

REPRODUCCION EN LA VICUÑA

Dr. Luis Alberto Raggi S.
Dr. Víctor Hugo Parraguez G.

Características Generales

La vicuña es un camélido sudamericano silvestre, monomórfico (no presenta diferencias fenotípicas aparentes entre machos y hembras), poligínico (un macho se cruza con varias hembras) y monotoco (gestan una sola cría). En época reproductiva se pueden distinguir 3 estructuras sociales básicas: a) grupo familiar, formado por un macho adulto y 3 a 6 hembras, con tres a seis crías del año. Se ha reportado que aproximadamente el 76% de la población vive en grupos familiares. El macho establece y mantiene un territorio permanente a lo largo de su vida reproductiva. Este territorio normalmente contiene un dormitorio en el sector más alto, un territorio de alimentación ubicado a una elevación más baja y una fuente de agua. Los territorios de alimentación ubicados en las zonas de mejores recursos cubren en promedio 18 hectáreas, mientras que los territorios de los grupos familiares que habitan en terrenos menos deseables, frecuentemente desprovistos de fuentes de agua, son más extensos. Los límites territoriales están demarcados por estercoleros, que sirven para la orientación de los miembros del grupo familiar y, además, como puntos desde los cuales el macho dominante amenaza a vicuñas extrañas; mediante defecación "ritual" refuerza los límites del territorio. La integridad del territorio se mantiene durante la vida reproductiva del macho dominante; sin embargo, los límites son más flexibles en los grupos ubicados en zonas de recursos marginales b) grupo de machos solteros, también juveniles, con un número variable de integrantes, son animales sin territorio fijo y constituyen una categoría que no presenta actividad reproductiva. La edad de los animales que conforman este grupo temporal de machos fluctúa entre uno a cuatro años y usualmente corresponden a animales expulsados de sus grupos familiares y machos adultos que han perdido sus territorios (Franklin, 1983), y por último c) grupo de machos solitarios, sin territorio y sin harem, son machos que fueron líderes y han sido desplazados por algún competidor más joven y fuerte, esta categoría es poco frecuente y poco vista.

Fertilidad, gestación y natalidad:

Un problema crónico que afecta las explotaciones de camélidos es el bajo porcentaje de fertilidad de los rebaños, lográndose sólo un 50% de natalidad en condiciones de explotación altiplánica (Cardoso, 1984), situación que es muy similar a la descrita para el altiplano chileno (De Carolis, 1987).

No existen publicaciones sobre tasas de fertilidad, gestación y mortalidad embrionaria y fetal en vicuñas mantenidas en las áreas de protección y reservas en Chile. En 1992, Urquieta y Rojas (1990) realizaron una estimación de la tasa de gestación en animales capturados en el Parque Nacional Lauca, correspondiendo esta a un 59,7% en hembras con 6-7 meses de gestación. Glade y Cattán (1987), determinaron que al finalizar los partos el número de crías por cada 100 hembras era de 56-68. Finalmente, en el censo de 1995, en

la Provincia de Parinacota, se observó que el 46,2% de las hembras se encontraba con crías del año.

La baja fertilidad en los rebaños de llamas y alpacas, es un grave problema que afecta a los productores. Cardoso (1984) y Fernández- Baca (1972), señalan que en condiciones naturales altiplánicas, con manejo tradicional, no superan el 50%, pero en los rebaños experimentales, se han alcanzado fertilidades de un 92%. En explotaciones, de la zona central de Chile, donde se manejan ambos sexos separados durante todo el año, la fertilidad ha alcanzado un 80% (MacNiven y Raggi, 1993), situación que también ha sido posible observarla en el altiplano de la I Región, aunque las tasas de pariciones, se ven sensiblemente afectadas por diversos factores, que ocasionan pérdidas embrionarias y fetales en diferentes etapas de la gestación (Ullrich, 1995; Raggi *et al*, 1995).

Urien y Vila Melo (1990) mencionan un bajo porcentaje de parición (40-50%), atribuible a la mortalidad embrionaria, aunque en algunos establecimientos organizados se ha alcanzado un 70% incluso hasta un 85%. Para disminuir esta elevada mortalidad embrionaria, se sugiere reorientar el manejo de las hembras en gestación temprana, más aún cuando se realiza el diagnóstico de gestación dentro de los primeros 90 días (Fowler, 1993; Wiepzy y Chapman, 1985).

La baja fertilidad y la baja natalidad, además de producir pérdidas económicas, constituyen un serio factor limitante a cualquier proceso de selección de las características de importancia económica y mejoramiento genético. Por esto mismo, el porcentaje de eliminación no supera el 8% en las explotaciones organizadas, siendo el único criterio de eliminación la edad del animal (Fernández- Baca, 1972).

Se mencionan diversos factores que influyen en la baja fertilidad. Entre éstos, la mortalidad embrionaria se presenta como uno de los más influyentes. Se ha reportado en alpacas, que existe una pérdida de embriones de aproximadamente un 50% dentro de los primeros 30 días de gestación (Fernández-Baca, 1971, Reiner y Bryant 1983). Sumar (1979a) señala que, al parecer, la etapa crítica es aquella en que el embrión migra de un cuerno uterino al otro y ocurre la implantación, hecho que ocurre dentro de los 21 primeros días que siguen a la fertilización.

Dentro de las causas de mortalidad embrionaria, se mencionan: desarrollo defectuoso del embrión que podría causar su eliminación; falla en la implantación debido a una alteración de las paredes uterinas; contaminación bacteriana o inflamación previa del útero; implantación en el cuerno derecho; deficiencias de selenio y de cobre; deficiente preparación de las paredes uterinas para la implantación, lo que se puede deber a una inmadurez del sistema hormonal.

Otras causas que podrían ser responsables de las pérdidas embrionarias, se refieren a enfermedades infecciosas como leptospirosis, salmonelosis, clamidiosis y toxoplasmosis. Enfermedades como la brucelosis, listeriosis,

aspergillosis, entre otras no han sido confirmadas como influyentes, pero son agentes infecciosos potenciales que podrían interferir en la reproducción. Se considera importante también, la deficiencia de minerales como el hierro, fosfatos orgánicos y arsénico, exceso de nitrato en la dieta, especialmente en suelos altamente fertilizados, plantas tóxicas y factores ambientales como el estrés y un alza térmica sobre los 41°C.

Otros factores que influirían en la baja fertilidad son, el bajo nivel nutricional, la alta consanguinidad de los rebaños y acontecimientos estresantes durante el primer período de gestación. Estos últimos pueden estar relacionados con la variación de la temperatura ambiental o una repentina declinación del estado de salud del animal, debido a enfermedades infecciosas o parasitarias (De Carolis, 1987).

La fertilidad de los rebaños, también podría ser afectada por alteraciones anatómicas del aparato reproductor de machos y hembras. Problemas frecuentes en los machos son: la criptorquidia, hipoplasia testicular y en menor magnitud aplasias segmentales, degeneración testicular, epididimitis, enfermedades infecciosas, lesiones del escroto, quistes, tumores y hernias (Sumar, 1983).

En las hembras las anomalías anatómicas más frecuentes son la hipoplasia ovárica, los quistes ováricos, alteraciones de los oviductos, útero unicornio, pezones supernumerarios y hermafroditismo (Sumar, 1983; De Carolis, 1987).

La fertilidad en rebaños de camélidos sudamericanos domésticos, se ha incrementado al implementar diferentes medidas de manejo, que consideran aspectos importantes de la fisiología reproductiva de machos y hembras. Entre estas medidas de manejo, las que brindan mejores resultados son el encaste dirigido y el encaste alternado, pudiendo utilizarse combinaciones de estos sistemas. En explotaciones con régimen de separación de sexos durante todo el año, utilizando estos sistemas de encaste, los porcentajes de natalidad se han elevado hasta un 80% (Novoa 1981; Fernández-Baca, 1971; Franco y Condorena, 1979; MacNiven y Raggi, 1993).

De acuerdo a la información recopilada en vicuñas (Proyecto FIA BIOT-01-P-001), se ha podido determinar que la edad de las hembras es un factor determinante sobre la probabilidad de quedar gestantes y mantener la gestación hasta el parto. Utilizando la ecografía y las mediciones de las concentraciones plasmáticas de progesterona, hemos encontrado una fertilidad del 64,0% para el total del rebaño. Si se analiza la fertilidad de acuerdo a la edad de las hembras (tabla 1), observamos un 89,2% para las adultas y un 71,4% para las jóvenes. Un pequeño porcentaje de las hembras menores de un año logra preñarse pero ninguna llega a parir ya que en los meses con condiciones climáticas más severas, estas abortan. Lo anterior significa que los índices de fertilidad y tasas

de gestación de vicuñas mantenidas en semicautiverio son más altos que lo señalado por otros autores para la especie en condiciones silvestres.

En la tabla 1, se observa además que el porcentaje de gestación aumenta hasta el tercer trimestre debido a montas más tardías. Por otra parte, la disminución en el porcentaje de gestación en los últimos meses de muestreo se debe a pérdidas por aborto. La tasa de natalidad es alta y se corresponde con las observaciones de la tasa de gestación. Sin embargo, la sobrevivencia de las crías mantenidas en condiciones de semicautiverio es baja, existiendo una alta mortalidad neonatal, atribuible a factores, aún en estudio.

Tabla 1. Variación anual de la gestación en hembras vicuña mantenidas en semicautiverio; Adultas (Ad), Jóvenes (Jo) y juveniles (Jv).

Grupo	Abril	Junio	Agosto	Octubre	Enero
	%	%	%	%	%
Ad	60,5	69,8	86,4	91,7	89,2
Jo	64,3	64,3	80,0	71,4	71,4
Jv	17,6	23,5	16,7	0	0

* El periodo de encaste fue de 1 mes, iniciándose en marzo

El periodo de gestación de la vicuña es de 330 a 350 días, luego del cual nace siempre una sola cría, que ya al segundo o tercer día de edad está en condiciones de desplazarse junto al grupo. Los machos dominantes controlan el tamaño del grupo familiar expulsando a sus propias crías machos y hembras cuando llegan a 4 – 9 meses y 10 a 11 meses de edad, respectivamente. Esta expulsión ocurre antes del inicio de la parición, en febrero. Los machos excluidos se juntan a tropillas no territoriales compuestas en promedio por 22 animales y las hembras se unen a otros grupos familiares.

En Chile el periodo de parición masiva comienza durante la segunda quincena de febrero y termina la primera semana de abril, concentrándose la mayoría de las pariciones en marzo. Las crías siempre nacen durante la mañana, con un peso de entre 4 y 7 kilos, correspondiente al 15% del peso vivo de la madre. Una nueva monta ocurre aproximadamente 2 semanas después de la parición.

Estacionalidad Reproductiva

Bajo condiciones naturales la vicuña tiene una estacionalidad reproductiva marcada. Así las montas se presentan entre los meses de febrero y abril, 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). Sin embargo, estudios realizados en la alpaca, muestran que la estacionalidad reproductiva 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 en distintas épocas del año se encuentran preñeces y partos sin un patrón estacional (Fernández-Baca *et al.*, 1972).

Producto de lo anterior, la época de partos que 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 crianza de la vicuña en semi-cautiverio en el altiplano chileno es semi-extensiva. Esto significa que machos y hembras permanecen juntos durante todo el año, por lo que la estacionalidad reproductiva también es marcada. A pesar de esto, si observamos los resultados de la tabla 1, podemos deducir que la vicuña puede presentar actividad reproductiva al menos hasta el mes de agosto, lo que sugiere que bajo ciertas condiciones la actividad reproductiva es menos estacional.

Son necesarios estudios más profundos para determinar si la vicuña es realmente una especie estacional, o bien, si la estacionalidad observada en la naturaleza corresponde a la expresión cíclica de la secuencia de los ciclos reproductivos anuales.

Pubertad:

Si bien es cierto que algunas hembras son fértiles al año de edad, casi la totalidad de aquellas que quedan preñadas abortan. La gran mayoría de las hembras quedan preñadas a partir del segundo año de vida por lo que producen su primera cría a los tres años.

La pubertad se alcanza en promedio a los 2 años en las hembras y 3 años en los machos, aunque recién a los 5 años alcanzan su plenitud reproductiva y física (tamaño corporal, dentadura completa con colmillos bien desarrollados). Los machos a la edad de tres años comienzan a defender territorios con recursos alimenticios esenciales para las que serán sus hembras, siendo esto la base del sistema de apareamiento poligíneo. Luego, durante la estación reproductiva las hembras ocupan este territorio, el cual mantienen de año en año.

Para el macho, se recomienda el inicio de actividad sexual al tercer 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 undécimo mes de vida (Montalvo *et al.*, 1975).

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 (si presenta folículos ováricos 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).

Celo y ovulación:

Los camélidos y por ello la vicuña, 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).

En camélidos domésticos 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). No hay estudios que caractericen el lapso coito-ovulación en vicuñas.

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 un cuerpo lúteo (Sumar *et al.*, 1988). En vicuñas las concentraciones plasmáticas de progesterona 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 camélidos se han descrito ondas de desarrollo folicular que duran entre 9 y 13 días; donde se observan 2 fases: La primera, es la fase de crecimiento que dura 4.8 ± 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 ± 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 ocurre entre 1 - 4 días y tiene una vida funcional de 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 diámetros 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 para desencadenar la ovulación o porque el folículo de más desarrollo se encontraría con tamaño inadecuado. Por esto se recomienda repetir el servicio 7 - 15 días después (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 a 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 con escasa variación

durante toda la gestación, 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 ± 10 en llamas y 23 ± 4 pmol/L en alpacas) y luego baja a los 4 días post cópula (6 ± 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 ± 5 pmol/L en llamas y de 24 ± 5 pmol/L en alpacas, en el día 11 post cópula. Esto induce la liberación de prostaglandina $F2\alpha$, que produce un efecto luteolítico conduciendo a la baja de la concentración plasmática de progesterona (Aba *et al.*, 1995).

Gestación y Parto:

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

La implantación, al igual que en otras especies de camélidos, 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 ± 0.4 pmol/L) y tienen un comportamiento estable durante la gestación (Aba *et al.*, 1995). En la vicuña no se conoce el aporte placentario de progesterona durante el proceso gestacional.

En estudios realizados en el altiplano chileno (Proyecto FIA BIOT-01-P-001) se ha determinado la concentración plasmática de progesterona en forma bimensual, en hembras gestantes durante todo el periodo gestacional (tabla 2).

Tabla 2. Variación de la concentración plasmática de Progesterona (nmol/L) en hembras vicuñas preñadas (meses de gestación) mantenidas en semicautiverio.

	1 mes	3 meses	5 meses	7 meses	10 meses
Promedio±	19,0 ^a ±	9,2 ^b ±	10,3 ^b ±	9,7 ^b ±	12,1 ^{ab} ±
D. E.	15,3	3,4	4,6	4,4	2,5

* Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas, al menos $P < 0,05$.

Se observa que la concentración plasmática de progesterona al inicio de la gestación fue mayor ($19,0 \pm 15,3$ nmol/L), a los meses siguientes, lo que refleja una gran actividad del cuerpo lúteo en esta etapa de la gestación. Por otra parte, las vicuñas no gestantes presentan una concentración plasmática de progesterona entre $0,8 \pm 0,06$ a $1,5 \pm 0,6$ nmol/L, sin diferencias a lo largo de un año de observación.

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; Proyecto BIOT-01-P-001 (2004), datos no publicados). La placenta es de tipo epiteliocorial difusa (Steven *et al.*, 1980).

En el medioambiente altoandino, los partos ocurren entre las 5:00 y las 14:00 horas, alcanzando la mayor frecuencia a las 9:00 horas (Sumar y García, 1985; Proyecto BIOT-01-P-001 (2004), datos no publicados). Sin embargo, en alpacas trasladadas a latitudes más australes, se ha observado que el horario de parición es más amplio (Casanueva, 1998). Este cambio en el patrón de distribución de la hora de parición parece estar relacionado con las características del fotoperiodo de cada zona en particular (Parraguez, V.H. Observación no publicada).

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).

Diagnóstico de gestación y crecimiento intrauterino:

Durante la primera etapa del proyecto FIA BIOT 01-P-001 se ha utilizado la técnica ultrasonográfica para realizar diagnóstico de gestación, evaluar la fertilidad, definir las etapas de la gestación donde hay mayor probabilidad de pérdidas embrio-fetales y caracterizar el crecimiento intrauterino en vicuñas mantenidas en semicautiverio, en la localidad de Ancara, comuna de General Lagos, I Región de Tarapacá.

Los resultados obtenidos han permitido establecer que, al igual que en los camélidos sudamericanos domésticos (Gazitua et al, 2001), la ultrasonografía permite el diagnóstico de la gestación entre los 20 y 25 días posteriores al empadre, discriminando claramente entre un útero vacío (Fig. 1) y un útero preñado (Fig. 2), sin que se altere el proceso reproductivo. Esta situación contrasta con especulaciones que preveían la presencia de abortos, debido al eventual estrés que sufrirían los animales al aplicar la técnica.



Figura 1: ecografía de un útero (U) de vicuña no preñada.



Figura 2: ecografía de un útero de vicuña con saco gestacional (SG) de 25 días.

Adicionalmente, la ultrasonografía permitió observar estructuras fetales, tal como el diámetro biparietal (DBP, Fig. 3), la altura del tórax (AT, Fig. 4) y el diámetro abdominal (DA, Fig. 5), de manera consecutiva durante toda la gestación. A partir de estas mediciones se establecieron curvas de regresión que representan el crecimiento fetal en función de la edad gestacional. Estas curvas permiten estimar con alta confiabilidad la edad gestacional (Tabla 3), la fecha probable de parto y la calidad del crecimiento del feto en cualquier momento del periodo de gestación.



Figura 3: ecografía de un feto de vicuña de 55 días de gestación. Se muestra la cabeza (C) y el DBP (línea de puntos).



Figura 4: ecografía de un feto de vicuña de 170 días de gestación. Se muestra el tórax (T) y la AT (línea de puntos).



Figura 5: ecografía de un feto de vicuña de 155 días de gestación. Se muestra el abdomen (A) y el DA (línea de puntos).

A continuación se presenta (tabla 3) la estimación de la edad gestacional de vicuñas, a partir de la medición independiente del diámetro biparietal (DBP), la altura del tórax (AT) y el diámetro abdominal (DA) fetales, mediante examen ecográfico.

Tabla 3

Estimación de la edad gestacional, a partir de las mediciones ecográficas del DBP, AT y DA fetal en vicuñas

Edad Gestacional (días)	DBP (cm)	AT (cm)	DA (cm)
30	0,60	0,60	0,83
45	0,90	0,90	1,24
60	1,20	1,20	1,70
75	1,51	1,50	2,07
90	1,81	1,80	2,48
105	2,11	2,10	2,90
120	2,42	2,40	3,31
135	2,72	2,70	3,73
150	3,02	3,00	4,14
165	3,23	3,30	4,55
180	3,63	3,60	5,00
195	3,93	3,90	5,38
210	4,23	4,20	5,80
225	4,53	4,50	6,21
240	4,84	4,80	6,63
255	5,14	5,10	7,04
270	5,44	5,40	7,45
285	5,75	5,70	7,87
300	6,05	6,00	8,28
315	6,35	6,30	8,70
330	6,65	6,60	9,11

En conclusión se puede decir que la ultrasonografía es una tecnología perfectamente aplicable a la reproducción de la vicuña, sin causar efectos adversos sobre la cría en gestación o la madre; permite estimar el potencial reproductivo del rebaño y la fertilidad real en cada temporada; puede mejorar la fertilidad del rebaño, retirando del encaste a aquellas hembras que se preñan tempranamente y que distraen a los machos; permite estimar las fechas probables de parto, para dar mejor cuidado a los recién nacidos; permite la evaluación de la calidad del crecimiento de la cría en el útero.

Relaciones reproductivo nutricionales

Las vicuñas bajo condiciones de pastoreo extensivo en la región altoandina, al igual que el ganado doméstico (alpacas, llamas y ovejas), se enfrentan a serias limitaciones de disponibilidad en cantidad y calidad del forraje, situación que se ve agravada en el largo periodo seco, característico de esta región.

En la figura 6, se observa la relación entre la pluviosidad, la temperatura ambiental y la disponibilidad de pastos naturales en calidad y cantidad, con el ciclo reproductivo anual de la vicuña en el altiplano chileno.

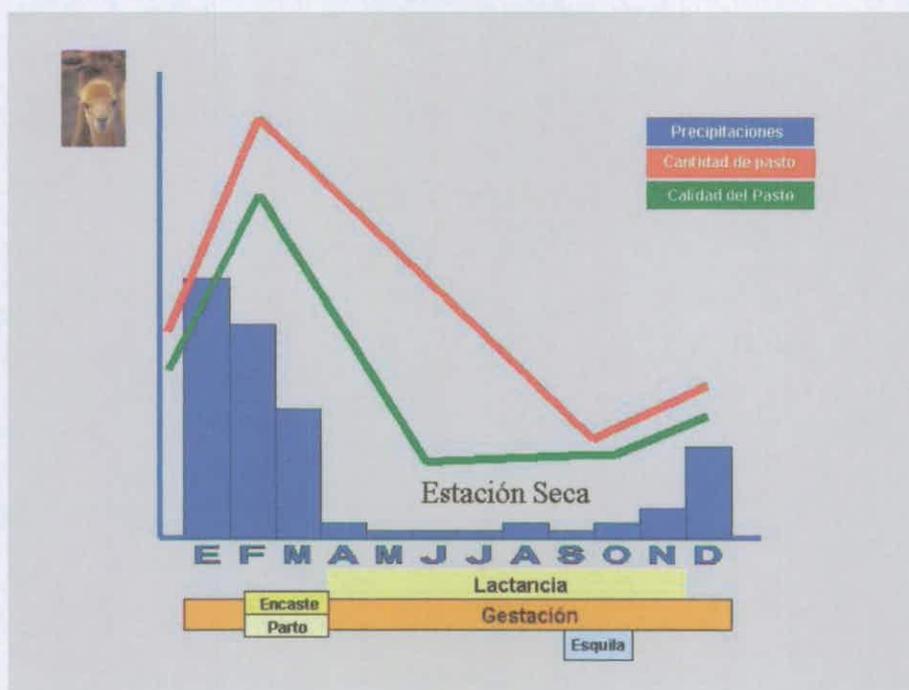


Figura 6. Pluviometría, disponibilidad de forraje, periodos reproductivos y esquila de la vicuña en el altiplano de la primera región de Chile.

Si relacionamos la condición ambiental y nutricional con los periodos reproductivos de los camélidos, podemos observar que existen varias limitaciones que imponen importantes desafíos, sobre todo a la hembra vicuña. La mejor época del año (temperaturas más altas y pastos de mejor calidad y

cantidad), corresponde a los meses de diciembre a marzo, en los que se producen las pariciones. Esta condición es ideal para la cría ya que la condición climática debe permitir que esta se seque pronto y que no se enfríe, situación que se ve favorecida por el hecho que la vicuña pare en la mañana o temprano en la tarde, pero nunca durante la noche. Pariciones fuera de esta época son extremadamente desfavorables y no recomendables para las condiciones silvestres o de cautiverio. Durante estos mismos meses se producen los encastes, situación natural que debe mantenerse en las explotaciones en cautiverio. Luego de esto, comienza la época más restrictiva y difícil para la hembra, ya que, aparte de tener una cría al pie y por ello en lactancia, comienza la gestación y el crecimiento fetal. Esta etapa reproductiva coincide con el periodo seco y frío, donde tanto la cantidad como calidad de los pastos naturales se encuentran en la peor época del año.

Si se mantienen las vicuñas en cautiverio, debe considerarse como factor muy importante el manejo nutricional y la condición corporal de la hembra. Al respecto, la cantidad de animales en los potreros nunca debe ser excesiva ni superar la capacidad de carga de los pastizales altiplánicos, ya que los pastos naturales son la única fuente de alimentación de los animales. Además, se recomienda el pesaje bimensual de las hembras ya que el peso corporal es el mejor indicador de salud y bienestar que disponemos. Como resultado del proyecto FIA BIOT-01-P-001, se ha determinado que una hembra vicuña sobre los 40 kilos puede amamantar y llevar a término la gestación de su cría. En condiciones de semicautiverio el 100% de las hembras que pesan sobre 40 kilos se encuentran gestando, sin embargo la mayoría de las hembras que se encuentran bajo los 39 kilos están secas o abortan durante el periodo seco.

Si disponemos de algunos recursos económicos es recomendable pensar en un manejo de destete. Al igual que con las alpacas y las llamas, mientras mayor sea el tiempo en que las crías permanecen con sus madres, la vicuña hembra adelgaza y la probabilidad de que pierda la cría que está en su vientre aumenta. Se debe considerar que en condiciones silvestres los machos regulan el tiempo de permanencia de la cría con la madre, condición que en cautiverio o semi-cautiverio debe implementarse como medida de manejo.

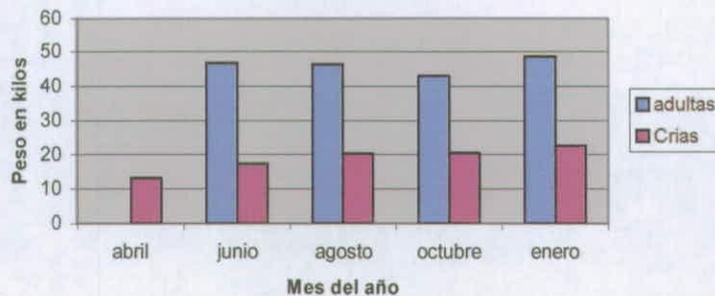
Para amortiguar el efecto de la escasez de recursos forrajeros naturales, se estudió el efecto de la suplementación alimentaria estratégica en vicuñas que han sido alimentadas con un kilo diario de heno de alfalfa (además del pastoreo natural), durante el periodo de encaste y posteriormente a la salida de invierno. Estas hembras fueron capaces de mantener con mayor eficiencia la gestación que aquellas que sólo se alimentaron con pastos naturales. Esta medida es recomendable, aún cuando requiere invertir parte de las ganancias obtenidas con la venta del pelo, en pasto para los animales.

Las vicuñas hembra dependen de su peso corporal para reproducirse eficientemente. Las vicuñas menores de dos años o aquellas que pesan menos de 35 kilos (aún siendo adultas), pueden quedar preñadas. Sin embargo, la mayor parte de estos animales aborta en el periodo seco, cuando los pastos son menos abundantes y de peor calidad, por esto nuestra recomendación respecto de las hembras jóvenes y que serán servidas por

primera vez, es la de pesarlas antes del encaste y no permitir que sean montadas por los machos si no superan los 40 kilos.

En la figura 7 podemos observar el peso corporal de las madres y las crías vicuña durante casi un año de observación. En este gráfico se puede ver que las crías siempre ganan peso o lo mantienen porque están protegidas por la composición nutricional de la leche materna. Sin embargo, las madres bajan de peso en el periodo seco (principalmente agosto, septiembre y octubre) y como resultado de esto pueden perder a la cría que llevan en el vientre.

Figura 7. Registro Comparativo de Peso Corporal (Kg) de Madres y Crías Vicuña, mantenidas en semicautiverio



Los abortos observados estuvieron precedidos por una disminución paulatina de las concentraciones plasmáticas de progesterona (figura 8), hormona encargada de mantener a la cría en el vientre de la madre. Aunque no hay estudios sobre la disminución de la capacidad funcional del cuerpo lúteo en hembras vicuña subnutridas, en alpacas preñadas, se observó una disminución de la concentración plasmática de progesterona, cuando se las alimentó con una ración del 70% de los requerimientos de proteína y energía (Parraguez, V.H, trabajo no publicado).

Figura 8. Concentración Plasmática de Progesterona (nmol/l) en Hembras Vicuña que Interrumpieron su Gestación



Como principales conclusiones de nuestros trabajos podemos señalar que:

- La hembra vicuña es un camélido silvestre que muestra una alta fertilidad y capacidad de reproducirse, en condiciones de semicautiverio en la región altoandina.
- El manejo realizado en las vicuñas mantenidas en semicautiverio, incluidas las ecografías, si se realizan racionalmente, no ocasionan alteraciones del ciclo reproductivo ni de la salud de los animales.
- Las vicuñas, a pesar de estar adaptadas a las condiciones ambientales y nutricionales del altiplano, sufren grandes restricciones de alimentación durante los meses de sequía.
- Durante los meses de sequía la mayoría de las vicuñas se encuentran gestando y dando de mamar, por ello deben estar en los mejores potreros, o bien proporcionarles suplemento nutricional.
- Debe procurarse que todos los animales que entran a encaste, presenten un peso corporal igual o superior a 40 kilos.

REFERENCIAS

- 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.* pp.: 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.
- CARDOSO, A.** 1984. Producción de camélidos en Bolivia. USAID, Bolivia. 53 pp. (Mimeografiado).
- CASANUEVA, P.** 1998. Comportamiento de la concentración plasmática de 17- β estradiol, progesterona y cortisol en el parto en la alpaca (*Lama pacos*). Memoria para optar al título de Médico Veterinario. Fac Cs. Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, 55p.
- 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, 261 p.
- 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.
- FERNANDEZ-BACA, S.** 1971. La alpaca: Reproducción y Crianza. IVITA Boletín de Divulgación N°7.
- 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.

FERNANDEZ-BACA, S. 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina regional de la FAO para América Latina y El Caribe.

FRANCO, E.; N. CONDORENA. 1979. Sistema de manejo de alpacas. En: Curso internacional de producción de camélidos. Cuzco, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Centro Nacional de Camélidos La Raya. pp 101-108.

FRANKLIN, W. 1983. Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: the vicuña and the guanaco. *Advances in the study of mammalian behaviour* 7, 180-213.

GAZITUA, F.; P. CORRADINI; G. FERRANDO; L. RAGGI; V. H. PARRAGUEZ. 2001. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science* 66: 81-92.

GLADE, A., CATTAN, P. 1987. Aspectos conductuales y reproductivos de la vicuña. In: Torres H. (Ed.). Técnicas para el manejo de la vicuña. Grupo de especialistas en Camélidos Sudamericanos, Comisión de Supervivencia de especies. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo. Santiago, Chile.

GONZALEZ, H.; H. GUNDERMANN.; ROJAS, R. 1991. Diagnóstico y estrategia de desarrollo campesino en la I Región de Tarapacá. Taller de Estudios Andinos (TEA), Arica, Chile, 246p.

MACNIVEN, V.; L.A. RAGGI. 1993. Estudios preliminares sobre la explotación de alpacas en el secano central de Chile. *Monografías Med. Vet.* 15(1,2): 87-93.

MONTALVO, C.; CEBALLOS, E. Y COPAIRA, M. 1975. Estudio microscópico del parénquima testicular en la alpaca durante las estaciones del año. Mem, V Congreso Nac. de Ciencias Veterinarias. Arequipa, Perú. 128 p.

NOVOA, M. 1981. Camélidos sudamericanos. En: Recursos genéticos animales en América Latina. Ganado criollo y especies de altura. Ed. Miller-Haye, B.; J. Gelman. FAO/PNUMA 180pp.

Proyecto BIOT-01-P-001. 2003. Introducción de tecnologías para el mejoramiento de la fertilidad en vicuñas (*Vicugna vicugna*), mantenidas en semicautiverio. Fundación para la Innovación Agraria FIA.

RAGGI, LA; ULLRICH, TC; PRADO, M; ROJAS, R; PARRAGUEZ, VH. 1995. Estudio de la fertilidad mediante ultrasonografía en un rebaño experimental de alpacas y llamas en el altiplano de la I región. IX Congreso nacional de Medicina Veterinaria. Chillán, Chile.

URIEN, F. Y VILA MELO, J. 1990. Camélidos en la República Argentina. En: Anales de la sociedad rural. 123 (1-3) enero-marzo, 1990. p. 61-70.

URQUIETA, B.; R. ROJAS. 1990. Studies on the reproductive physiology of the vicuña (*Vicugna vicugna*). Livestock reproduction in Latin America. International Atomic Energy Agency. Viena, Austria.

WIEPZ, W. Y CHAPMAN, R. J. 1985. Non-Surgical embryo transfer and live birth in a llama. Theriogenology, 211, 12 (251-257), 1985.