



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



“GESTACIÓN EN VICUÑAS: FETOMETRÍA ECOGRÁFICA Y  
ESTEROIDES OVÁRICOS MATERNOS”

**CATHERINE GAUTIER RAJCEVICH**

Memoria para optar al título  
Profesional de Médico  
Veterinario. Departamento  
Ciencias Biológicas Animales.

**PROFESOR GUIA : DR. VICTOR HUGO PARRAGUEZ**

**SANTIAGO, CHILE**

**2004**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



“GESTACIÓN EN VICUÑAS: FETOMETRÍA ECOGRÁFICA Y  
ESTEROIDES OVÁRICOS MATERNOS”

**CATHERINE GAUTIER RAJCEVICH**

Memoria para optar al  
título Profesional de  
Médico Veterinario.  
Departamento Ciencias  
Biológicas Animales.

NOTA FINAL.....

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUIA: Dr. VICTOR H. PARRAGUEZ G.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: Dr. LUIS A. RAGGI S.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: Dr. JORGE MENDOZA A.	.....	.....

SANTIAGO, CHILE  
2004

Esta memoria de título se desarrolló con apoyo del proyecto FIA, BIOT-01-P-001 “Introducción de tecnologías para el mejoramiento de la fertilidad en vicuñas (*Vicugna vicugna*), mantenidas en semicautiverio” y el Centro Internacional de Estudios Andinos (INCAS) de la Universidad de Chile.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la gestación en la vicuña (*Vicugna vicugna*) mantenida bajo condiciones de manejo en semicautiverio, mediante la determinación de la fertilidad y la definición de la curva de crecimiento embrio-fetal, por medio de la ecografía transrectal y la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona materna.

El estudio se realizó en el predio Ancara, ubicado en la localidad de Chislluma, comuna de General Lagos, I Región de Tarapacá. El rebaño en estudio estuvo constituido por 45 vicuñas adultas. Luego del diagnóstico de gestación, se seleccionaron 12 hembras en las que se realizaron exámenes ecográficos donde se midió el diámetro biparietal (DBP), altura de tórax (AT) y diámetro abdominal (DA) fetales y se tomaron muestras de sangre materna para la medición de concentración plasmática de progesterona. Estos procedimientos se realizaron cada 2 meses, hasta el parto. La medición de la concentración plasmática de progesterona se llevó a cabo mediante radioinmunoanálisis.

La fertilidad del rebaño fue de 62%. La concentración plasmática de progesterona fue  $\geq 5$  nmol/L en hembras preñadas y  $\leq 2$  nmol/L en hembras secas.

El crecimiento de las variables morfométricas fetales se representan mediante las siguientes ecuaciones:

$$EG = 0,2333 + (47,09 * DBP) \quad r^2 = 0,96$$

$$EG = -0,1048 + (50,17 * AT) \quad r^2 = 0,93$$

$$EG = 0,05122 + (36,22 * DA) \quad r^2 = 0,90$$

Donde EG es la edad gestacional y se mide en días y DBP, AT y DA en cm.

El alto coeficiente de determinación de las características morfométricas fetales permitirán evaluar el crecimiento intrauterino o estimar la fecha probable de parto, cuando no se conoce la fecha de encaste.

## SUMMARY

The aim of this work was to characterize the pregnancy on the vicugna, kept under semi-captive conditions, by means of the determination of fertility and definition of fetal growth curve throughout transrectal ecography and measurement of maternal plasma progesterone concentrations.

The study was carried out in Ancara farm, located in Chislluma village, I Region of Tarapacá, Chile. The herd consisted of 45 adult vicuñas. After pregnancy diagnosis, 12 females were selected and examined by ultrasound in order to measure fetal biparietal diameter (DBP), thorax height (AT) and abdominal diameter (DA). In addition, maternal blood samples were taken in order to measure plasma progesterone concentrations. These procedures were done every 2 months until birth. Plasma progesterone measurements were done by radioimmunoassay.

Herd fertility was 62%. Plasma progesterone concentration was  $\geq 5$  nmol/L in pregnant females and  $\leq 2$  nmol/L in non-pregnant females.

Growth of fetal morphometric variables are represented by the following equations:

$$GA = 0.2333 + (47.09 * DBP) \quad r^2 = 0.96$$

$$GA = -0.1048 + (50.17 * AT) \quad r^2 = 0.93$$

$$GA = 0.05122 + (36.22 * DA) \quad r^2 = 0.90$$

where GA is gestational age measured in days and DBP, AT and DA is measured in cm.

The high determination coefficient of fetal morphometric features will allow to evaluate intrauterine growth or to estimate probable birth date when the date of mating is unknown.

# INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LAS VICUÑAS: .....	9
2.1.1. <i>Características generales:</i> .....	9
2.1.2. <i>Pubertad:</i> .....	10
2.1.3. <i>Conducta sexual:</i> .....	10
2.1.4. <i>Celo y ovulación:</i> .....	11
2.1.5. <i>Gestación y Parto:</i> .....	12
2.2. CRECIMIENTO INTRAUTERINO: .....	14
<b>3.- OBJETIVOS. ....</b>	<b>18</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL: .....	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	18
<b>4.- MATERIALES Y METODOS. ....</b>	<b>19</b>
<b>5.- RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>6.- DISCUSIÓN .....</b>	<b><u>23</u></b>
<b>7.- CONCLUSIONES. ....</b>	<b>34</b>
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>35</b>

## 1.-INTRODUCCIÓN

Existen cuatro especies de camélidos sudamericanos, dos de las cuales son silvestres (guanaco y vicuña) y dos son domésticas (alpaca y llama). Chile cuenta con las cuatro especies distribuidas de diferente manera en su territorio continental (Raggi, 1991).

Los camélidos cumplen un rol importante en la economía de un sector de la población que habita la región alto andina, es así como, la llama (*Lama glama*) se explota fundamentalmente para la obtención de carne, la alpaca (*Lama pacos*) se cría para la exportación de pelo, la vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*) se explotaban por la piel y pelo (Raggi, 1991).

Respecto a la vicuña, se encontraba hace un tiempo en peligro de extinción. Actualmente el estado de conservación de la población de vicuñas en la I Región de Chile es “Fuera de peligro” y en el resto de su área de distribución (II y III Región) es “En peligro” (Glade y Cattán, 1993). A partir del año 1973, en Chile se ha aplicado un modelo de conservación que ha permitido una recuperación exitosa de la población (Torres, 1992).

El mayor volumen de investigaciones que se han llevado a cabo sobre estas especies se han realizado en alpacas y llamas, por lo que existe muy poca información sobre vicuñas. La información disponible no es extrapolable con 100% de confiabilidad a la vicuña (Cáceres, 1990).

La explotación de la vicuña es de gran interés, debido a que su pelo tiene un alto valor comercial. Así, el aumento de su población y una adecuada técnica de explotación se traducirá en un beneficio económico para las comunidades que habitan el altiplano de la primera región (Raggi, 1991).



La población de vicuñas se concentra en el altiplano de la primera región, lo que representa el 96,88% del total existente en Chile (del orden de 19.237 vicuñas). Aproximadamente 8.600 individuos corresponden a hembras en edad reproductiva (45,18%), el resto son machos que se distribuyen en diferentes castas sociales y crías (hembras y machos) que no se encuentran en edad reproductiva (Galaz y Urquieta, 1996).

Aún cuando esta especie tiene un potencial económico, dado por la calidad de su pelo para el mercado textil internacional, presenta fuertes limitantes para su desarrollo económico. Entre estas limitantes se encuentran las características reproductivas, tales como:

- Largo periodo de gestación ( $343 \pm 7$  días) (Urquieta y Rojas, 1990).
- Gestación de crías únicas (Urquieta y Rojas, 1990).
- Baja fertilidad de los rebaños entre 40% y 60% (Fernández – Baca, 1991).
- Altas tasas de mortalidad durante los tres primeros meses de edad (14,7% - 17,7%), lo que significaría una disminución de la eficiencia reproductiva y por ello el número de animales que potencialmente pueden ingresar al proceso reproductivo (Fernández – Baca, 1991).

Para favorecer la eficiencia de las explotaciones en semi-cautiverio, toma importancia la incorporación de tecnologías que permitan mejorar las variables reproductivas. Es así que, la medición de progesterona materna y la fetometría ecográfica pueden ser herramientas muy útiles para diagnosticar preñez en forma temprana y evaluar el curso de la gestación en la vicuña.

## 2.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fisiología reproductiva de las vicuñas:

#### 2.1.1. Características generales:

La vicuña tiene una estacionalidad reproductiva marcada. Es así que las montas se presentan entre los meses de Febrero y Marzo, concentrándose mayormente en Marzo (González *et al*, 1991). Esto coincide con las más altas concentraciones plasmáticas de testosterona del macho, en los meses ya señalados (Urquieta y Rojas, 1990). Estudios realizados en la alpaca, muestran que esta estacionalidad tan marcada depende más del manejo que de influencias estacionales sobre la fisiología reproductiva (Fernández–Baca, 1991), ya que al mantener los machos con las hembras permanentemente durante todo el año esta estacionalidad se evidencia, en cambio si se juntan hembras y machos periódicamente se encuentran preñeces y partos en meses diferentes a los señalados (Fernández-Baca *et al.*, 1972).

Producto de lo anterior, la época de partos ocurre en los meses lluviosos (Diciembre – Marzo), lo que coincide con la mayor disponibilidad de alimento y mejor temperatura ambiental para la cría y la madre (Fernández–Baca, 1991).

La ganadería de camélidos en el altiplano es de tipo extensiva. Esto significa que machos y hembras permanecen juntos durante todo el año, por lo que la estacionalidad reproductiva es muy marcada (González *et al*, 1991).

La vicuña tiene una organización social definida compuesta por: grupos familiares polígamos, tropas de machos y machos solitarios. Los grupos familiares

están constituidos por un macho adulto dominante y 3 a 6 hembras con sus crías de un año de edad. El macho establece un territorio que consta de un dormitorio, zona de alimentación y una fuente de agua. Este territorio es permanente durante la vida reproductiva del macho (Franklin, 1978).

### **2.1.2. Pubertad:**

En la vicuña se ha señalado que producen su primera cría a los 3 años, por lo cual la hembra está apta para la reproducción a los 2 años de edad (Franklin, 1978). Para la alpaca se señala que las hembras de un año de edad exhiben una conducta sexual similar a la observada en las adultas y que no existe diferencia significativa en la cantidad y tamaño de los folículos (Fernández-Baca, 1991). También se ha descrito que al alcanzar el 60% de su peso adulto (33 a 36 Kg.), las hembras se reproducen sin problema (alrededor de los 12 y 14 meses de edad) (Fernández-Baca, 1991). Para el macho, se recomienda el inicio de actividad sexual al segundo año de edad, ya que los primeros espermatozoides observables en el eyaculado se presentan a los 18 meses de edad, aunque las concentraciones de testosterona adecuadas para su actividad sexual se obtengan al décimo primer mes de vida (Montalvo *et al.*, 1975).

### **2.1.3. Conducta sexual:**

El coito es precedido de una fase exploratoria en que el macho persigue a la hembra emitiendo sonidos rítmicos. Luego el macho enviste a la hembra, esta toma la posición decúbito ventral (coincide con folículos mayores o iguales a 6 mm) y el macho se posiciona sobre ella, abrazándola con sus miembros anteriores. Aquellas hembras no receptivas, rechazan al macho, escapando y escupiéndolo. Las hembras en celo que no están siendo servidas se montan unas a otras o se echan al lado de una pareja en apareamiento (Fernández-Baca, 1991; Sumar *et al.*, 1993).

#### 2.1.4. Celo y ovulación:

Los camélidos se caracterizan por ser de ovulación inducida por la monta (Bravo *et al.*, 1990a), por lo que no muestran un ciclo estral definido. Se ha demostrado una receptividad sexual que dura entre 30 y 40 días, con periodos de anestro que no duran más de 48 horas (Fernández-Baca, 1991).

La ovulación depende del estímulo coital (San Martín *et al.*, 1968) y ocurre aproximadamente 24 - 26 hrs. después de la cópula en alpacas y 44 – 48 hrs. en llamas (Aba *et al.*, 1995).

Al ocurrir la cópula en llamas y alpacas, las concentraciones plasmáticas de estradiol se elevan de 100-200 a más de 700 pmol/L, ocurriendo la ovulación con la descarga de LH y posteriormente la formación de cuerpo lúteo (Sumar *et al.*, 1988). Las concentraciones plasmáticas de progesterona en vicuña antes de la cópula son menores a 0,5 ng/ml y mayores de 1,0 ng/ml después del encaste (Schwarzenberger *et al.*, 1995).

En llamas y alpacas se han descrito ondas de crecimiento folicular que duran entre 9 y 13 días; se describen 2 fases: La primera, es la fase de crecimiento que dura  $4,8 \pm 1,5$  días, donde un folículo de 3 mm alcanza un diámetro entre 8 y 12 mm; la segunda es la fase preovulatoria que dura  $5,0 \pm 1,6$  días, donde folículos de 8 mm de diámetro y más alcanzan a ovular (Bravo *et al.*, 1990b). La atresia folicular dura 3 – 8 días y la formación de cuerpo lúteo funcional ocurren entre 1 - 4 días y dura 8 – 9 días en hembras no preñadas. Las ondas foliculares tienen una duración de aproximadamente 20 días en hembras no preñadas o con una monta estéril. A su vez, en las hembras preñadas, se presentan ondas foliculares que se repiten cada 14,8 días, pero con folículos de diámetro más pequeños (Aba *et al.*, 1995).

Existen hembras que continúan en celo después de la cópula. Esto puede ser explicado porque el estímulo del macho no fue suficiente o porque el folículo de más desarrollo se encontraría con tamaño inadecuado, por lo que se recomienda repetir el servicio 7 – 15 días posteriores (Fernández–Baca, 1991). Las hembras que llegan a ovular luego del coito siguen en celo por un período de 3 a 5 días, mientras el cuerpo lúteo comienza su actividad secretora. En hembras que no se preñan, el cuerpo lúteo alcanza su máximo desarrollo y capacidad secretora los días 8 –9 post coito y luego las concentraciones de progesterona declinan abruptamente el día 12 y 13, mientras que en las que se preñan la capacidad secretora del cuerpo lúteo es compatible con la preñez en el día 8 y se mantiene estable, impidiendo la presentación de un nuevo celo (Fernández-Baca *et al.*, 1970).

La concentración plasmática de estradiol en el momento de la cópula es alta ( $46 \pm 10$  en llamas y  $23 \pm 4$  pmol/L en alpacas) y luego baja a los 4 días post cópula ( $6 \pm 0,4$  pmol/L), lo que se asocia con el aumento de la concentración plasmática de progesterona, indicando que ocurrió ovulación. Si no ocurre preñez, la concentración plasmática de estradiol entre el día 13 y 14 post cópula tiene un peak promedio de  $30 \pm 5$  pmol/L en llamas y de  $24 \pm 5$  pmol/L en alpacas, en el día 11 post cópula. Esto induce la liberación de prostaglandina F2alfa, que produce un efecto lúteolítico conduciendo a la baja de la concentración plasmática de progesterona (Aba *et al.*, 1995).

#### **2.1.5. Gestación y Parto:**

La vicuña presenta una gestación de  $343 \pm 7$  días, naciendo las crías en estado avanzado de desarrollo (Urquieta y Rojas, 1990).

En alpacas la implantación ocurre entre un 95 y 98% en el cuerno uterino izquierdo, aunque ambos ovarios se encuentren con actividad semejante (Fernández-Baca, 1991), por lo cual es común la migración del huevo desde el cuerno uterino derecho al izquierdo. Esto se explicaría por un efecto luteolítico local del cuerno uterino derecho, a diferencia del cuerno uterino izquierdo que tiene un efecto luteolítico más bien sistémico (Fernández-Baca *et al.*, 1979). En el caso de gestaciones dobles, la pérdida común de uno de los embriones probablemente se debe a que el cuerno uterino izquierdo sólo permite la gestación de un embrión (Fernández-Baca, 1991).

La gestación es dependiente de un cuerpo lúteo funcional, con concentraciones de progesterona que comienzan a incrementarse a partir del día 5 pos ovulación, permaneciendo sobre 2,0 nmol/l durante toda la preñez hasta 2 semanas antes del parto, que comienza a declinar hasta las concentraciones basales aproximadamente de 0,5 nmol/l. (Urquieta y Rojas, 1990). En llamas y alpacas preñadas las concentraciones de estradiol se mantienen en niveles bajos ( $6 \pm 0,4$  pmol/L) y tienen un comportamiento estable durante la gestación (Aba *et al.*, 1995).

El parto comienza con la dilatación del cérvix y contracciones uterinas frecuentes. Esta primera fase dura entre 20 minutos y 2.5 horas. Luego se desencadena la fase expulsiva que dura entre 8 y 40 minutos, finalizando el proceso con la expulsión placentaria que dura entre 42 y 120 minutos (Fernández-Baca, 1991). La placenta es de tipo epiteliocorial difusa (Steven *et al.*, 1980).

Los partos en camélidos sudamericanos ocurren entre las 5:00 y las 14:00 horas, alcanzando la mayor frecuencia a las 9:00 horas (Sumar y García, 1986).

En camélidos en general, una vez ocurrido el parto, la hembra se vuelve receptiva al macho 24 a 48 horas después del evento (San Martín *et al.*, 1968), pero la ovulación ocurre al día 10 post parto y la involución uterina se completa el día 20 post parto (Sumar y *et al.*, 1972).

## **2.2. Crecimiento intrauterino:**

La importancia de conocer el crecimiento intrauterino, a través de la tecnología existente apunta al mejoramiento de los parámetros reproductivos de esta especie. Entre estas herramientas tecnológicas destaca ultrasonido, que permite el diagnóstico de la preñez de manera temprana. Además, esta técnica posibilita realizar la evaluación del curso de la preñez, mediante el monitoreo del crecimiento y desarrollo fetal, permitiendo estimar la edad gestacional (cuando no se conoce la fecha de encaste), otorgando información útil para reducir el número de pérdidas fetales y neonatales.

En la literatura no existen descripciones del crecimiento intrauterino en vicuñas. Sin embargo, en un estudio reciente de crecimiento intrauterino en alpaca y en llama, se obtuvieron ecuaciones que representan el crecimiento fetal, a partir de funciones de regresión calculadas en base a sucesivas mediciones del diámetro biparietal (DBP) y altura de tórax (AT) en distintos momentos de la gestación (Gazitúa *et al.*, 2001).

Las curvas de regresión fueron calculadas a partir de las medidas de cada característica, como una función de la edad gestacional (EG). Las funciones son las siguientes:

### **Llama:**

$$EG = (DBP - 0,002399) 43,02293 \quad r = 0,98 \quad p < 0,001$$

$$EG = (AT - 0,07137) 46,94485 \quad r = 0,95 \quad p < 0,001$$

### Alpaca:

$$EG = (DBP-0,11376) 47,23287 \quad r = 0,98 \quad p < 0,001$$

$$EG = (AT-0,36436) 52,87663 \quad r = 0,96 \quad p < 0,001$$

Donde EG = edad gestacional (días), DBP = diámetro biparietal (cm) y AT = altura del tórax (cm).

En este trabajo se observó que ambas características del crecimiento fetal están muy bien correlacionadas con la edad gestacional, siendo la mejor el diámetro biparietal, ya que tiene un r mayor.

En otro estudio realizado por Bravo y Varela (1993), se establecieron ecuaciones de crecimiento intrauterino en alpaca, con la recolección de fetos muertos. Estas ecuaciones son las siguientes:

Medidas	Ecuaciones	R <sup>2</sup>
Peso fetal con memb. fetales.	$Y = 1185,7 + 49,3x - 0,34x^2$	0,82
Peso fetal sin memb. fetales	$Y = 79,6 + 5,1x - 0,09x^2$	0,97
Líquidos fetales	$Y = 1137 + 117x - 0,3x^2$	0,87
Peso placenta	$Y = 171 + 6,4x + 0,06x^2$	0,83
Longitud Total	$Y = 1,3 + 0,09x + 0,002x^2$	0,95
Corona- ano	$Y = 2,8 - 0,08x + 0,002x^2$	0,93
Curva corona-ano	$Y = 3,9 + 0,1x + 0,0007x^2$	0,96
Columna vertebral y cola	$Y = 2,3 - 0,03x + 0,002x^2$	0,95
Columna vertebral	$Y = 0,6 + 0,03x - 0,0009x^2$	0,87



Donde Y = edad del feto, X = medida del feto y R<sup>2</sup> = coeficiente de determinación. La medida de corona-cola se mide desde la coronilla hasta la cola considerando el largo de la nuca, columna vertebral-cola se mide desde la base de la cabeza hasta el final de la cola, columna vertebral se mide desde la base de la nuca a la base de la cola, y por último la longitud total se mide desde la nariz hasta el final de la cola.

En el caso de la especie ovina, donde se obtuvieron mediciones de diámetro biparietal y diámetro abdominal, se obtuvieron las siguientes ecuaciones para estimar la edad gestacional (Parraguez *et al.*, 2000):

$$EG = (DBP + 1,234) 0,05938^{-1} \quad r = 0,9825 \quad p < 0,0001$$

$$EG = (DA + 1,841) 0,07671^{-1} \quad r = 0,9945 \quad p < 0,0001$$

Donde EG = edad gestacional (días), DBP = diámetro biparietal (cm) y DA = diámetro abdominal (cm).

Por último, existen estudios en cabras que permiten estimar la edad gestacional, a partir de la medición del diámetro del saco gestacional y del largo total del embrión, diámetro mayor de la cabeza y altura de tórax embrio-fetal. Todas estas variables biométricas presentaron buena correlación con la edad gestacional, siendo la mejor de ellas el diámetro del saco gestacional. Las ecuaciones que se obtuvieron son las siguientes (Parraguez *et al.*, 1999):

$$EG = (DSG + 1,4415) 0,1181^{-1} \quad r = 0,89 \quad p < 0,0001$$

$$EG = (L + 0,7162) 0,0664^{-1} \quad r = 0,82 \quad p < 0,0001$$

$$EG = (DMC + 0,0986) 0,0196^{-1} \quad r = 0,76 \quad p < 0,0001$$

$$EG = (AT + 0,0938) 0,025^{-1} \quad r = 0,72 \quad p < 0,0001$$

Donde EG = edad gestacional (días), DSG = diámetro máximo del saco gestacional (cm), L = largo del embrión (cm), DMC = diámetro mayor de la cabeza (cm) y AT = altura del tórax (cm).

### 3.- OBJETIVOS.

#### 3.1. Objetivo general:

Caracterizar la gestación en la vicuña mantenida bajo condiciones de manejo en semicautiverio.

#### 3.2. Objetivos específicos:

- Determinar la fertilidad en vicuñas a través de la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona y examen ecográfico.
- Estudiar el crecimiento embrio-fetal de la vicuña mediante examen ecográfico y su relación con la concentración plasmática de progesterona materna.
- Establecer curvas de crecimiento de variables morfométricas fetales y obtener una ecuación que las represente.

#### 4.- MATERIALES Y METODOS.

El estudio se llevó a cabo en el predio Ancara, ubicado en la localidad de Chislluma, comuna de General Lagos (17° 47' latitud S, 69° 43' longitud O, a 4.150 m.s.n.m), I Región de Tarapacá. Esta zona es considerada la más pobre de Chile y su actividad económica fundamental es la ganadería de camélidos y ovinos.

Las temperaturas medias mensuales se mantienen todo el año bajo 6°C, las temperaturas mínimas diarias son inferiores a 0 °C en verano y a -10 °C en invierno. Estas son condiciones notablemente frías, donde la acumulación térmica es nula y la precipitación anual es levemente superior a los 300 mm, lo que limita todo tipo de agricultura tradicional.

La asociación vegetal que se encuentra en la zona es: bofedal (*Oxichloe andina*), coironal (*Festuca orthophylla* – *Deyeuxia breviaristata*) y tolar (*Festuca orthophylla* – *Parasthephia lucida* o *P. quadrangularis*) las que representan los recursos forrajeros más importantes de la zona (De Carolis, 1987).

Las vicuñas se mantuvieron en un potrero de 253 há., que cuenta con un sistema de mangas y de corrales que permiten un manejo adecuado de los animales. Para este trabajo se utilizaron 45 vicuñas en edad reproductiva correspondiente a 3 familias, con sus respectivos machos. El encaste se inició a fines del mes de Marzo del año 2002 y tuvo una duración de 30 días.

El diagnóstico de gestación se llevó a cabo 30 días después del término del encaste, mediante examen ecográfico transrectal, utilizando un ecógrafo de tiempo real en Modo B y un transductor lineal electrónico de 5 MHz.

Simultáneamente con la ecografía, se extrajo una muestra de sangre (1.5 ml) desde la vena yugular, para la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona. Para ello se utilizaron jeringas heparinizadas (1.000 U.I./ml). La sangre se centrifugó a 1800 xg durante 3 minutos. El plasma se separó y se congeló a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta la medición de la concentración plasmática de progesterona, mediante radioinmunoanálisis. Para esto se utilizaron la técnica y los reactivos proporcionados por Diagnostic Products Corporation (DPC, Los Angeles, California) previamente validados para la especie (Urquieta y Rojas, 1990).

Un mes después, se realizó un segundo examen ecográfico y extracción de sangre, con el propósito de detectar la preñez en aquellas hembras que fueron servidas al final del encaste y que no se lograron detectar como preñadas durante el primer examen.

Del grupo de hembras diagnosticadas preñadas, a través del examen ecográfico y medición de concentración plasmática de progesterona, se seleccionaron 12, en las que se continuó el estudio haciendo medidas ecográficas y toma de sangre cada 2 meses, hasta el parto. En cada ecografía se midieron las siguientes características:

- Diámetro Biparietal (DBP): se obtuvo poniendo un caliper en el borde externo de un hueso parietal fetal y el otro en el borde interno del mismo hueso del lado opuesto, obteniendo una línea perpendicular al plano sagital.
- Altura del tórax (AT): se midió poniendo un caliper en el borde externo de la columna vertebral fetal y el otro sobre el esternón, pasando por el centro del corazón y de manera perpendicular al eje mayor del feto.
- Diámetro abdominal (DA): se midió a partir de un corte transversal del abdomen, obtenido por detrás de la última costilla, posicionando los calipers en los bordes externos del abdomen.

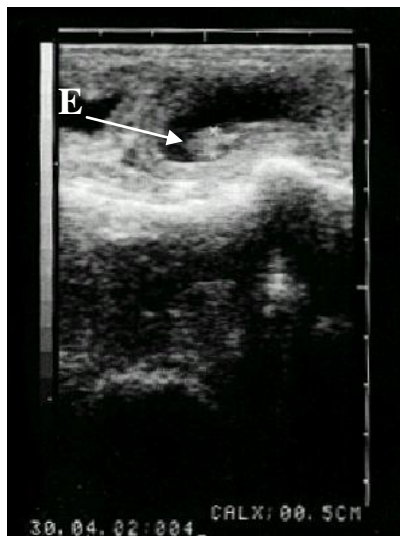
Con los valores obtenidos para cada variable morfométrica fetal, se calcularon regresiones lineales en función de la edad gestacional, obteniéndose las funciones más representativas. A partir de los resultados se podrá estimar el tiempo de gestación cuando no se conoce la fecha de encaste, predecir la fecha probable de parto y evaluar la calidad de la gestación y crecimiento normal del concepto.

Los resultados de la concentración plasmática de progesterona fueron analizados mediante estadística descriptiva, obteniéndose el promedio para los distintos momentos de la gestación.

## 5.-RESULTADOS

La gestación fue determinada por la observación del saco gestacional o diferentes estructuras fetales reconocibles como cabeza, estructuras de alta ecogenicidad, abdomen y latido cardíaco, definidas de acuerdo a su morfología y densidad ecográfica (Foto 1).

Foto 1



Ecografía del útero de una vicuña preñada con 35 días de edad gestacional. En la zona basal del útero se observa el embrión (E).

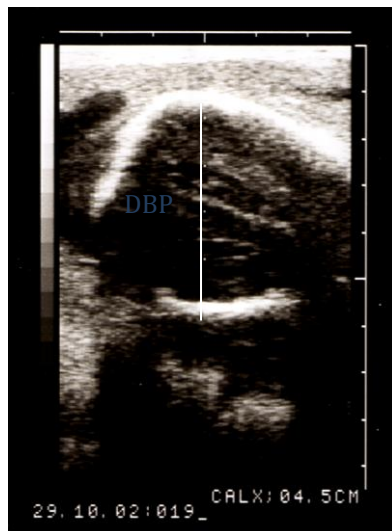
Luego de la primera ecografía y medición de la concentración plasmática de progesterona en 45 hembras, se determinó que la fertilidad del rebaño fue del 62%, considerando todas las hembras, incluso aquellas que no se encontrarían en edad reproductiva. Es así como el porcentaje de fertilidad por categoría fue: Juveniles (< 12 meses) 10%; jóvenes (12 meses a 24 meses) 88% y adultas (> 24 meses) 73%.

El diagnóstico ecográfico de gestación fue consistente con los resultados de la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona, encontrándose valores altos en vicuñas preñadas ( $12,6 \pm 8,65$  nmol/L) y concentraciones bajas de  $1,13 \pm 0,52$  nmol/L en las hembras que estaban secas.

Todas las mediciones de las características morfométricas fetales fueron realizadas usando la vía transrectal, a pesar de que a partir del décimo primer mes de gestación las mediciones se dificultan, ya que el feto desciende en la cavidad abdominal, complicando al operador la observación ecográfica, puesto que muchas veces no es posible ubicar las estructuras fetales a medir. No se usó la vía transabdominal debido a que la observación ecográfica por esta vía es aún más dificultosa por la capa pilosa que protege al abdomen.

Durante este estudio se obtuvieron 52 mediciones de DBP (Foto 2), desde las que se calculó la función de regresión que mejor representa los datos en función de la edad gestacional (Figura 1).

**Foto 2**

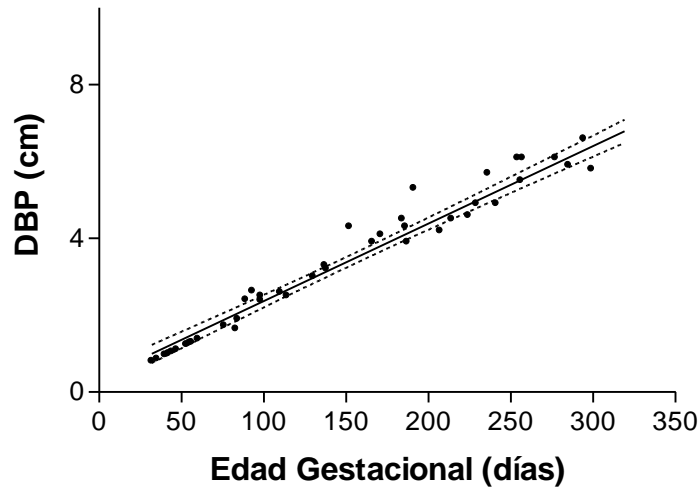


Ecografía de un útero gestante, con la medición de DBP donde el feto tiene aproximadamente 190 días de edad gestacional



Figura 1

**Crecimiento del diámetro biparietal (DBP) fetal en vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicautiverio.**



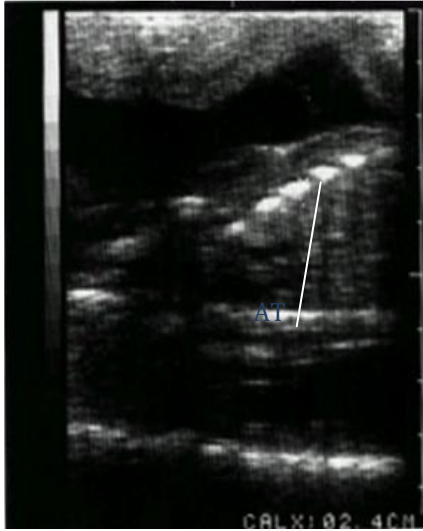
La regresión lineal de la figura 1 corresponde a la siguiente función:

$$EG = 0,2333 + (47,09 * DBP) \quad r^2 = 0,96 \quad p < 0,0001$$

Donde EG es la edad gestacional medida en días y DBP es el diámetro biparietal medido en cm.

Para altura de tórax (Foto 3), se obtuvieron 21 mediciones, las cuales se muestran en la Figura 2, junto a la regresión lineal que mejor las representa:

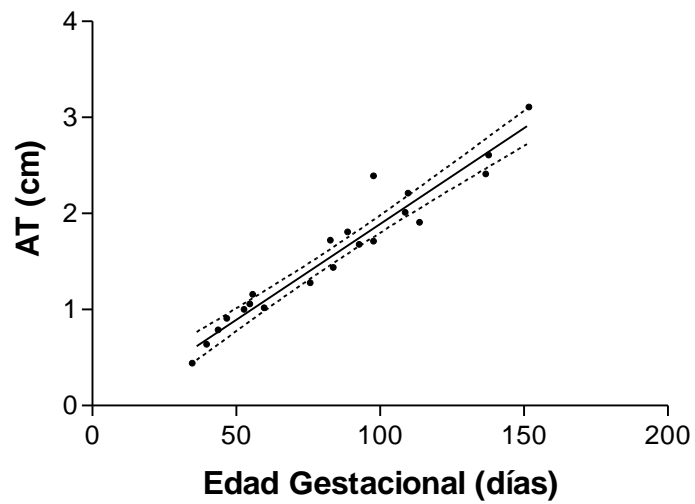
**Foto 3**



Ecografía de un útero gestante, con la medición de AT, donde el feto tiene aproximadamente 120 días de edad gestacional.

**Figura 2**

**Crecimiento de altura de tórax (AT) fetal en vicuñas mantenidas en semicautiverio.**



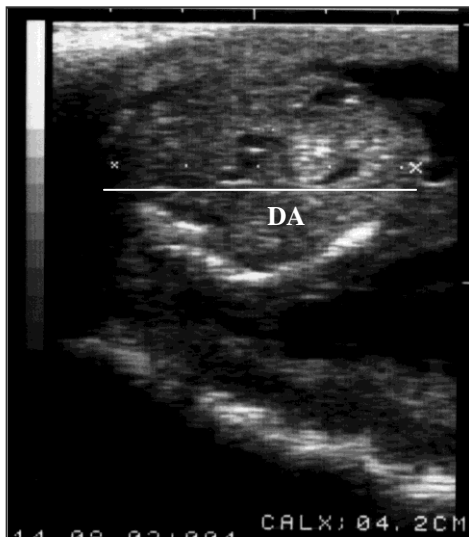
La regresión lineal de la figura 2 corresponde a la siguiente función:

$$EG = - 0,1048 + (50,17 * AT) \quad r^2 = 0,93 \quad p < 0,0001$$

Donde EG es la edad gestacional medida en días y AT es la altura de tórax medido en cm.

Por último, para el diámetro abdominal (DA) (Foto 4), se obtuvieron 17 mediciones, a partir de las cuales se estimó la ecuación de regresión que las representa (Figura 3):

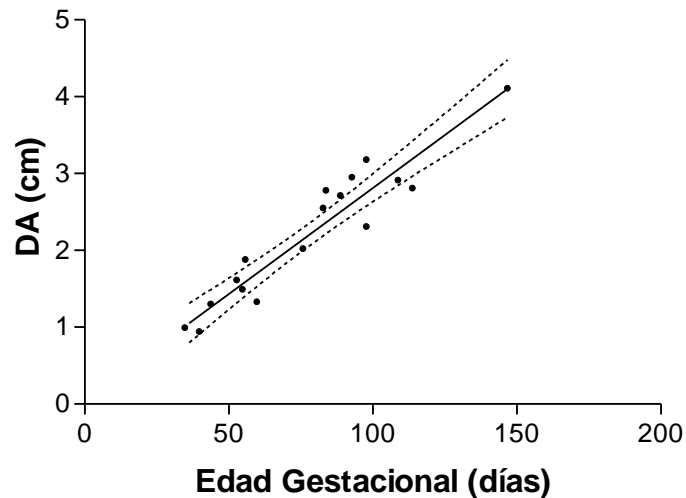
**Foto 4**



Ecografía de un útero gestante, mostrando un corte transversal del abdomen, con la medición de DA, donde el feto tiene aproximadamente 155 días de edad gestacional.

**Figura 3**

**Crecimiento del diámetro abdominal (DA) fetal en vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicuativierio.**



La regresión lineal de la figura 3 corresponde a la siguiente función:

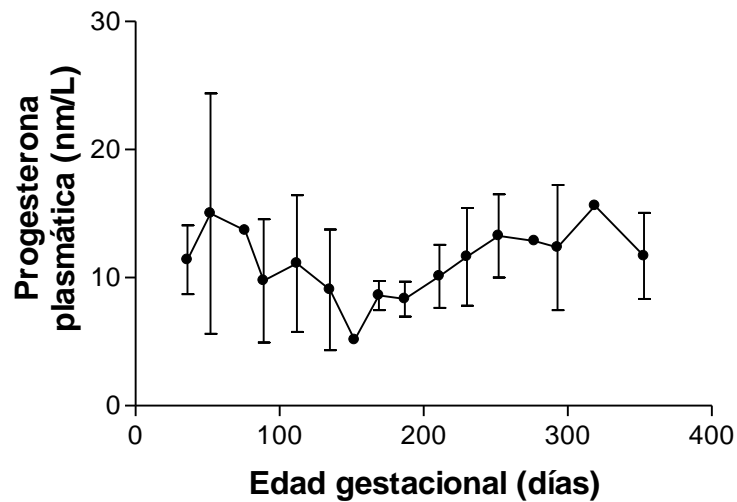
$$EG = 0,05122 + (36,22 * DA) \quad r^2 = 0,90 \quad p < 0,0001$$

Donde EG es la edad gestacional medida en días y DA es el diámetro abdominal medido en cm.

Las concentraciones plasmáticas de progesterona registradas durante el periodo estudiado oscilaron entre 46,9 nmol/L y 5,7 nmol/L en hembras preñadas, mientras que las hembras no gestantes mostraron valores inferiores a 2 nmol/L. El patrón de las concentraciones plasmáticas durante la gestación se muestra en la Figura 4.

**Figura 4**

**Concentraciones plasmáticas de progesterona ( $\bar{X} \pm D.E.$ ) durante la gestación en vicuñas bajo condiciones de semicautiverio.**

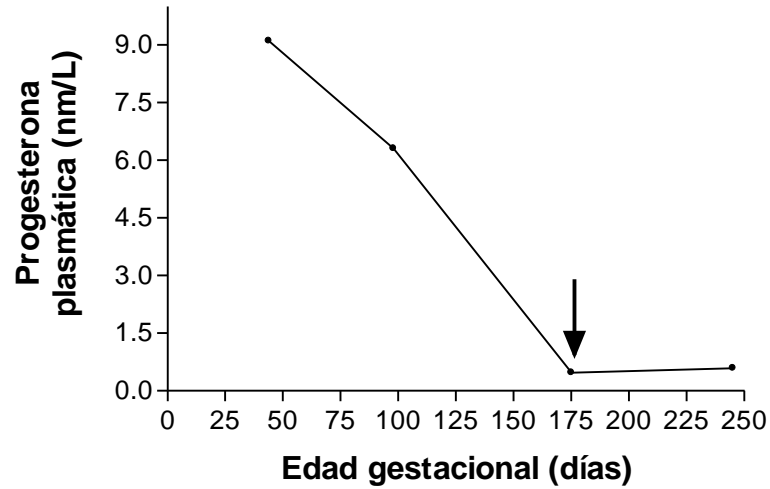


Aún cuando el análisis de varianza no mostró diferencias en la concentración plasmática de progesterona en los distintos momentos de la gestación, debido seguramente a la gran dispersión de los datos, esta hormona muestra un incremento en el segundo mes de gestación, para luego decaer progresivamente y comenzar un nuevo aumento a partir del sexto mes. Al final de la gestación se observó un nuevo descenso de la hormona.

Durante el estudio hubo 1 vicuña que abortó, fenómeno que fue diagnosticado ecográficamente en el mes de octubre, correspondiente al sexto mes de gestación. En la figura 5 se muestra el comportamiento de las concentraciones plasmáticas de progesterona en esta hembra.

**Figura 5**

**Comportamiento de las concentraciones plasmáticas de una vicuña que abortó**



La flecha indica el momento donde se diagnosticó ecográficamente el aborto, correspondiente al mes de Octubre.

La técnica ecográfica no significó riesgo para los animales, ya que no se observó sangramiento rectal en las hembras, ni la pérdida de la gestación producto de los exámenes.

## 6.-DISCUSIÓN

Existe muy poca información sobre temas de reproducción de la vicuña. La mayor parte de los estudios están referidos a la biología reproductiva de llamas y alpacas, que ayudan a entender el comportamiento de los camélidos sudamericanos en general, pero cuyos datos no son considerados 100% confiables para poder extrapolarlos al caso de la vicuña (Cáceres, 1990).

La tasa de fertilidad descrita en el rebaño en estudio (62%) fué superior a la reportada (40 y 60%) para vicuñas en estado silvestre (Fernández-Baca, 1991), aún cuando este valor consideró individuos que no están en edad reproductiva, ya que la fertilidad de hembras mayores de 2 años fue de un 73%, lo que es significativamente superior a lo reportado por este autor. Una investigación previa señala una tasa de gestación de 59,7% en hembras mantenidas bajo condición de cautiverio (Urquieta y Rojas, 1990). La fertilidad que se obtuvo en el rebaño de estudio, fué claramente superior a ese valor, debido probablemente a mejores condiciones ambientales, como pastizales con mejor aporte cualitativo y cuantitativo, fuente de agua segura y menores fluctuaciones de la temperatura.

La medición de la concentración plasmática de progesterona es un método diagnóstico de gran ayuda para verificar el estado reproductivo de una hembra vicuña, ya que una concentración plasmática de progesterona mayor a 5 nmol/L, medida luego de 15 días post encaste, significa inequívocamente que la hembra se encuentra preñada. En cambio, una concentración inferior a 2 nmol/L indica que la hembra no está preñada. Esto concuerda con lo señalado por Urquieta y Rojas (1990), donde la gestación es dependiente de un cuerpo lúteo funcional. Pero esta medición, si la consideramos única, no es 100% confiable, ya que una hembra se puede encontrar con concentraciones plasmáticas superiores a 5 nmol/L y en la ecografía se encuentra seca, lo cual indicaría que la hembra presenta un cuerpo lúteo de ciclo, sin que exista gestación. Adicionalmente, si la

medición de la concentración plasmática de progesterona se realiza antes de los 8 días post encaste, este se encontrará baja, pudiendo estar preñada.

La técnica ecográfica por su parte, tiene las ventajas de indicar un diagnóstico inmediato y la confiabilidad se acerca al 100%, cuando la observación se realiza luego de 20 días desde el encaste. Esta es la situación común para camélidos sudamericanos domésticos (Gazitúa *et al.*, 2001) y los rumiantes pequeños (Parraguez *et al.*, 1999; Parraguez *et al.*, 2000). La combinación de las 2 técnicas simultáneamente, tiene la ventaja de realizar un diagnóstico certero, cuando la observación ecográfica es dudosa, situación que ocurre entre los 15 y 20 días de gestación.

En el transcurso del estudio una hembra sufrió un aborto que fue diagnosticado a los 175 días de gestación (mes de Octubre), mediante el examen ecográfico y confirmado posteriormente por la medición de concentración plasmática de progesterona. Al observar el patrón de la concentración plasmática del esteroide de esta hembra, se infiere que el aborto ocurrió luego de 100 días de gestación con una constante disminución de la concentración de esta hormona en la sangre. Las mediciones secuenciales de progesterona plasmática permitirían predecir el riesgo de aborto y tomar las medidas preventivas, cuando las condiciones así lo permiten.

Durante los primeros meses de gestación (Marzo – Junio) la observación del feto no presentó complicaciones, apareciendo como una masa ecogénica en la base del saco gestacional, pudiéndose discriminar claramente entre cabeza, tórax y abdomen. Sin embargo, debido a la localización de la cabeza fetal hacia la zona antero-ventral de la cavidad abdominal, las mediciones de diámetro biparietal se dificultaron alrededor de los 150 días de gestación. En el caso de la alpaca y llama se describe una situación parecida (Gazitúa *et al.*, 2001), lo que sugiere una



dinámica similar de las relaciones anatómicas materno-fetales durante el periodo gestacional.

Las curvas de regresión obtenidas a partir de las mediciones del DBP, la AT y el DA fetales presentaron un alto coeficiente de determinación (0,96, 0,93 y 0,90, respectivamente), siendo mejor la del DBP. Esto concuerda con lo obtenido en distintas especies de camélidos sudamericanos (Gazitúa *et al.*, 2001), rumiantes menores (Parraguez *et al.*, 1999; Parraguez *et al.*, 2000), primates no humanos (Corradini *et al.*, 1998) y el feto humano (Otto *et al.*, 1986), lo que indica que el crecimiento de la cabeza fetal es más constante y con menor variación, constituyéndose en la medida morfométrica fetal de elección para la estimación de la edad gestacional o de la calidad del crecimiento fetal.

Adicionalmente, el DBP fue la medida más fácil de obtenerse, lográndose su observación y medición en casi todas las etapas del desarrollo intrauterino, lo que también ocurrió en alpacas, llamas (Gazitúa *et al.*, 2001) y ovejas (Parraguez *et al.*, 2000).

La altura de tórax fetal, también resultó ser un buen estimador de edad gestacional, pero menos confiable que el DBP. Esta tendencia también fue observada en llamas y alpacas. Además, las mediciones de AT se dificultan desde los 70 días de gestación, situación que coincide con lo observado en alpacas y llamas (Gazitúa *et al.*, 2001).

En este trabajo se mostró además, que la medición del DA es una alternativa viable para estimar la edad gestacional, en el caso de no poder observar y medir el diámetro biparietal o la altura de tórax. Sin embargo, es la característica morfométrica con mayores dificultades para medir, especialmente a partir de la mitad de la gestación. En la literatura no se encuentran trabajos que den origen a curvas de crecimiento del DA fetal en otros camélidos. Un estudio en

ovejas señala que las mediciones del DA se dificultaron desde los 90 días de gestación (Parraguez *et al.*, 2000).

Finalmente, podemos señalar que la ultrasonografía transrectal es una técnica no invasiva, rápida, fácil de aplicar y sin riesgo para los individuos, ya que no se presentaron alteraciones de la salud de la hembra ni del feto durante todo el estudio. Además, resultó ser un método preciso y precoz para el diagnóstico de gestación y con buen poder predictivo para el estudio del crecimiento fetal en vicuñas.

## 7. - CONCLUSIONES.

Sobre la base de los resultados del presente estudio, pueden señalarse las siguientes conclusiones:

1.- La ultrasonografía transrectal y la medición de esteroides ováricos maternos son aplicables a la especie vicuña (*Vicugna vicugna*) para el diagnóstico de gestación, sin provocar alteraciones del proceso reproductivo.

2.- La fertilidad que se obtuvo en las vicuñas mantenidas en semicautiverio es superior a la descrita por otros autores, ya sea en estado silvestre o en cautiverio.

3.- Las medidas morfométricas fetales, diámetro biparietal, altura de tórax y diámetro abdominal, permitieron obtener funciones con alto poder predictivo para la estimación de la edad gestacional y la evaluación del crecimiento intrauterino.

4.- La característica morfométrica que permite la mejor estimación de la edad gestacional en vicuñas es el diámetro biparietal, tal como ocurre en diversas especies de animales.

5.- Las concentraciones plasmáticas de progesterona son muy variables a lo largo de la gestación, sin embargo, siempre son mayores a 5 nmol/L. Además, la presentación de aborto en la vicuña fue precedido de una disminución sostenida de la concentración plasmática de progesterona.

## 8.-BIBLIOGRAFÍA

- **ABA M.A., FORSBERG M., KINDAHL H., SUMAR J., EDQVIST L. E. (1995).** Endocrine changes after mating in pregnant and non – pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet. Scand.* 36: 489 – 498.
  
- **BRAVO P.W., FOWLER M.E., STABENFELDT G.H., LASLEY B.L. (1990a).** Endocrine responses in the llama to copulation. *Theriogenology.* 33: 891 - 899.
  
- **BRAVO P.W., FOWLER M.E., STABENFELDT G.H., LASLEY B.L. (1990b).** Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biol. of Reprod.* En: Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92 – 109.
  
- **BRAVO W., VARELA M. (1993).** Prenatal development of the alpaca (*Lama Pacos*). *Anim. Reprod. Sci.* 32: 245 – 252.
  
- **CÁCERES J. (1990).** Relación entre niveles plasmáticos de testosterona y tamaño testicular en macho vicuña (*Vicugna vicugna*) en confinamiento altiplánico en época estival e invernal. Tesis para optar al título profesional de Médico Veterinario, Fac. de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, 88 p.
  
- **DE CAROLIS G. (1987).** Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, 261p.

- **CORRADINI P., RECABARREN M., SERÓN-FERRÉ M., PARRAGUEZ V.H. (1998).** Study of prenatal growth in the capuchin monkey (*Cebus apella*) by ultrasound. J. Med. Primatol. 27:287-292.

- **FERNÁNDEZ-BACA S., HANSEL W., NOVOA C. (1970).** Corpus luteum function in the alpaca. Biol. of Reprod. **En:** Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92 – 109.

- **FERNÁNDEZ-BACA S., NOVOA C., SUMAR J. (1972).** Actividad reproductiva de la alpaca mantenida en separación del macho. A.L.P.A. **En:** Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92 – 109.

- **FERNÁNDEZ-BACA S., HANSEL W., SAATMAN R., SUMAR J., NOVOA C. (1979).** Differential luteolytic effects of right and left uterine horns in the alpaca. Biol. of Reprod. **En:** Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92–109.

- **FERNÁNDEZ-BACA S. (1991).** Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92–109.

- **FRANKLIN W.L., (1978).** Socioecology of the vicuña. Ph. D. dissertation, UTA St. Univ.Utah. 172 p. **En:** Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92–109.

- **GALAZ J.L., URQUIETA B. (1996).** Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica. Actas del I Seminario Internacional aprovechamiento de la fibra de vicuña en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Modulo Ecología de la especie, Chile. Editores Galaz, González. Imprenta Prado. Chile. pp.: 74 – 90.
  
- **GAZITÚA F., CORRADINI P., FERRANDO G., RAGGI L.A., PARRAGUEZ V.H. (2001).** Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). Anim. Reprod. Sci. 66: 81 – 92.
  
- **GLADE A., CATTAN P. (1993).** Libro rojo de los vertebrados terrestres chilenos. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. En: Galaz J.L. and Urquieta B. 1996. Conservación y Manejo de la vicuña en Sudamérica. Actas del I Seminario Internacional aprovechamiento de la fibra de vicuña en los Andes Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Modulo Ecología de la especie, Chile. Editores Galaz, González. Imprenta Prado. Chile. pp.: 74 – 90.
  
- **GONZÁLEZ H.; GUNDERMANN H.; ROJAS R. (1991).** Diagnóstico y estrategia de desarrollo campesino en la I Región de Tarapacá. Taller de Estudios Andinos (TEA), Arica, Chile. pp.: 246.
  
- **MONTALVO C., CEVALLOS E., COPAIRA M. (1975).** Estudio microscópico del parénquima testicular en la alpaca durante las estaciones del año. Mem. Congreso Nac. De Ciencias Veterinarias. Arequipa, Perú. pp.: 128.
  
- **OTTO W.J., DOYLE S., FLAMM S., WITTMAN J. (1986).** Accurate ultrasonic estimation of fetal weight: III prospective analysis of new ultrasonic formulae. Am. J. Perinatol. 3:307-311.

- **PARRAGUEZ V.H., GALLEGOS J.L., RAGGI L.A., MANTEROTA H., MUÑOZ B. (1999).** Diagnóstico precoz de gestación y determinación del número de embriones por ecografía transrectal en la cabra criolla chilena. Arch. Zootec. 48: 261 – 271.
  
- **PARRAGUEZ V.H., DUCHENS M., PRADO M., SALES E. (2000).** Estudio ecográfico del crecimiento prenatal en ovejas Suffolk Down. XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Santiago, Chile. Resúmen.
  
- **RAGGI L.A. (1991).** Una opción ganadera, Revista El Campesino. CXXIII (7): 17 – 23.
  
- **SAN MARTÍN M., COPAIRA M., ZÚÑIGA J., RODRÍGUEZ R., BUSTINZA G., ACOSTA L. (1968).** Aspects of reproduction in the alpaca. J. Reprod. Fert. En: Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92 – 109.
  
- **STEVEN D.H., BURTON G.J., SUMAR J., NATHANIELZ P.W. (1980).** Placenta. En: Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92–109.
  
- **SCHWARZENBERGER F., SPECKBACHER G., BAMBERG E. (1995).** Plasma and fecal progesterone evaluations during and after the breeding season of the female vicugna (*Vicugna vicugna*). Theriogenology 3: 625 – 634.

- **SUMAR J., NOVOA C., FERNÁNDEZ-BACA S. (1972).** Fisiología Reproductiva post – parto en la alpaca. Rev. Inv. Pec. (IVITA). **En:** Fernández-Baca S., 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. pp.: 92 – 109.
  
- **SUMAR J., GARCÍA M., (1986).** Fisiología de reproducción de la alpaca. Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health. Proc. Symp. Vienna. IAEA. 149-177.
  
- **SUMAR J., FREDRIKSSON G., ALARCÓN V., KINDAHL H., EDQVIST L.E. (1988).** Levels of 15-keto-13, 14-dihydro-PFG 2d, progesterone and oestradiol-17 $\beta$  after induced ovulations in llama and alpacas. Acta Vet. Scand. 29: 339 – 346.
  
- **SUMAR J., ALARCÓN V., ECHEVERRÍA L. (1993).** Niveles de progesterona periférica en alpacas y llamas y su aplicación en el diagnóstico precoz de gestación y otros usos clínicos. Acta Andina 2: 161 – 167.
  
- **TORRES H. (1992).** Camélidos silvestres Sudamericanos. Un plan de acción para su Conservación. Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos, Comisión de Supervivencia de Especies. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland, Suiza. **En:** Galaz J.L. and Urquieta B. 1996. Conservación y Manejo de la vicuña en Sudamérica. Actas del I Seminario Internacional aprovechamiento de la fibra de vicuña en los Andes Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Modulo Ecología de la especie, Chile. Editores Galaz, González. Imprenta Prado. Chile. pp.: 74 – 90.
  
- **URQUIETA B., ROJAS R. (1990).** Studies on the reproductive physiology of the vicuña (*Vicugna vicugna*). Livestock Reproduction in Latin America. International Atomic Energy Agency., pp.: 407 – 428.