
Factores ambientales y de manejo asociados al comportamiento hormonal reproductivo en borregas pelibuey criadas en el Sur de Sonora.

N. J. Silva-Avila¹, M. G. Méndez-Castillo¹, H. González-Ríos², M. G. Thomas³, D. M. Hallford⁴, F. Rivera-Acuña¹, J. A. Munguía-Xóchihua¹, J.R. Reyna-Granados¹ y P. Luna-Nevárez^{1*}

¹Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 Sur, Colonia Centro, Cd. Obregón, Sonora, México. 85000.

²Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C., Hermosillo, Sonora, México. 83000

³Department of Animal Science, Colorado State University, CO. 80523. EUA

⁴Department of Animal Science, New Mexico State University, NM. 88003. EUA

Environmental and management factors associated to reproductive hormonal profiles in pelibuey ovine females raised in Southern Sonora.

Abstract

Objective of this study was to evaluate the effect of year season, heat stress and female age on hormonal reproductive performance in pure breed females raised in southern Sonora. The study included 20 Pelibuey ovine females in good body condition, from 1 to 3 years of age (primiparous and multiparous). Blood samples were collected from each female during 26 weeks through a vein jugular puncture. All samples were centrifuged to 25000 RPM during 45 min. The serum was aspirated and poured into 2 ml eppendorf tubes, and then transported to the endocrine lab to measure serum level of reproductive hormones such as Thyroxine (T4), Progesterone (P4) and Prolactin (PRL) using radioimmunoassay (RIA). Serum levels of T4, P4 and PRL differed ($P < 0.0001$) according to the season of the year (i.e. summer and fall); however, only serum T4 ($P < 0.0007$) and PRL ($P < 0.0001$) differ according to the parity of the females. The effect of the heat stress on reproductive hormone levels was only significant in T4 and PRL ($P < 0.0001$) for every stress level (i.e. no stress, moderate stress and high stress); however, P4 levels only were different under high stress versus moderate or no stress. These results suggest that Pelibuey females raised under environmental conditions from southern Sonora are season breeding, because their reproductive hormone profiles are associated to photoperiod. In addition, the heat stress influenced negatively the reproductive hormone levels in this females as well as their reproductive performance.

Key words: Ovine, heat stress, reproductive hormones.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la época del año, el grado de estrés calórico y de la edad de la hembra sobre la dinámica de hormonas reproductivas en borregas de raza pura criadas en el sur de Sonora. Se utilizaron 20 hembras ovinas de raza Pelibuey, con buena condición corporal y de 1 a 3 años de edad (primíparas y múltíparas). Se colectaron muestras sanguíneas de cada hembra durante 26 semanas a través de punción en la vena yugular, las cuales fueron centrifugadas a 2500 RPM durante 45 min. El suero fue aspirado, colocado en tubos eppendorf de 2 ml, y posteriormente enviado a un laboratorio de endocrinología para cuantificar los niveles séricos de las hormonas tiroxina (T4), progesterona (P4) y prolactina (PRL) a través de radioinmunoensayo (RIA). Se encontró diferencia ($P < 0.0001$) en los niveles de las tres hormonas con

*Autores de correspondencia
Email: pablo.luna@itson.edu.mx

respecto a la época del año; sin embargo, sólo las hormonas T4 ($P < 0.0007$) y PRL ($P < 0.0001$) mostraron diferencia de acuerdo a la paridad de las hembras en estudio. El impacto del estrés calórico sobre los niveles hormonales se observó ($P < 0.0001$) sólo en las hormonas T4 y PRL, para los tres niveles de estrés (no estrés, estrés medio y estrés alto); mientras que la P4 difirió ($P < 0.0001$), en el nivel alto con respecto al nivel medio y no estrés. Estos resultados sugieren que la hembra Pelibuey criada bajo las condiciones climáticas del sur de Sonora es estacional ya que depende del fotoperiodo. Además, el estrés calórico impacta en forma negativa sus patrones hormonales y por lo tanto, su conducta reproductiva.

Palabras clave: Ovinos, hormonas reproductivas, estrés calórico.

Introducción

El estrés calórico es uno de los principales factores que afecta a los ovinos en su potencial productivo y reproductivo; al respecto, la Organización Mundial de la Salud (1984), define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción metabólica. El estrés calórico sobre el animal trastorna las necesidades nutritivas afligiendo su sistema gastrointestinal y metabólico (Roca, 2011). El estado de Sonora se encuentra localizado en el Noroeste de México, donde la temperatura media anual es de 30°C y la mínima promedio es de 5°C , con una precipitación pluvial media anual de 450 mm (INEGI, 2012), por lo que las condiciones climáticas no son muy favorables para la mayoría de las especies pecuarias que se explotan en esta región, incluyendo a los ovinos de pelo y lana. Son pocas las razas de ovinos que producen eficientemente bajo las condiciones extremas de calor; las razas de lana como Charollais, Hampshire y Texel son afectadas por el estrés calórico a tal grado que su potencial genético no se expresa mostrando estacionalidad reproductiva en los meses más calurosos del año. La raza de pelo como la Pelibuey es de gran rusticidad, dócil, de fácil manejo, de temperamento apacible, y exige poca inversión (Avendaño *et al.*, 2004). Además, productivamente muestran un comportamiento variable, y las hembras presentan un reducido anestro estacional o ausencia del mismo (Arroyo, 2011), ya que es una raza que a través del tiempo se ha adaptado a las condiciones climáticas adversas sin afectar su comportamiento reproductivo. Las características descritas anteriormente, hacen a la raza Pelibuey una raza ovina altamente redituable. En un estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2009), no se encontró evidencia de que la alta temperatura ambiental afectara los niveles séricos de progesterona

($P > 0.005$), en ovejas de la raza Pelibuey y Suffolk, cuando fueron sometidas a estrés térmico. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio es evaluar el impacto del estrés calórico, época del año y paridad sobre el comportamiento hormonal reproductivo en hembras ovinas de la raza Pelibuey.

Materiales y método

Sitio y duración del estudio

El estudio fue realizado durante un período de 26 semanas que abarcó las épocas de verano y otoño (del 05 julio al 28 diciembre de 2012), en una población ubicada a 25 km al sureste de Cd. Obregón, Sonora, con una longitud de 4037.11 km², y altitud de 40 msnm. Las coordenadas geográficas son $27^{\circ} 29'$ Latitud Norte y $109^{\circ} 56'$ Longitud Oeste. La temperatura ambiental (T) y la humedad relativa (HR), fueron recolectadas y registradas en una estación climática ubicada en el block 414 Rancho Grande, localizada a 10 km del sitio de estudio. Los datos climáticos durante el período de estudio fueron usados para estimar el índice temperatura-humedad (ITH), siguiendo la fórmula: $\text{ITH} = (0.81 \times T) + \text{HR} (T - 14.4) + 46.4$ (Hahn, 1999). Con base al valor de ITH estimado, se clasificó el nivel de estrés calórico al que fueron expuestos los animales como: alto estrés ($\text{ITH} > 80$), estrés moderado ($\text{ITH} = 72-80$) y no estrés ($\text{ITH} < 72$).

Animales y muestreo sanguíneo

Veinte hembras puras de la raza Pelibuey (10 hembras primíparas y 10 multíparas, de 2-3 partos) fueron utilizadas para el estudio. Las primíparas con un peso de 25-30 kg y de 7 a 9 meses de edad, y las multíparas con un peso de 40-45 kg y una edad promedio de 3-4 años, todas ellas con una condición corporal de 3 (escala de 1-5 según Fernández (1977)). Los animales fueron alojados en corrales comunes, con espacio en piso, comederos y

bebedores suficientes para el número de animales, recibieron una dieta a base de forraje de alfalfa, grano de maíz quebrado y minerales a libre acceso, la cual fue ofrecida dos veces por día (0700 y 1600 h). Una semana antes de iniciar el experimento, todas las hembras fueron vacunadas contra *Clostridium* y *Pasteurella* (8 vías; Laboratorios Pier; 2.5 ml/animal), fueron tratadas también para parásitos externos e internos junto con la aplicación de vitaminas A, D y E (Levamisín ADE; Laboratorios Pier; 1 ml/16-20 kg de peso). Las muestras sanguíneas fueron tomadas a las 0700 h dos veces por semana, mediante punción de la vena yugular, utilizando para ello tubos vacutainer de 5 ml sin anticoagulante y con separador de suero. Los tubos fueron identificados con el número de arete del animal. Posteriormente los tubos fueron colocados en una gradilla, evitando el polvo y los rayos del sol, se reposaron a temperatura ambiente hasta la separación del suero, después se colocaron en una hielera con refrigerante y fueron transportadas al Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción del Instituto Tecnológico de Sonora para su procesamiento.

Procesamiento de muestras sanguíneas

Las muestras sanguíneas fueron centrifugadas a 2500 rpm durante 45 min, hasta obtener un suero claro el cual fue transferido con pipetas estériles a tubos eppendorf de 2 ml, previamente identificados, posteriormente fueron refrigeradas a -20°C, hasta su envío al Laboratorio de Endocrinología de la Universidad Estatal de Nuevo México, donde se cuantificaron los niveles séricos de las hormona tiroxina (T4), progesterona (P4) y prolactina (PRL) a través de radioinmunoensayo (RIA).

El nivel de la hormona tiroxina fue cuantificado por RIA fase sólida con un kit comercial de Diagnostic Products Corp (Los Angeles, CA), de acuerdo a los procedimientos de RIA descritos por Schneider y Hallford (1996).

Los niveles de progesterona fueron cuantificados a partir de alícuotas de 200 µl de acuerdo a los procedimientos de RIA descritos por Lopez-Sebastian *et al.* (1984). La sensibilidad del ensayo fue de 0.12 ng/ml con un coeficiente de variación del ensayo de 7.4 a 10.6%.

Los niveles de prolactina fueron cuantificados a partir de alícuotas de 10-50 µl, de acuerdo a los procedimientos de RIA descritos por Notter (2001). La sensibilidad del ensayo fue de 8 ng/ml con un

coeficiente de variación de 11%.

Análisis estadístico

A los datos de temperatura, humedad relativa y ITH se les realizó estadística descriptiva. Los datos de las concentraciones séricas de las hormonas fueron analizados mediante dos modelos estadísticos utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS 9.4, 2014). El primer modelo incluyó como efectos fijos época del año (verano y otoño) y paridad (primípara y multípara), y como efectos aleatorios al animal y semana de muestreo anidada en época. El segundo modelo incluyó el efecto fijo de nivel de estrés y el efecto aleatorio de animal. Las comparaciones de medias se realizaron con el procedimiento LSMEANS/PDIFF de SAS. Se estimaron índices de correlación entre los valores de ITH y las concentraciones hormonales. Las significancias fueron consideradas a una probabilidad de 0.05 en el error tipo I. También se corrieron interacciones entre en nivel de ITH y paridad de las hembras para cada hormona con el procedimiento GLM de SAS.

Resultados

Condiciones climáticas

Los registros de las condiciones climáticas y su estimación por época del año indicaron que se presentó una temperatura promedio de 31.7 °C en el verano y 14.9 °C en otoño; la humedad relativa promedio fue de 60.73% en verano y de 56.27% en otoño. Con respecto a las unidades de ITH, en el verano se registró un promedio de 81.29 unidades y en otoño de 68.03 unidades (Tabla 1). El comportamiento de las condiciones ambientales durante las 26 semanas de estudio se muestra en la figura 1. Se registraron promedios de temperatura, humedad relativa e ITH de 26.4 °C, 58.73 % y 74.65 unidades, respectivamente. La temperatura máxima registrada durante el período de verano fue de 39.5 °C y la mínima de 24°C, lo cual indica una variación de 15.5 °C en el verano, mientras que en la época de otoño se registró una temperatura máxima de 37.6 °C y mínima de 7.7 °C, con una variación de 29.9 °C. Respecto a la humedad relativa, se registró una máxima de 70.29 % y una mínima de 51.17 % en el verano, y para la época de otoño la máxima fue de 63.98 % y la mínima de 46 %, con una diferencia de 17.98 %. Con respecto al ITH, se registró una máxima de 83.53 y una mínima

78.82 unidades durante el verano, con una variación de 4.71, mientras que en otoño se registró una máxima de 77.28 y una mínima de 56.97 unidades, con una variación de 20.31 unidades.

Efecto de la época del año y paridad de las hembras sobre los niveles hormonales séricos

La relación de los niveles hormonales con la época del año (verano y otoño), y la etapa reproductiva de las hembras (primala y múltipara), se muestra en la

tabla 2. Las concentraciones séricas de P4 y T4 fueron mayores en el otoño respecto a los valores detectados en el verano ($P < 0.001$). Mientras que los niveles de PRL fueron menores ($P < 0.001$) en el otoño respecto al verano. Con respecto a la etapa fisiológica del animal (paridad), la concentración de T4 fue mayor en borregas múltiparas y la PRL mayor en primaras ($P < 0.001$), mientras que las concentraciones de P4 fueron similares entre hembras primaras y múltiparas ($P > 0.05$).

Tabla 1. Condiciones medioambientales durante las dos estaciones del año¹

Parametros	Estación	
	Verano	Otoño
Temperatura, °C		
Maxima	39.5	22.2
Minima	24.0	7.7
Promedio	31.7	14.9
Humedad relativa, %		
Maxima	70.29	66.54
Minima	51.17	46.01
Promedio	60.73	56.27
Unidades de ITH2		
Maxima	83.76	77.28
Minima	78.82	58.79
Promedio	81.29	68.03

¹ Datos tomados de la estación climática Rancho Grande, Block 414, Cd. Obregón, Son. Mex

² ITH= Índice Temperatura-Humedad

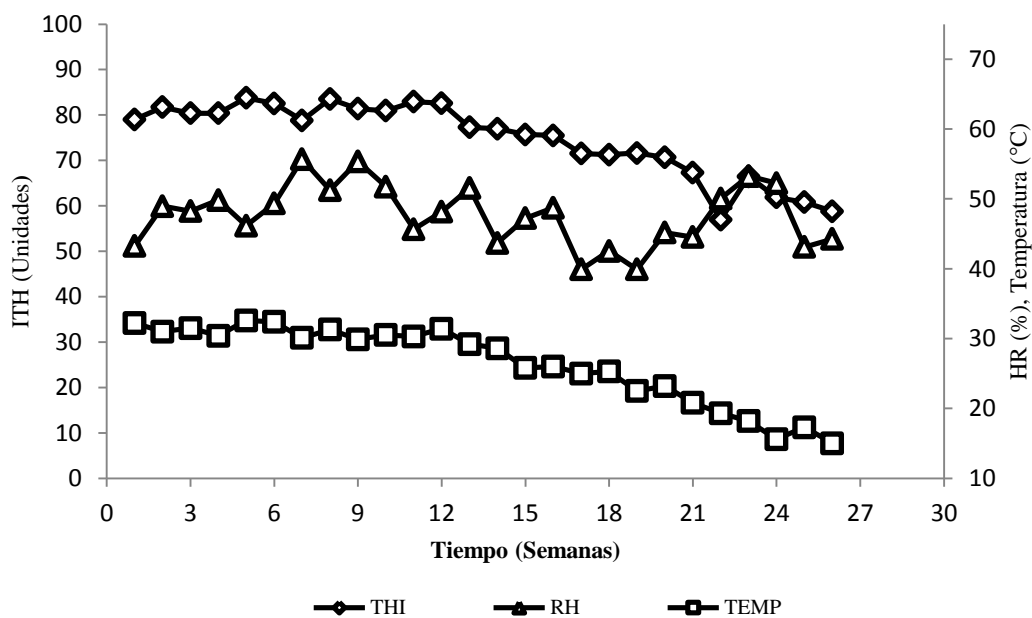


Figura 1. Medias de Índice de Temperatura-Humedad, Humedad Relativa y Temperatura Ambiente durante el estudio (05 de Julio a 28 de Diciembre de 2012)

Efecto del ITH sobre los niveles hormonales séricos en borregas.

La relación de los niveles hormonales de P4, T4 y PRL con el nivel de estrés calórico (ITH) se muestra en las figuras 2, 3 y 4. El nivel de estrés afectó ($P<0.0001$) la producción de P4. Cuando las hembras se encontraban sin estrés o en estrés moderado los niveles de P4 fueron similares ($P>0.05$), pero superiores ($P<0.05$) a los observados cuando las hembras se encontraban en un estrés alto (Figura 2). La hormona PRL (figura 3) también fue afectada ($P<0.0001$) por el nivel de estrés, observándose un aumento de su concentración conforme se incrementó el nivel de estrés ($P<0.05$). Con respecto a la concentración de T4 (figura 4), se observó una reducción significativa ($P<0.0001$) con

el incremento del nivel de estrés al que fueron expuestas las borregas.

Discusión

Las condiciones medioambientales que se observaron durante el verano no fueron favorables para las borregas, ya que se registró una temperatura máxima de 39.5 °C excediendo los límites de un ambiente confortable (13 a 31 °C), para las borregas (Enrique, 2009). Kleeman y Walter (2005), mencionan que la exposición a una temperatura ambiental mayor a 32 °C disminuye la fertilidad en las hembras y la exposición a estrés calórico por más de 6 horas al día antes y después de la ovulación disminuye la cantidad de embriones

Tabla 2. Efecto de la estación y el estado reproductivo con los niveles de las hormonas (media±EE) involucradas en la reproducción

Hormonas (ng/ml)	Estación		Valor P	Paridad		
	Verano	Otoño		Primiparas	Multiparas	Valor P
Progesterona	1.11±0.19	2.22±0.18	0.0001	1.68±0.16	1.66±0.16	0.9040
Tiroxina	49.98±2.14	63.64±2.00	0.0001	54.55±1.72	59.07±1.71	0.0007
Prolactina	124.85±15.64	39.74±14.53	0.0004	96.72±11.33	67.86±11.32	0.0001

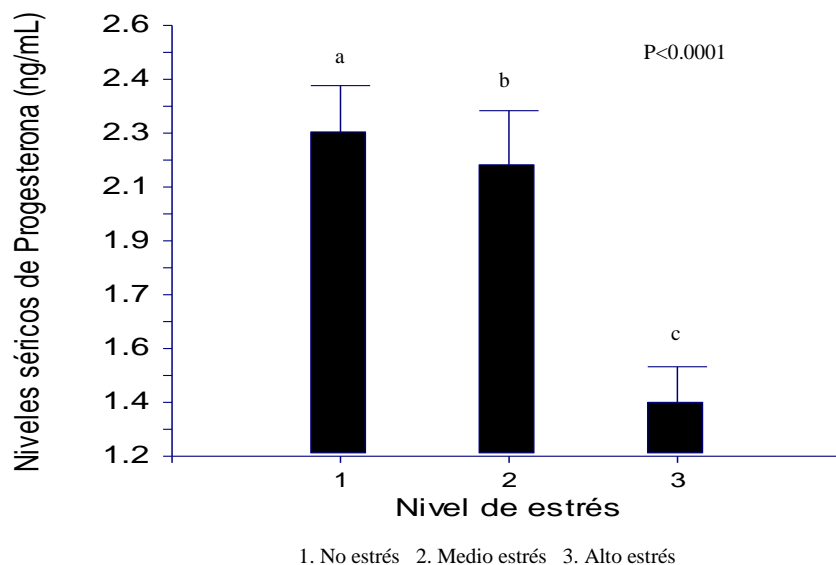


Figura 2. Concentración de Progesterona relacionadas con los niveles de ITH

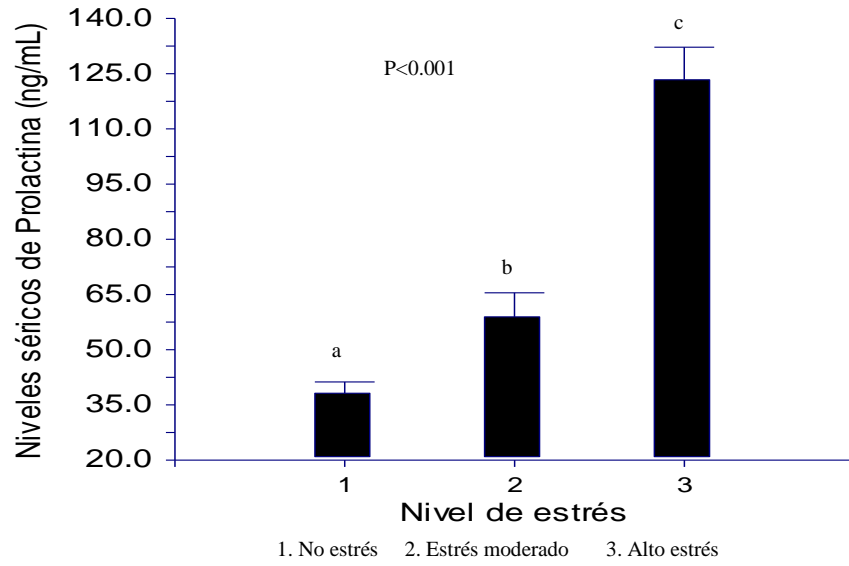


Figura 3. Concentración de Prolactina relacionado con los niveles de estrés calórico.

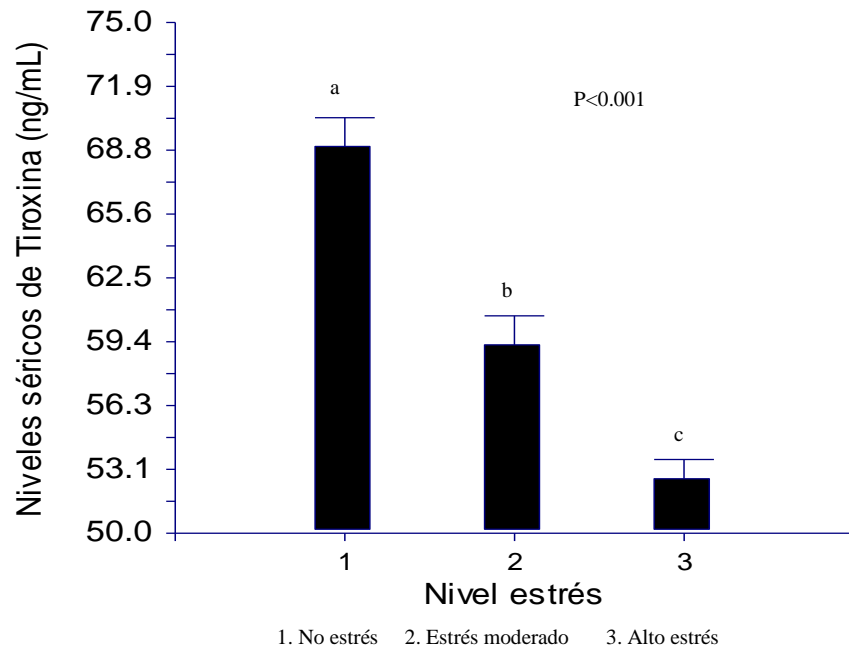


Figura 4. Concentración de Tiroxina relacionado con los niveles de estrés calórico.

transferibles (Naqvi *et al.*, 2004). Las altas temperaturas que se registraron y que mantenían a la borrega en un ambiente no confortable, pudieron ser un factor decisivo que afectó las concentraciones séricas de las hormonas reproductivas, lo cual influirá directamente en su desempeño reproductivo.

Con respecto al ITH, se registraron niveles de más de 83 unidades lo cual indica que las hembras se encontraban en estrés calórico alto o de emergencia. Datos reportados en ovinos de lana indican que un ITH ≥ 80 es el inicio de estrés calórico (Kelly y Bond, 1971), aunque no se han encontrado estudios previos con ovinos de pelo para hacer una comparación con los resultados reportados en el presente estudio. A pesar de los valores tan altos registrados de ITH, la mayoría de las hembras se encontraban ciclando, ya que se observaron niveles séricos de P4 $> 1 \text{ ng ml}^{-1}$. Rodríguez *et al.* (2009), consideraban a hembras Pelibuey en fase lútea cuando las concentraciones de P4 estaban por arriba de 1 ng ml^{-1} , y al final de ésta cuando las concentraciones estaban por debajo de 1 ng ml^{-1} ; niveles similares se observaron en este estudio, por lo que las condiciones ambientales desfavorables no afectaron el comportamiento reproductivo de las borregas.

Con respecto a los niveles hormonales de P4, se encontró diferencia con la época del año, ya que en verano se observaron valores bajos ($P < 0.0001$), en plasma sanguíneo, con respecto a la época de otoño; sin embargo, en ambas épocas los animales se encontraban ciclando. Estos valores son similares a los encontrados por Rodríguez *et al.* (2009), donde los valores de P4 no fueron afectados cuando se sometieron a hembras de la raza Pelibuey a un estrés térmico, encontrando valores normales de la hormona durante su ciclo estral en la fase lútea. No se encontró diferencia entre los niveles de P4 entre primíparas y multíparas, por lo que su estado fisiológico influye de igual manera (Tabla 2).

La diferencia encontrada entre una y otra época pudo deberse a que no todas las hembras estaban activas reproductivamente en el verano, o también pudo influir el día de la toma de la muestra donde algunas hembras se encontraban en su punto máximo de producción de P4 (fase lútea), en el otoño y que todas las hembras ya estaban activas. Vélez y Uribe (2010), mencionan que el estrés impacta el eje reproductivo del hipotálamo, afectando la secreción de la hormona liberadora de

gonadotropinas (GnRH) y a la glándula pituitaria, con efectos directos sobre las gónadas (regulado por el sistema hipotálamo-hipófisis-gonadal), el cual favorecen el ciclo estral, como la secreción de hormonas implicadas tales como la hormona luteinizante (LH), P4 y estrógenos, las cuales a su vez pueden ser reguladas por agentes causantes de estrés, como el incremento de la temperatura ambiental, promoviendo el estrés calórico. Los ovinos presentan dos etapas fisiológicas: una fase de anestro estacional (días largos), con ausencia de ciclos estrales regulares y la fase reproductiva (días cortos), que se caracteriza por la ocurrencia de ciclicidad estral, conducta de estro y ovulación (Arrollo, 2011). El fotoperiodo es el principal factor que regula esos eventos. La borrega posee un sistema neurofisiológico capaz de transformar la señal de luz en una señal hormonal a través de la síntesis de una hormona denominada melatonina y así detectar las variaciones anuales en la duración del fotoperiodo (Arendt, 1998; Malpaux *et al.*, 2002). También el origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional, en el caso de los ovinos que son de origen mediterráneo o ecuatorial, presentan una estacionalidad reducida o a veces hasta nula (Cerna *et al.*, 2000; Valencia *et al.*, 2006; Arroyo *et al.*, 2007); por lo tanto, la duración de horas luz, sincroniza el ciclo reproductivo de la oveja. Arroyo *et al.* (2007) propusieron tres modelos de respuesta al fotoperiodo en la oveja Pelibuey, en el primero se incluyen cerca del 40% de las hembras y se sugiere que las hembras son sensibles a ligeros cambios en el fotoperiodo, y que es característico de regiones ecuatoriales y las hembras presentan un anestro estacional; un segundo grupo, que representa un número mayor al 60% de hembras, no responden a las variaciones en la amplitud del fotoperiodo ecuatorial y ovulan durante todo el año; y un tercer grupo, con un elevado umbral de respuesta a las variaciones en el fotoperiodo, que ovulan aún al ser expuestas a fotoperiodos característicos de latitudes mayores a 35° .

Con respecto a los niveles séricos de T4, se observó que esta hormona disminuía cuando los niveles de estrés calórico iban aumentando y se encontró una mayor concentración en hembras primíparas. El papel que juega la T4 en la reproducción de la hembra ovina es que ésta es necesaria para que la hembra entre en anestro estacional (Skipor *et al.*, 2010). Los niveles circulantes de T4 durante la estación

reproductiva son aproximadamente 50 ng ml^{-1} a partir de noviembre hasta mayo y en el anestro son aproximadamente $30\text{-}40 \text{ ng/ml}$ (O'Callaghan *et al.*, 1993). Para demostrar que las hormonas tiroideas son necesarias para el inicio del anestro reproductivo, Hernández *et al.* (2003) suministraron a cada 5 borregas Rambouillet dosis de 0, 20 y 40 mg de propiltiouracilo (PTU) durante 14 días, un inhibidor de la secreción de hormonas tiroideas, posteriormente las dosis fueron disminuyendo de 0, 10 y 20 mg de PTU hasta el día 21. La concentración de T4 en suero disminuyó hasta los 20 ng ml^{-1} desde el día 9 después de iniciado el tratamiento con PTU, por lo que concluyen que altas dosis de PTU bajan dramáticamente los niveles de T4 y aparentemente inhiben el inicio del anestro en la borrega. Comparado con nuestros resultados, los niveles de T4 no fueron lo suficientemente bajos en ninguna de las dos épocas para inducir a la borrega a un anestro estacional, a pesar que el estrés calórico iba disminuyendo los niveles de la hormona, lo que indica que la hembra estaba reproductivamente activa y el alto estrés calórico no afectó su estado hormonal reproductivo. En otro estudio, Dardente (2011) mostró que cuando se tiroidectomizaban (THX) ovejas de montaña de gales a finales de julio (anestro), reanudaban su actividad sexual como se esperaba en otoño (octubre/noviembre), pero la transición al anestro que ocurre normalmente en febrero nunca sucedía y estas ovejas se mantenían sexualmente activas, lo que indica que las hormonas tiroideas son necesarias para el inicio del anestro, actuando principalmente dentro del cerebro para promover la inhibición de la función neuroendocrina reproductiva, la T4 permite el incremento de la sensibilidad de la retroalimentación negativa del estradiol. La T4 es considerada una hormona permisiva porque le cede la función a la melatonina para que la hembra entre en su estación reproductiva. La disminución de la T4 no produce una retroalimentación negativa por parte del estradiol, que causa la terminación de la temporada reproductiva. También tratamientos con T4 durante el anestro son eficaces para suprimir la concentración plasmática de LH, pero este efecto no se observa durante la estación reproductiva.

Respecto a los niveles de PRL se observó que éstos aumentan conforme se eleva el nivel de estrés y tiene mayor efecto en primarias; ello coincide con lo que menciona Squires (2006) quien reporta que la

PRL se eleva con el aumento de la temperatura, fotoperiodo y estrés. Desde el punto de vista endocrinológico, ovejas o machos muestran niveles altos de prolactina de $500\text{-}800 \text{ ng ml}^{-1}$ en días largos contra $20\text{-}30 \text{ ng ml}^{-1}$ en días cortos (Hauger *et al.*, 1977). En un estudio realizado por Lincoln y Ebling (1985), se evaluaron las concentraciones de PRL en animales con y sin implantes de melatonina bajo días cortos y largos, los resultados muestran que en animales con implantes de melatonina los niveles de PRL son basales (20 ng ml^{-1}) independientemente de la duración del día, mientras que en los animales sin implante los niveles de PRL mostraban un incremento en sus niveles por encima de los 700 ng ml^{-1} , en los días largos. En nuestros resultados no se observaron niveles tan bajos de PRL comparados con el estudio anterior, esto pudo deberse a que no se manipuló hormonalmente a las hembras con implantes, sin embrago, a pesar que se tomaron muestras sanguíneas bajo días largos (verano), los niveles no fueron tan bajos como la literatura reporta, ni el estrés que le causa al animal la toma de muestras sanguíneas influyó sobre los niveles de PRL. Todos los resultados que se obtuvieron en este estudio se atribuyen a que la borrega Pelibuey pertenece a una raza que a través del tiempo se ha adaptado a las condiciones más adversas de climas, alimentación y manejo en el medio ambiente en el que se desarrolla y se explota.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos en nuestro estudio en los niveles de progesterona y con las comparaciones con otros autores, se concluye que la hembra Pelibuey es mayormente dependiente del fotoperiodo para el inicio de su actividad reproductiva y que las hormonas tiroxina y prolactina no ejercen influencia negativa sobre el inicio de su actividad endócrina reproductiva. Las condiciones de estrés calórico en esta región se asocian a la estación del año, por lo que también ejerce influencia sobre las concentraciones de hormonas reproductivas en la borrega Pelibuey.

Bibliografía

- Arendt, J. 1998. Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of Reproduction* 3:13-22.
- Arroyo, L.J., S.J. Gallegos, G. A. Villa, J.M Berruecos, G. Perera and J. Valencia. 2007. Reproductive activity of Pelibuey

- and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science* 102: 24-30.
- Arroyo, J. 2011. Revisión. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 829-845.
- Avendaño, L., F.D Alvarez, J. Salomé, A. Correa, L. Molina y F.J. Cisneros. 2004. Evaluación de algunos rasgos productivos del borrego Pelibuey en el noroeste de México. Resultados preliminares. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 38 (2):131-136.
- Cerna, C., A. Porras, M.J. Valencia, G. Perea and L. Zarco. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Animal Reproduction Science* 60-61:511-525.
- Dardente, H. 2011. Melatonin-Dependent timing of seasonal reproduction by the Pars Tuberalis: Pivotal roles for long daylengths thyroid hormones. *Journal of Neuroendocrinology* 24:249-266.
- Enrique, E. 2009. Importancia del microambiente para el desempeño fisiológico y efectos negativos del estrés calórico sobre la capacidad fisiológica y de producción en los caprinos y ovinos. M. Sc. Dpto. de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Artículo técnico.
- Fernández, D. 1977. Body Condition Scoring of sheep. University of Arkansas at Pine Bluff, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating.
- Hauger, R.L., F.J. Karsch and D.L. Foster. 1977. A new concept for control of the estrous cycle of the ewe based on the temporal relationships between luteinizing hormone, estradiol and progesterone in peripheral serum and evidence that progesterone inhibits tonic LH secretion. *Endocrinology* 101: 807-817.
- Hernández, J.A., D.M. Hallford and N.H. Wells. 2003. Ovarian cyclicity in thyroid suppressed ewes with propylthiouracil immediately before onset of seasonal anestrus. *J. Anim. Sci.* 81:29-34.
- INEGI. 2012. Perspectiva estadística Sonora.
- Kelly, C.F. and T.E. Bond. 1971. Bioclimatic factors and their measurement: A guide to environmental research on animals. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- Kleemann, D. O. and S.K. Walker. 2005. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenology* 63:2416-2433.
- Lincoln, G. A. and F.J. Ebling. 1985. Effect of constant-release implants of melatonin on seasonal cycles in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. *J. Reprod. Fertil.* 73: 241-253.
- Lopez-Sebastian, A., A. Gomez-Brunet and E.K. Inskeep. 1984. Effects of a single injection of LH-RH on the response of anestrus to the introduction of rams. *J. Anim. Sci.* 59:277-283
- Malpoux, B., H. Tricoire, F. Mailliet, A. Daveau, M. Migaud, D.C. Skinner, J. Pelletier and P. Chimineau. 2002. Melatonin and seasonal reproduction: understanding the neuroendocrine mechanisms using the sheep as a model. *Reproduction Supplement* 59:167-179.
- Naqvi, S.M.K., P. Maurya, R. Gulyani, A. Joshi and J.P. Mittal. 2004. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. *Small Rum. Res.* 55:57-63.
- Notter, D.R. 2001. Nocturnal melatonin and prolactin plasma concentrations in sheep selected for fertility in autumn lambing. *J. Anim. Sci.* 79:2895-2901
- O'Callaghan, D.O., A.C. Wendling, F.J. Karsch and J.F. Roche. 1993. Effects of exogenous thyroxine on timing seasonal reproductive transmission in ewes. *Biol. Reprod.* 49:311-315.
- Organización Mundial de la Salud (1984). El papel de las universidades en las estrategias de Salud para todos. Ginebra. OMS.
- Roca, A. 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *Espanciencia.* 2(1):15-25.
- Rodríguez, M.M., H.H. Montaldo, S. J. Balcázar y C. J. Hernández. 2009. Niveles de progesterona sérica en ovejas Pelibuey y Suffolk sometidas a estrés térmico. *Vet. Mex.* 40 (2):197-202.
- Schneider, F. A. and D. M. Hallford. 1996. Use of rapid progesterone radioimmunoassay to predict pregnancy and fetal numbers in ewes. *Sheep Goat Res. J.* 12:33-38.
- Skipor, J., T. Misztal and M.M. Kaczmareka. 2010. Independent changes of thyroid hormones in blood plasma and cerebrospinal fluid after melatonin treatment in ewes. *Theriogenology* 74:236-245.
- Squires, E.J. 2006. *Endocrinología animal aplicada*. Editorial Acribia, SA.
- Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J.M. Berruecos, J. Trujillo y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho. *Revista Científica FCV-LUZ* 16:136-141.
- Velez, M.M. y L.F Uribe. 2010. ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción?. *Biosalud*, Vol. 9 No. 2. págs 83-95.