). Os animais foram pesados e foram colhidas amostras de sangue individuais no início, 30, 57 e 85 dias após o início do ensaio. Foram colhidas amostras de pasto antes de os animais serem colocados nos recintos. Os dados foram processados com o programa INFOSTAT, ANOVA com um $p \leq 0,05$ e PCA com R. Não foram encontradas diferenças no peso vivo dos animais ou nas variáveis metabólicas entre os sistemas. Apenas foram encontrados efeitos de sistema e de interação na % de folhada e na % de material senescente. O avanço na estação de inverno produziu diferenças significativas nas variáveis avaliadas. Entre 30 e 57 dias, não foi observado aumento no peso dos animais. Aos 57 dias foram encontrados os menores valores de proteína total e ureia sanguínea. Ao longo do período de avaliação foram observadas alterações na pastagem, que tiveram impacto nos parâmetros de ureia e proteína total.

Palavras chave: Pastagens tropicais. Ureia. Bovinos. Ambiente subtropical

Introducción

La producción extensiva de bovinos de carne sobre sistemas pastoriles enfrenta diversos desafíos, entre ellos la variabilidad estacional de la cantidad y calidad de las pasturas, siendo el período invernal el que más las afecta (Nasca *et al.*, 202). Además, el destete en la región, previo a este período, plantea mantener un adecuado desarrollo y crecimiento de los futuros vientres sobre pasturas diferidas. En este sentido, la cría de vaquillonas plantea un plan alimentación que cubra sus requerimientos alimenticios aún en este período, para llegar con un grado óptimo de crecimiento y desarrollo a su primer parto (García Posse *et al.*, 2010)

En el norte argentino, la producción se desarrolla sobre pasturas subtropicales cultivadas, siendo las de mayor difusión las gramíneas C4, tales como *Megathyrus maximus*, *Chloris gayana* y *Pennisetum ciliare* entre otras. El ambiente subtropical de la llanura deprimida de Tucumán se caracteriza por un invierno con heladas, bajos niveles de radiación incidente y escasas a nulas precipitaciones. En consecuencia, las pasturas C4 alternan entre dos períodos claramente definidos, uno de octubre a mayo, en el cual la oferta térmica, radiativa e hídrica permite activo crecimiento y otro de reposo o letargo como consecuencia de las heladas y la baja oferta térmica, radiativa e hídrica, entre noviembre y abril.

En los forrajes, características como densidad y altura de las plantas, relación hoja:tallo o relación material vivo:muerto (Rosales y Pinzón, 2005), permiten caracterizar la calidad de la pastura y analizar su variabilidad. Los rumiantes en pastoreo toman

decisiones de consumo de forrajes, tanto del área a pastorear, como también sobre el componente de la planta a consumir en cada bocado (Skarpe y Hester, 2008). Esta capacidad de selección va a estar sujeta a la presión de pastoreo que se asigne: a menor presión de pastoreo mayor capacidad de selección del animal. Estudios sobre la selectividad en pastoreo documentan diferencias entre especies de plantas y entre materia verde y materia inerte (Lascano, 2000), como así también entre hojas y tallos.

La incorporación de árboles (sistemas silvopastoriles) tiene efectos benéficos sobre algunos componentes de los sistemas de producción ganadera. Diversos autores destacan las mejoras en productividad y calidad de pasturas ocasionadas por la incorporación arbórea (Peri *et al.*, 2007; Belesky *et al.*, 2006; Kaur *et al.*, 2002; Menezes *et al.* 2002). Algunos, relacionan los aumentos de productividad y calidad nutritiva de la pastura a cambios favorables en el suelo (Pollock *et al.*, 2009) y en el microclima bajo canopia arbórea (Baliscei *et al.*, 2013). Otros, reportan una mayor producción de carne en los sistemas silvopastoriles respecto a los sistemas a cielo abierto (Murgueito *et al.*, 2014, Martínez Calsina, *et al.* 2015)

Si bien los estudios en pasturas son orientativos de la calidad de la dieta animal, ya que sobreestiman o subestiman la ingesta real de nutrientes (Hammond, 1983), se hace necesario estudios complementarios, como la determinación del perfil metabólico sanguíneo (Lewis, 1957; Wittwer, 2000). Los niveles de

concentración de metabolitos en sangre pueden ser estimadores de la utilización de los nutrientes aportados por los alimentos (McDowell *et al.*, 1984; Payne *et al.*, 1970) y puede colaborar como indicador del balance nutricional y de la alteración o grado de adecuación de las principales vías metabólicas relacionadas con los niveles de energía, proteínas y minerales (Payne y Payne, 1987; Campos *et al.*, 2007).

Las proteínas del plasma mantienen la presión osmótica del coloide y a la vez son una fuente de aminoácidos. Fijan y transportan sustancias tales como lípidos, ácidos grasos, cobre, hierro y hemoglobina (Muntifering *et al.*, 1985) y son indispensables para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y lactancia. La concentración de proteínas totales en plasma de sangre bovina se utiliza como un parámetro en el control de la salud y nutrición animal (FAO, 1993). Los niveles más bajos se verifican en casos de deficiencia de proteína en la dieta, insuficiencia hepática, uso inadecuado de la proteína ingerida, hemorragia, y pérdida de proteína intestinal o renal. Niveles aumentados se presentan en ocasiones de deshidratación, así como enfermedades crónicas o intermediarias (FAO, 1993).

La albumina es la principal proteína plasmática sintetizada en el hígado y representa entre el 50 – 65 % de la proteína sérica total. Esta macromolécula aporta

el 80 % de la osmolaridad del plasma sanguíneo y se considera un indicador más sensible que el dosaje de proteínas totales en sangre para evaluar el estado nutricional. Valores de albúmina persistentemente bajos sugieren consumo insuficiente de proteínas y en casos de desnutrición severa, la albuminemia puede caer a niveles por debajo de 20 g.l-1 (Sauberlich *et al.*, 1981).

Otro indicador sanguíneo importante es el nivel de urea, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen (Hammond, 1997). La urea se sintetiza en hígado en cantidades proporcionales a la concentración de amoníaco producido en el rumen y su concentración en sangre está directamente relacionada con los niveles de proteína en la ración y la relación energía/proteína de la dieta (Hammond 1983, Hammond *et al.* 1993, Wittwer *et al.*, 1993).

En el presente trabajo se evaluaron indicadores metabólicos en vaquillonas Braford y su relación respecto a los cambios en la estructura de la pastura, durante el periodo invernal en dos sistemas de producción: pastoril a cielo abierto (CA) y silvopastoril (SP).

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el Instituto de Investigación Animal Del Chaco Semiárido (IIACS), CIAP-INTA, Leales, Tucumán, Argentina (27°11'10.60''S y 65°14'32.45''O), a una altitud de 335 msnm. El clima es subtropical subhúmedo con estación seca. La precipitación acumulada media anual es de 880 mm, concentrada de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 19 °C, siendo la media del mes más cálido 25 °C y la del mes más frío 13 °C. El suelo es un Haplustol fluvacuéntico (Soil Taxonomy, USDA). El componente pastoril de los sistemas fue *Chloris gayana* cv Épica INTA-Pemán (Grama Rhodes Épica) sembrada en el año 2010, pastoreada hasta marzo (otoño) del 2018 y luego clausurada hasta junio (inicio de invierno) de 2018, cuando dio inicio el ensayo (90 días de descanso hasta el momento del primer muestreo). En el SP el componente arbóreo fue *Neltuma alba* (Algarrobo blanco) implantada en 1998 en un marco de plantación de 10 x 10 m, los árboles presentaban un diámetro promedio a 1,3 m de 30,21 ± 7,6 cm, una altura total de 8,33 ± 1,2 m y una altura al fuste de 1,70 ± 0,6 m. El área experimental total fue de 10,8 ha, 5,4 ha para el sistema CA y 5,4 ha para el sistema SP. Ambos sistemas, se dividieron en 2 áreas de 2,7 has cada uno. Cada área, a la vez, estuvo sub-

dividido en 3 parcelas de 0,9 has (50 x 180 m) cada una. Se utilizaron 48 vaquillonas de raza Braford, que se distribuyeron al azar en 4 grupos de 12 animales cada uno, asignándose dos grupos para cada sistema. Cada repetición (grupo de 12 vaquillonas cada uno) se manejó mediante pastoreo rotativo sobre las 3 parcelas. Los tiempos de permanencia de cada repetición en cada una de las 3 parcelas fue 30, 27 y 28 días.

Para lograr un aumento medio diario, propuesto en 0,250 kg/cab/día, se ofreció a los animales una suplementación de 1 kg/cab/día, compuesta por grano de maíz y expeler de soja en partes iguales. Esta suplementación se mantuvo constante durante el periodo evaluado.

Para los análisis hematológicos se tomaron muestras individuales de todas las vaquillonas en 4 momentos: al inicio, a los 30, 57 y a los 85 días del ensayo por la mañana, en la manga y antes de su pesada. Técnicos entrenados extrajeron aproximadamente 10 ml de sangre por venopunción yugular. Las mismas se colocaron en tubos heparinizados y centrifugadas durante 15 minutos a 2000 rpm entre las 2 y 3 hs posteriores para la obtención de suero. El suero separado fue trasvasado a tubos eppendorf de 2 ml y

conservados a -20 °C hasta su posterior procesamiento. Los análisis se efectuaron por métodos enzimáticos y colorimétricos clínicos estandarizados con los kits Wiener lab (Rosario, Argentina). Las lecturas se realizaron en espectrofotómetro UV visible, calibrado a la longitud de onda correspondiente para la medición de las concentraciones de cada una de las variables evaluadas: proteínas totales (g/l), albumina (g/dl) y urea (mg/dl). La concentración de globulina (g/dl) se obtuvo por diferencia (proteínas totales - albumina).

Luego de recolectadas las muestras sanguíneas, se registró el peso individual de los animales, quienes contaban con un encierro previo de 15 horas sin alimento y agua de bebida.

La producción de biomasa aérea de forraje (kg/ha) se estimó antes del ingreso de los animales a cada parcela. Se tomaron 10 muestras en el sistema CA y en el sistema SP, se tomaron 10 muestras en los sitios ubicados entre las copas de los árboles y 10 muestras bajo las copas. Las muestras consistieron en recolectar la totalidad del forraje ubicado sobre ¼ m² a lo largo de la parcela. Estas se remitieron al laboratorio de forrajes del IIACS para su procesamiento. Luego de pesar las muestras en fresco (balanza de 0,01 g de precisión) se tomó una submuestra de 50 g en la cual se

separaron sus componentes estructurales: lámina (L), tallos+vainas (T+V), inflorescencias (I) y material senescente (Se.) Se colocaron los componentes en estufa, se calculó el porcentaje de materia seca y se multiplicó por el total de material verde cosechado en el ¼ m² para determinar la biomasa aérea total. De la relación entre el peso seco de los componentes y el peso total de la muestra seca se obtuvieron los porcentajes de sus componentes.

Se registraron los datos ambientales de temperatura y precipitación a través de una Estación Meteorológica Automática (Davies Modelo Vantage Pro 2).

Los datos se procesaron estadísticamente mediante el programa INFOSTAT y se realizó un ANOVA, con la prueba de LSD Fisher ($P \leq 0,05$). Para el análisis del peso vivo y de las variables sanguíneas (proteínas totales, albumina, globulina y urea), se utilizó el modelo general mixto, donde las variables fijas fueron el sistema, la fecha y la interacción sistema-fecha, mientras que la variable aleatoria fue el animal. Para el análisis de las pasturas las variables evaluadas fueron sistemas, fecha e interacción sistema-fecha. Además se realizó un análisis de coordenadas del análisis de componente principales (PCA), se planteó un ANCOVA y se evaluó las diferencias en las dinámicas entre sistemas.

Resultados

Variables meteorológicas: temperatura y precipitaciones

Durante el periodo de clausura (otoño 2018) las temperaturas media mensual (T_m) fueron superiores a la temperatura base (T_b) de la Grama Rhodes (12 °C; Jones, 1985): 22,0 °C, 21,7 °C y 17,2 °C para marzo, abril y mayo, respectivamente. La suma térmica para este periodo fue 720 grados días (°Cd). La precipitación acumulada durante este periodo fue 136,1 mm (marzo: 58,3 mm; abril: 29,5 mm; mayo: 48,3 mm). En el periodo experimental (invierno) las T_m fueron 10,5 °C, 10,1 °C y 14,3 °C para los meses de junio, julio y agosto, respectivamente (Figura 1), mientras que la precipitación para los mismos meses fue 3,4 mm, 7,2 mm y 0 mm, respectivamente. En este periodo se registraron 46 heladas agronómicas (junio: 17; julio: 15; agosto: 14).

Peso de los animales

No se encontraron diferencias de peso en los animales entre los sistemas estudiados ($p = 0,149$) para las diferentes fechas evaluadas. Entre los 4 momentos

de pesaje se notó un incremento significativo ($p < 0,0001$) del PV de los animales entre los días 1 al 30 y entre los días 57 al 85, no así en el periodo comprendido entre los días 30 y 57 (Tabla 1). y para la interacción fecha*sistema ($p = 0,9172$).

El aumento medio diario de peso vivo (AMDPV) no presentó diferencia significativa con $0,29 \pm 0,05$ kg/cab/día para el SP y de $0,18 \pm 0,05$ kg/cab/día para el CA ($p = 0,14$).

Figura 1. Temperaturas (°C) máximas (línea negra), media (línea gris oscura) y mínima (línea gris clara) y base para Grama Rhodes (línea punteada negra) para los meses de junio, julio y agosto.

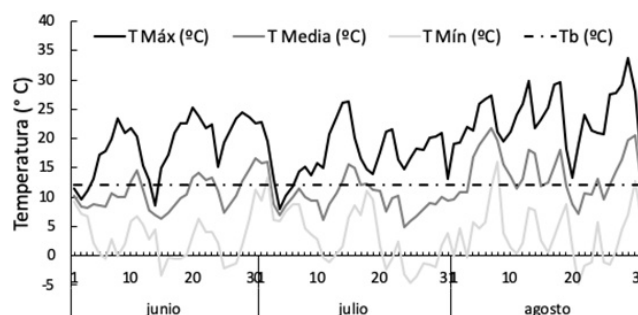


Tabla 1: Peso vivo promedio de vaquillonas Braford por sistema (y) para cada fecha

Días de ensayo	Peso Vivo (Kg)	
	Silvopastoril	Cielo Abierto
1 (08/6)	163,29 ± 3,94 ^a	166,38 ± 3,94 ^a
30 (07/7)	175,42 ± 3,47 ^b	178,13 ± 3,47 ^b
57 (02/8)	175,08 ± 3,83 ^b	177,88 ± 3,83 ^b
85 (30/8)	180,67 ± 3,88 ^c	187,92 ± 3,88 ^c

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Indicadores metabólicos

Los sistemas SP y CA no presentaron diferencias estadísticas para las variables metabólicas evaluadas, con valores en el SP y CA para las variables proteína total de $63,09 \pm 0,63$ y $62,28 \pm 0,63$ ($p = 0,36$) y la interacción sistema fecha ($p = 0,34$), albumina de $34,08 \pm 0,50$ y $34,68 \pm 0,50$ ($p = 0,42$) y la interacción sistema fecha ($p = 0,24$), globulina de $29,03 \pm 0,72$ y $27,60 \pm 0,72$ ($p = 0,16$) y la interacción sistema fecha ($p = 0,50$), urea de $36,48 \pm 1,22$ y $36,78 \pm 1,22$ ($p = 0,65$) y la interacción sistema fecha

($p = 0,09$). Sin embargo, si las hubo diferencia con el avance de la estación invernal, presentando respuestas diferenciales según la fecha $p < 0,0001$ (Tabla 2).

Biomasa aérea del forraje y componentes del rendimiento

El valor inicial de biomasa aérea del forraje (Cuadro 3) representa el acumulado desde la fecha de clausura, en marzo, hasta el inicio de la fecha de muestreo, en junio, cuando ingresaron los animales al lote. En todas las variables evaluadas sólo se encontró un efecto debido a la fecha a excepción de % L y % Se para los cuales se encontró efecto sistema e interacción sistema-fechas (Cuadro 4).

Se observó un menor valor de biomasa en la última fecha y un cambio en los componentes del rendimiento, con una estructura de peor calidad a medida que avanza el invierno, explicado por la disminución del % L y un incremento en el % T+V y % Se.

Tabla 2: Concentración sérica de proteínas totales (g.l^{-1}), albumina (g.l^{-1}), globulina (g.l^{-1}) y Urea (mg.dl^{-1}) para las cuatro fechas evaluadas.

Días de Ensayo	Proteínas Totales	Albumina	Globulina	Urea
1 (8/6)	60,94 ± 0,89 ^a	28,18 ± 0,65 ^a	32,78 ± 1,02 ^a	43,64 ± 1,46 ^c
30 (7/7)	65,68 ± 0,89 ^b	38,38 ± 0,65 ^c	27,31 ± 1,02 ^b	38,84 ± 1,46 ^b
57 (2/8)	60,51 ± 0,89 ^a	35,71 ± 0,65 ^b	24,81 ± 1,02 ^c	27,73 ± 1,46 ^a
85 (30/8)	63,61 ± 0,89 ^b	35,24 ± 0,65 ^b	28,36 ± 1,02 ^b	36,33 ± 1,46 ^b

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 3: Producción de biomasa (kg/ha) y proporción de los componentes de rendimiento; Láminas (% L), tallos+vainas (% T+V), inflorescencias (% I) y material senescente (% Se.), para las tres fechas evaluadas.

Fecha	Biomasa aérea	% L	% T+V	% I	% Se
07/6/2018	4256,6 ± 506,3 ^b	28,1 ± 1,2 ^c	51,4 ± 1,82 ^a	5,8 ± 0,48 ^c	14,7 ± 1,68 ^a
06/7/2018	5010,4 ± 506,3 ^b	7,4 ± 1,2 ^b	52,7 ± 1,82 ^a	1,2 ± 0,48 ^a	38,7 ± 1,68 ^c
01/8/2018	2376,0 ± 506,3 ^a	2,5 ± 1,2 ^a	61,5 ± 1,82 ^b	2,8 ± 0,48 ^b	33,2 ± 1,68 ^b

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 4: Porcentaje de Láminas (% L) y Material Senescente (% Se), para las tres fechas evaluadas para cada sistema.

Variable	% L		% Se	
Sistema	Silvopastoril	Pastoril	Silvopastoril	Pastoril
07/6/2018	30,5 ± 1,41 ^c	25,8 ± 1,99 ^c	10,9 ± 1,94 ^b	18,5 ± 2,74 ^a
06/7/2018	14,9 ± 1,41 ^b	0,0 ± 1,99 ^a	26,6 ± 1,94 ^d	50,8 ± 2,74 ^c
01/8/2018	5,0 ± 1,41 ^a	0,0 ± 1,99 ^a	32,4 ± 1,94 ^d	34,1 ± 2,74 ^b

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Interacción entre variables principales

En base al análisis de componente principales (PCA) se realizó un gráfico de Biplot de 2 ejes (Figura 2), donde se puede observar que el mismo captura el 60,63 % de la varianza total explicada. Luego, teniendo en cuenta los dos ejes PCA se realizó el círculo de correlaciones (Figura 3), en el cual se observa la

coestructura de los datos. Los mismos muestran que las concentraciones sérica de albúmina y urea tuvieron una relación opuesta y estas covarían con el % L y % Se. A mayor % L, mayor fue la concentración de urea en sangre. A mayor % Se, disminuyó la concentración de urea y aumentó la concentración de albumina. Proteínas totales y globulina se mantienen como una variable independiente.

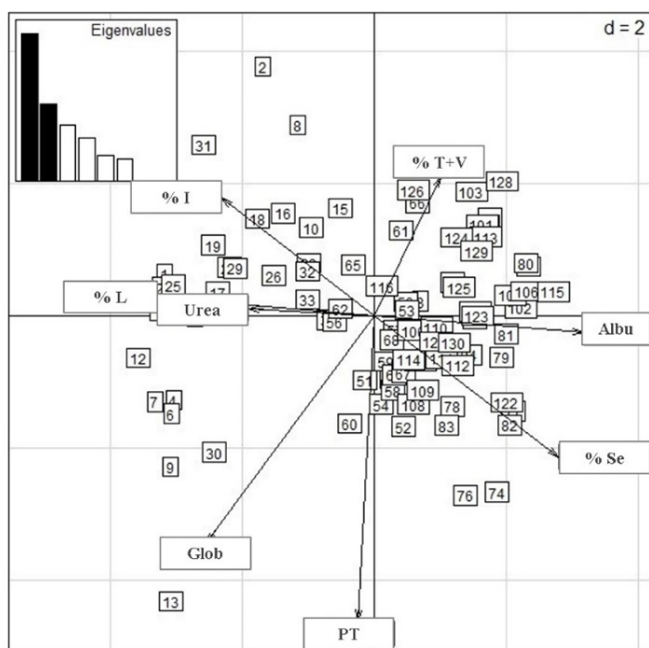


Figura 2. Biplot con los dos ejes del PCA para: 1) Variables de la pastura: Producción de biomasa ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y proporción de los componentes de rendimiento: Láminas (% L), tallos+vainas (% T+V), inflorescencias (% I) y material senescente (% Se) y 2) metabolitos sanguíneos: proteínas totales (PT, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), albumina (Albu, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), globulina (Glob, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) y Urea ($\text{mg} \cdot \text{dl}^{-1}$).

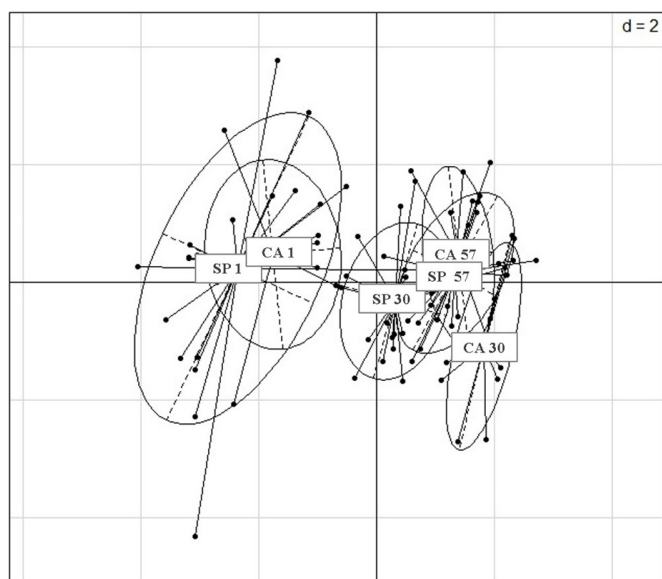


Figura 4. Eclipses de confianza según los sistemas (CA y SP) y tiempos (1, 30 y 57 días) de los puntos proyectados en el mapa factorial del PCA para las variables de la pastura (Producción de biomasa ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y proporción de los componentes de rendimiento: Láminas (% L), tallos+vainas (% T+V), inflorescencias (% I) y material senescente (% Se)) y metabolitos sanguíneos (proteínas totales (PT, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), albumina (Albu, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), globulina (Glob, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) y Urea ($\text{mg} \cdot \text{dl}^{-1}$)) para las tres fechas evaluadas 1, 30 y 57 días de iniciado el ensayo.

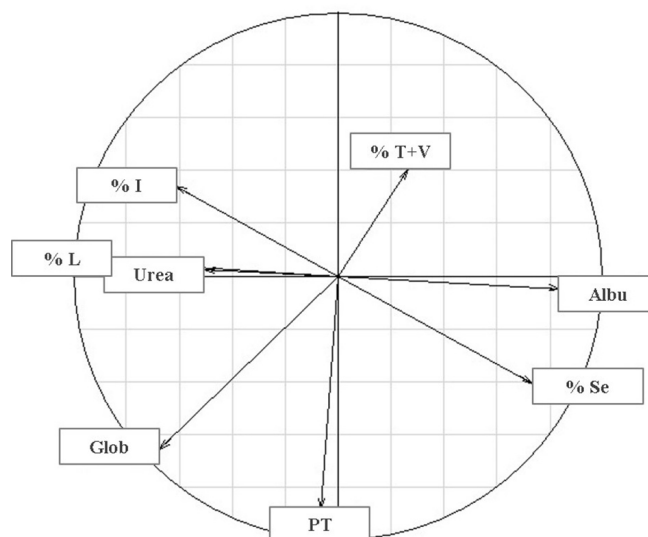


Figura 3. Circulo de correlaciones con los dos ejes del PCA para: 1) Variables de la pastura: Producción de biomasa ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y proporción de los componentes de rendimiento: Láminas (% L), tallos+vainas (% T+V), inflorescencias (% I) y material senescente (% Se) y 2) metabolitos sanguíneos: proteínas totales (PT, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), albumina (Albu, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), globulina (Glob, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) y Urea ($\text{mg} \cdot \text{dl}^{-1}$).

Como se puede observar en el gráfico 4 en ambos sistemas para la fecha 1 están dispuestos para el sector de mayor % L y contenido de urea siendo que SP presenta un mayor sesgo hacia la izquierda lo que representa un mayor % L y contenido de urea que el CA, a los 30 días se observa la mayor diferencia dado que SP se mantiene en el medio del gráfico mientras que CA se posiciona hacia la derecha donde se incrementa % Se y contenido de albumina, ya en el día 57 los dos sistemas convergen en el punto de mayor contenido de % Se. Por lo tanto, se observa un efecto global donde el SP tiene una mayor tendencia al % L y concentración de urea y menor tendencia al % Se y albumina, en relación al CA.

Discusión

Si bien hay diferencias en los resultados de los SP en comparación con los CA, dentro de las cuales encontramos una alta variación. Romero Delgado *et al.*, (2020) informo que el SP genera beneficios en la obtención de una mejor calidad y cantidad de pastura en el periodo de verano con respeto al CA, lo cual difiere de los presentado por Da Silva *et al.*, (2020) que evaluó un sistema CA y SP y no encontró diferencias en la producción de pasturas, ni en la producción animal, y a su vez estos dos difieren de lo presentado por Pereira, *et al* (2021) el cual encontró una disminución en la producción de forraje y producción animal. Estas diferencias se las puede adjudicar a las diferentes asociaciones entre la especie de árbol y gramínea, como a la densidad y distribución especial de los árboles, así como a la edad y estructura de los árboles, dos Santo *et al* (2023), informa que una mayor incidencia de la luz solar provoca un aumento de la tasa fotosintética de la planta, y por lo tanto, un incremento en la acumulación de biomasa seca de forraje.

En las condiciones del ensayo donde sumado a todas estas variaciones en los sistemas, encontramos la presencia de helada, la cual detiene el crecimiento de los forrajes. La calidad de la pastura esta en función a lo lograda en el periodo de activo crecimiento y al grado de protección del árbol sobre la pasturas, diversos autores destacan el cambio del microclima bajo canopia arbórea (Baliscei *et al.*, 2013; Menezes *et al.*, 2002)

Santos *et al.* (2003) postulan que es mejor minimizar la cantidad de tallos en lugar de maximizar la tasa de acumulación de forraje y por lo tanto consideran a la relación H/T como un indicador de calidad. Esta mejor calidad inicial reportada en el ensayo para las pasturas de los SP estaría relacionada a la proporción de sus componentes estructurales, que van modificándose a medida que transcurre el periodo invernal. Esta variación en la proporción de los componentes puede evidenciarse en los resultados obtenidos a través del % L y % Se, el primero presentó una menor disminución en el SP en relación con el CA, mientras que el segundo presento mayores valores en el CA en relación al SP a media que avanzaron los días del experimento. Steinberg *et al.* (2012) reportaron pérdidas significativas del forraje diferido de *Panicum coloratum* a medida que se demoró el momento de aprovechamiento, debido principalmente, a la pérdida de hojas que provocó una disminución en la relación hoja/tallo. Los cambios en estas variables están relacionados con una disminución de la calidad siendo esta disminución mayor para el CA que para el SP.

Sin embargo, estos cambios de estructura de la pastura y sus dinámicas diferentes entre los sistemas

no fueron suficientes para generar diferencias en la producción animal y en el AMDPV de los animales. Valores similares de AMDPV fueron encontrados para vaquillonas criadas sobre pastos tropicales según García Posse *et al.* (2010). Dichos hallazgos implican una necesidad de reformular la suplementación estratégica durante ese mes, para sostener los niveles de AMD en los animales, en especial en la categoría evaluada, la cual necesita sostener un adecuado crecimiento para no comprometer su desarrollo a la madurez (García Posse *et al.*, 2010).

Los valores de proteína total se encuentran dentro de los valores normales hallados en la bibliografía consultada (Román Maza *et al.*, 2021). La albumina presentó el menor valor para el mes de junio, valor que se encontraría por debajo de los valores normales (30,3 y 35,5 g.l⁻¹), según lo reportado por Kaneko *et al.* (1997). Hay que considerar que como la vida media de la albúmina es de dos semanas, es necesario un período más largo de ingesta con la nueva dieta para encontrar modificaciones en su concentración plasmática (Kaneko *et al.*, 1997). Por dicha razón en algunos estudios no se han observado cambios en su concentración frente a modificaciones en la dieta (Mena *et al.*, 2004). González *et al.* (2000) estudiaron la concentración de albúmina en vaquillonas cruce cebú criadas a campo en base a pastos nativos desde octubre a noviembre en Rio Grande del Sur (Brasil) y obtuvieron un valor medio de 33 g.l⁻¹, presentando los valores más bajos correspondientes al mes de junio, hay que tener presentes que ellos no presentan heladas en el periodo invernal. Según lo informado por Sauberlich *et al.* (1981), niveles de 20 g.l⁻¹ de albumina se corresponden a animales con subnutrición severa.

Por otro lado, valores similares para albumina y globulina a los hallados en el presente estudio fueron reportados por Silva *et al.* (2008) en bovinos Nelore criados a pasto.

El aumento en la concentración de globulinas puede ocurrir ante la presencia de procesos infecciosos en el organismo (Duncan *et al.*, 1994). Otra de las causantes del incremento podría ser una situación de estrés, en la que los animales responden incrementando el valor de este indicador. Ejemplo de ello sería el destete. En el presente trabajo, los valores de globulinas de junio fueron superiores a los de albumina. El manejo que recibieron los animales en forma previa al ingreso al ensayo consistió en la realización del destete y la aplicación de antiparasitarios y antibióticos, lo que podría considerarse como estresores que pudieron haber desencadenado el aumento de la variable en consideración. Valores similares a los hallados en el

Discusión

presente trabajo fueron reportados por Fagliari *et al.* (1998) para vaquillonas destetadas de raza Nelore.

Llama la atención cómo cambia la relación albumina/globulina entre el primer y el tercer muestreo la cual se invierte. Esta diferencia puede deberse al manejo nutricional que tuvieron los animales al momento de ingresar al ensayo: Antes del mismo, los animales se encontraban consumiendo solamente pastura, mientras que al ingresar al ensayo comenzaron a recibir una suplementación energética y proteica. Por lo tanto, este cambio en la alimentación podría haber ocasionado el incremento de la proteína total que fue percibido recién en la segunda fecha de muestreo.

Si bien la suplementación se mantuvo para todo el ensayo, en el tercer muestreo se observa una merma en la proteína total. Dicha merma, podría estar ocasionada por la menor disponibilidad de biomasa, lo cual jugaría un papel importante, ya que estaría asociada a una menor capacidad de selección por parte de los animales.

En cuanto a la última fecha evaluada, finales de invierno, se observó en ella un incremento en la concentración de proteína total, que podría explicarse por la aparición del rebrote de hojas en la parte basal de la mata, asociados al incremento de las temperaturas medias las cuales superaron la T_b de las plantas.

No se encontró diferencia en la producción animal entre los sistemas, lo cual fue acompañado por la misma respuestas de los indicadores metabólicos.

Mientras que en las variables estructurales de la pastura %L y %Se se encontraron diferencias entre los sistemas, con una mejor respuesta en el SP en relación al CA.

Es importante remarcar que si se encontró una correlación entre las variables estructurales y los indicadores metabólicos, donde un incremento de %L fue acompañado de un incremento en la urea y a la inversa un incremento en %Se fue acompañado por incrementos en la albumina.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no hay conflictos de intereses en el presente trabajo.

Aprobación del Comité de Experimentación Animal: Este experimento fue aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, CICUAE INTA, aprobó el trabajo Científico, luego de haber observado el cumplimiento de las normativas establecidas por dicho comité para el uso de animales de experimentación.

Contribuciones de autor: Los autores participaron en la toma de datos, análisis y escritura del trabajo y están de acuerdo con el escrito.

La concentración de urea en sangre se considera un indicador del estado proteico del animal a corto plazo, mientras que la albúmina lo evidencia a largo plazo (Payne y Payne, 1987). Las concentraciones plasmáticas de urea son muy sensibles a los cambios en el aporte proteico de la dieta e incluso a variaciones durante el día (Noro *et al.*, 2012).

Los valores de urea relevados se encontraron dentro de los valores de referencia publicados por Kaneko *et al.* (1997) citando como valores normales de urea en plasma bovino un rango entre 17 y 45 mg.dl⁻¹.

González *et al.* (2000) obtuvieron una concentración media general de urea plasmática de 25,2 mg.dl⁻¹ con valores entre 12,2 y 29,5 mg.dl⁻¹, y de manera similar para la albúmina, en el mes de junio, con un promedio (12,2 mg.dl⁻¹). En el presente ensayo, a diferencia de lo que pasó con la albumina, en el mes de junio se encontró el mayor valor de urea. Este mayor valor podría estar asociado a los mayores valores en el % L hallados en esa fecha, con valores promedio del 28 %. Similares valores de % L fueron hallados por Torres *et al.* (2019), quienes reportaron valores de % L del 31 % para la misma pastura en el mes de junio. Castillo y Gallardo (1995), informaron que la sobrealimentación con proteína en pastoreo está relacionada con altas concentraciones de N amoniacal en rumen y de nitrógeno no proteico en sangre y leche (Comeron *et al.*, 1995).

Conclusiones

Se concluye que los perfiles metabólicos son buenos estimadores de la respuesta animal en sistemas pastoriles, donde la medición del consumo se dificulta dado a la posibilidad de selección del animal y a la variación en la calidad de la pastura.

El monitoreo de los perfiles metabólicos permitiría ajustar la suplementación estratégica para asegurar un balance de nutrientes que garantice el crecimiento y desarrollo, en particular de una categoría animal tan sensible como la estudiada.



Fondo: Los fondos fueron percibidos del programa PIUNT (A6732): "Eficiencia y Sostenibilidad en sistemas ganaderos: efectos de la alimentación y el bienestar animal sobre el producto y el medio ambiente". Dirección, **Ing. Zoot. Dr. Vega Parry, Harold Enrique Bernabé** y del proyecto Estructural (PE-I015, INTA); "Manejo de Sistemas Silvo-Pastoriles Hacia un Manejo Sustentable". Dirección, **Ing. Agr. Ms. Sc. Luis Colcombet**.

Editado por: Raquel Pérez Clariget

Literatura Citada

- Baliscei, M.A.; Barbosa, A.; de Souza, D.; Teixeira M.A.; Costa A.; Krutzmann, A.; de Oliveira Queiroz, E. 2013. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* v. 35, n. 1, p. 49-56.
- Belesky, D.P.; Chatterton, N.J.; Neel, J.P.S. (2006). *Dactylis glomerata* growing along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: III. Nonstructural carbohydrates and nutritive value. *Agroforestry Systems* 67:51-61.
- Campos, R., Cubillos, C., y Rodas, Á. G. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronómica*, 56(2), 85-92.
- Castillo, A.R y M.R Gallardo. 1995. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa. En: "La alfalfa en la Argentina". Sub Programa Alfalfa del INTA Eds. Buenos Aires, Argentina. 281 pág. .
- Comeron, E. A.; Romero, L. A.; Bruno, O. A.; Gaggiotti, M. C. y MC.Diaz. 1995. Efecto del nivel de asignación de pastura de alfalfa sobre la respuesta de vacas lecheras. 2. Producción y composición química de la leche. En: XIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal -ALP A. Paisandú - Uruguay.
- Da Silva, F. S., Domiciano, L. F., Gomes, F. J., Sollenberger, L. E., Pedreira, C. G., Pereira, D. H., & Pedreira, B. C. (2020). Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. *Agroforestry Systems*, 94, 1891-1902.et
- Dos Santos Neto, C. F., da Silva, R. G., Maranhão, S. R., Cavalcante, A. C. R., Macedo, V. H. M., & Cândido, M. J. D. (2023). Shading effect and forage production of tropical grasses in Brazilian semi-arid silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*, 97(6), 995-1005.
- Duncan J.R., Prasse K.W., Mahaffey E.A. 1994. Leukocytes: Veterinary Laboratory Medicine. En: *Clinical Pathology* pp. 37-62. Eds. Duncan J.R., Prasse K.W., Mahaffey E.A. University Press. Iowa State.
- FAO-AIEA, F. and Agriculture Organization-Internacional Atomic Energy Association. 1993. Nutritional Metabolite kit protocols. ed. Joint FAO/IAED Division, animal production and Health section.
- Fagliari, J.J. 1998. Constituintes sanguíneos de bovinos lactentes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bos bubalis*) da raça Murrah. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.50, n.3, p.263-271.
- Forbes, J.M. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Cabi.
- García Posse F., Pérez P., Alcocer G., 2010. Cria y recría de vaquillonas sobre pastos tropicales en el noroeste santiagueño, ocho años de estudio de caso. Año 2010- Tucuman-Argentina.
- González, F.H.D.; Conceicao, T.R.; Siqueira, A.J.S ; La Rosa V.L. 2000. Variacoes sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fosforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. *A Hora Veterinária*, v.20, p.59 - 62
- Hammond, A.C. 1997. Update on bun and mun as a guide for protein supplementation in cattle. University of Florida. Available at <http://www.dps.ufl.edu/pub/frns1997.pdf>
- Hammond AC. 1983. Effect of dietary proteib level, rumial protein solubility and time after feeding on plasma urea nitrogen and the relationship of plasma urea nitrogen to other ruminal and plasma parameter. *J Anim Sci* 57 (suppl 1): 435
- Hammond, A. C., W. E. Kunkle, P. C. Genho, E. J. Bowers, S. A. Moore, C. E. Crosby, and K. H. Ramsay. 1993. Use of blood urea nitrogen concentration (BUN) to determine time and level of protein supplementation in wintering cows. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl. 1):247. (Abstr.).
- Jones, C.A. 1985. C4 grasses and cereals: growth, development and stress response. 1st Ed. Wiley and Sons (Ed). New york. US. 417 p.
- Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. New York: Academic Press.
- Kaur, B.; Gupta, S.R.; Singh, R. (2002). Carbon storage and nitrogen cycling in silvopastoral systems on a sodic soil in northwestern India. *Agroforestry Systems* 54: 21-29.
- Lascano, C. 2000. Selective Grazing on Grass-Legume Mixtures in Tropical. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, 249.

- Lewis D. 1957. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. *J. Agri. Sci.* 28 438
- Martínez Calsina, L.; Lara, J.E.; Suárez, F.A.; Ballón, M.; Pérez, P.G.; Vega, H.; Torres, J.C.; Corbella, R.; Plasencia, A.; Caldez, L.; Banegas, N.; Luchina, J.; Nasca, J.A.; Pérez, H.E.; Bottegall, D.; Zimerman, M. (2015). Producción de carne en un Sistema Silvopastoril de Algarrobos y Grama Rhodes de la Llanura Deprimida de Tucumán, Argentina 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles: VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales/compilado por Pablo L. Peri. - 1ª ed. - Santa Cruz: Ediciones INTA, 716 p
- McDowell, L.R.; Conrad, J.H.; Ellis, G.L.; Loosli, J.K. 1984. Minerals for grazing ruminants in tropical regions (p. 112). Gainesville: University of Florida.
- Mena H, JE Santos, JT Huber, M Tarazon, MC Calhoun. 2004. The effects of varying gossypol intake from whole cottonseed and cottonseed meal on lactation and blood parameters in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 87, 2506-18.
- Menezes, R.S.C.; Salcedo, I.H.; Elliott, E.T. (2002). Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. *Agroforestry Systems* 56: 27-38, 2002.
- Motta, G. A. 2023. Caracterização de parâmetros de normalidade de bovinos de corte. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias na área de Saúde Anima <http://hdl.handle.net/11449/244538>
- Muntifering, R.B.; Wedekind, K.J.; Knifley, T.; Ely, D.G. 1985. Effects of processing on the supplemental protein value of distillers byproducts in forage diets. *Journal of Animal Science*, 61 (3), 647-653.
- Murgueitio, E.; Chará, J.; Barahona, R.; Cuartas, C.; Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 17 : 501-507.
- Nasca, J., Berone, G., Arroquy, J. I., Feldkamp, C., & Colombatto, D. (2020). Evaluación de un modelo de producción de pasturas mediante pruebas empíricas. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(1), 88-95.
- Noro, M., Scandolo Lucini, D., y Wittwer Menge, F. 2012. Respuesta metabólica en ovinos suplementados con alto contenido de nitrógeno no proteínico en la dieta. *Zootecnia Tropical*, 30(3), 225-235.
- Ortega, R. E. M., Sotelo-Moreno, D. P., Estrada, M. M., Angulo, L. M., & Paulino, M. F. (2021). Suplementación de novillas en pastoreo empleando diferentes fuentes de proteína. *Revista MVZ Córdoba*, 26(2), 7.
- Payne, J.M.; Dew, S.M.; Manston, R.; Faulks, M. 1970. The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Record*, 87, 150-158.
- Payne J.M., Payne S. 1987. *The Metabolic Profile Test*. Oxford University Press, Oxford. 179p.
- Pereira, M., Morais, M. da G., Fernandes, PB, dos Santos, VAC, Glatzle, S. y de Almeida, RG . 2021. Producción de ganado vacuno en pastos de pasto Piatã en sistemas silvopastoriles. *Pastizales Tropicales-Forrajes Tropicales* , 9 (1), 1-12. [https://doi.org/10.17138/tgft\(9\)1-12](https://doi.org/10.17138/tgft(9)1-12)
- Peri, P.L.; Lucas, R.J.; Moot, D.J. 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. *Agroforest Syst* (2007) 70:63-79
- Pollock, K.M.; Mead, J. and McKenzie, B.A. 2009. Soil moisture and water use by pastures and silvopastures in a sub-humid temperate climate in New Zealand. *Agroforest Syst* (2009) 75: 223-238
- Romero Delgado, G., Echevarría Rojas, M., Trillo Zárate, F., Hidalgo Lozano, V., Aguirre Terrazas, L., Robles Rodríguez, R., y Núñez Delgado, J. 2020. Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1).
- Rosales, R.B. y Pinzón, S.S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6 (1), 69-82.
- Sauberlich, H.E., Skala, J.H., Dowdy, R.P. 1981. *Laboratory tests for the assessment of nutritional status*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL, USA.
- Silva, E.B.; Fioravanti, M.C.S.; da Silva, L.A.F.; de Araújo, E.G.; de Menezes, L.B.; Miguel, M.P.; Vieira, D. 2008. Característica leucocitária, relação albumina/globulina, proteína plasmática e fibrinogênio de bovinos da raça Nelore, confinados e terminados a pasto. *Ciência Rural*, 38 (8), 2191-2196.
- Skarpe, C. and Hester, A.J. 2008. Plant traits, browsing and grazing herbivores, and vegetation dynamics. In *The ecology of browsing and grazing* (pp. 217-261). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Steinberg M.R., Valdez H.A., Coraglio J.C., Vieyra C.A., Minuzzi P.A. 2012. Producción y calidad del forraje diferido de *Panicum coloratum* L. en dos periodos de diferimiento y tres momentos de defoliación. *Agriscientia*, Vol. XXIX: 25-30.
- Torres, J.C., Pérez, P.G., Dos Santos, D., Lara, J.E., Viana, H.J.A., Mijoevich, M.L., Auat, M.E., Rodríguez, J.S., Roncedo, C.S. y Martínez Calsina, L. 2019 Efecto del sistema y de la carga animal sobre la estructura de la pastura Chlorisgayana. *Revista argentina de proucción animal* vol 38 supl. 1: 169-283.

Wittwer, F.; Reyes, J.M.; Opitz, H. 1993. Determinación de úrea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. Arch. Med. Vet. 25, 165-172.

Wittwer F. 2000. Empleo Estratégico de Indicadores Bioquímicos en el Control de problemas metabólicos nutricionales en bovinos. En: XIII Reunión Científico Técnica. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. Merlo, San Luis, Argentina.