



INFORME FINAL TECNICO Y DE GESTION

I. ANTECEDENTES GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO; Código; Región:

Introducción de Tecnologías para el Mejoramiento de la Fertilidad en Vicuñas (*Vicugna vicugna*), Mantenedas en Semicautiverio.

BIOT-01-P-001

I Región

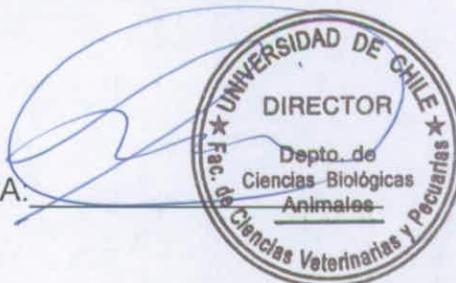
FECHA DE APROBACION O ADJUDICACION, Forma de Ingreso al FIA (Concurso, Ventanilla): 16 de Noviembre de 2001; Concurso Biotecnología FIA 2001.

AGENTE EJECUTOR Y ASOCIADOS: Ejecutor, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Asociados Corporación Nacional Forestal (CONAF, I Región)

COORDINADOR DEL PROYECTO

Luis Alberto Raggi Saini RUT: [REDACTED]

FIRMA:



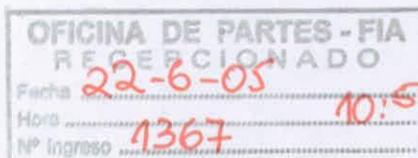
COSTO TOTAL: [REDACTED]

APORTE FIA (en pesos; porcentaje del costo total) : [REDACTED] 60,84%

PERIODO de EJECUCION: desde noviembre de 2001 hasta: 18 de Julio 2005

N° INFORME: FINAL

| | |
|-----------------|--|
| USO INTERNO FIA | |
| FECHA RECEPCION | |



II. RESUMEN EJECUTIVO

Debe ser Globalizante, incorporando aspectos de importancia general dentro del proyecto, y dejando la discusión de detalle en el texto principal. Debe ser corto y específico, no repitiendo las discusiones, análisis y calificaciones específicas contenidas en el texto principal.

El presente proyecto se diseñó considerando la conducta reproductiva de la vicuña en estado silvestre. Lo anterior obligó a respetar el ciclo reproductivo anual que caracteriza a la especie y por ello se establecieron protocolos de trabajo que alteraran de la menor forma posible la estructura social de los rebaños y el manejo en cautiverio de los mismos. De esta forma fue sencillo establecer una calendarización de las actividades por cuanto los encastes, gestación y pariciones en la especie completan casi exactamente un ciclo de 12 meses, por ello el trabajo planificado y los protocolos experimentales se cumplieron prácticamente sin modificaciones.

Con relación a la transferencia tecnológica y de conocimientos adquiridos sobre la fisiología reproductiva de la especie, se realizaron 5 memorias de Título, dos días de campo y dos talleres, uno de ellos con invitados internacionales. Se presentaron además trabajos a congresos en la especialidad de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos y los resultados obtenidos permitieron escribir el capítulo de reproducción de la vicuña, de un libro que se encuentra actualmente en procesos de edición.

Los principales hitos del presente proyecto dicen relación con la construcción de una curva edad gestacional / diámetro biparietal, lo que permite establecer con gran precisión la edad gestacional a través de esta medida morfométrica fetal. Además se pudo establecer una alta correlación entre la ultrasonografía y las concentraciones plasmáticas de progesterona. Se estableció que la condición corporal es fundamental para asegurar la fecundidad y la mantención de la preñez, siendo el peso corporal de $40 \pm 0,5$ kg., el que fija la norma de técnica de manejo para el encaste de una hembra vicuña, independiente de su edad, siendo más crítico en hembras menores de dos años. Por último se pudo establecer que el manejo reproductivo es cautiverio es factible y permite, al igual que en los camélidos domésticos, separar machos de hembras ya que los grupos familiares se reestablecen al juntar nuevamente los machos con las hembras, constituyéndose este manejo en una manera de sincronizar los encaste tan exitosa como el uso de inductores hormonales de la ovulación.

Como conclusión general se puede señalar que la vicuña es un camélido silvestre susceptible de ser utilizado con fines productivos bajo un manejo en semi-cautiverio, sin que por ello se altere su conducta reproductiva. Los encastes, la gestación y las pariciones se pueden optimizar con la finalidad de mejorar los índices productivos de la especie. Debe existir un suplemento en la alimentación en periodos nutricionales críticos que afectan a la reproducción y por último se debe atender a las crías protegiéndolas de los depredadores naturales que se constituyen en los factores que causan la mayor mortalidad neonatal.

III. TEXTO PRINCIPAL

1. Breve resumen de la propuesta original, objetivos, justificación del proyecto, metodología y resultados e impactos esperados.

Breve Resumen de la propuesta original.

El proyecto tuvo como objetivo general el mejoramiento de la fertilidad en la especie vicuña, basado en la hipótesis de que es posible incrementar su eficiencia reproductiva, mediante la aplicación de biotecnologías. Esto permitirá incrementar el número de animales destinados al proceso productivo y establecer pautas de manejo reproductivo aplicables a la especie, sin perjuicio de que los resultados de esta experiencia puedan utilizarse a los camélidos domésticos (alpacas y llamas).

El estudio se llevó a cabo en el módulo Ancara y se utilizó la infraestructura disponible, laboratorios y alojamiento, del Centro Internacional de Estudios Andinos de la Universidad de Chile en Putre y de las facilidades con que cuenta la CONAF en el altiplano de la I Región. La metodología utilizada es de eficiencia probada en otras especies camélidas y se basa principalmente en la determinación y seguimiento de la gestación, mediante ultrasonografía y concentraciones plasmáticas de esteroides ováricos. Esto permitió caracterizar las siguientes variables reproductivas: tasa de fertilidad a través de diagnóstico precoz de gestación, periodos críticos que afectan la mantención de la gestación, crecimiento fetal, tasas de natalidad y mortalidad neonatal, perfiles de 17 β -estradiol y progesterona durante la gestación, duración de la gestación, peso de las hembras durante la gestación y de las crías al nacimiento, mortalidad neonatal. El estudio de estas variables en hembras de 1 y 2 años permitirá establecer el momento del ingreso a la función reproductiva de estas hembras jóvenes. Se propuso mejorar las características reproductivas mencionadas, mediante manejo nutricional estratégico y manejo endocrino utilizando GnRH y hCG. Con este diseño experimental se espera mejorar la habilidad reproductiva en hembras jóvenes y mejorar la tasa de fertilidad, la tasa de natalidad y disminuir la mortalidad neonatal.

Objetivos

- 1 Establecer la tasa inicial de preñez tardía del rebaño.
- 2 Establecer la tasa inicial de natalidad, mortalidad neonatal y la relación peso al nacimiento-mortalidad neonatal.
- 3 Determinar la tasa de fertilidad de las vicuñas adultas mantenidas en semicautiverio, luego de un encaste de 30 días.
- 4 Verificar la consistencia en el diagnóstico precoz de gestación entre ecografía y concentración plasmática de esteroides ováricos.
- 5 Caracterizar los periodos críticos de la gestación de vicuñas adultas, en función de las pérdidas embriofetales y el peso corporal de las hembras.
- 6 Establecer curvas de crecimiento de variables morfométricas fetales.

- 7 Caracterizar los perfiles de 17β -estradiol y progesterona durante la gestación.
- 8 Establecer con precisión la duración de la gestación en hembras adultas.
- 9 Establecer la tasa de natalidad, peso al nacimiento, mortalidad neonatal y la relación peso al nacimiento-mortalidad neonatal.
- 10 Caracterizar el efecto del "flushing" sobre la tasa de fertilidad en vicuñas adultas.
- 11 Determinar el efecto de la suplementación alimenticia en períodos críticos de la gestación sobre mantención de la preñez, crecimiento fetal, perfiles de esteroides ováricos, peso de las hembras, peso al nacimiento de las crías y tasa de mortalidad neonatal, en vicuñas adultas.
- 12 Estudiar la presentación de pubertad en hembras de 1 año.
- 13 Caracterizar en vicuñas encastadas al año de edad la tasa de fertilidad, periodos críticos de la gestación, curvas de crecimiento embriofetal, curvas de peso corporal, relación peso corporal-pérdidas de gestación, perfiles de esteroides ováricos.
- 14 Establecer la duración de la gestación, tasa de natalidad, peso al nacimiento, mortalidad neonatal y relación peso al nacimiento-mortalidad neonatal de las crías de hembras de 1 año.
- 15 Establecer el efecto del periodo adicional de encaste de hembras secas sobre la fertilidad total del rebaño adulto.
- 16 Estudiar el efecto de GnRH y HCG sobre la maduración folicular, sincronización de ovulaciones y fertilidad lograda.
- 17 Caracterizar en vicuñas encastadas a los 2 años la tasa de fertilidad, periodos críticos de gestación, curvas de crecimiento embriofetal, curvas de peso corporal, relación peso corporal-pérdidas de gestación, perfiles de esteroides ováricos.
- 18 Establecer la duración de la gestación, tasa de natalidad, peso al nacimiento y mortalidad neonatal de crías de hembras de 2 años.

Justificación del proyecto

De acuerdo a las estrategias de innovación agraria para la ganadería camélida en Chile, impulsada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), ha quedado de manifiesto que la vicuña representa potencialmente una de las áreas con posibilidades de explotación comercial futura, lo que contribuiría a expandir las posibilidades de ingresos económicos de las familias aymará que habitan el altiplano de la zona norte del país, considerando a la vicuña como uno de los principales rubros de innovación en la producción para el altiplano de la I Región. Esta especie, junto con los camélidos domésticos (alpacas y llamas) es de las pocas especies animales productivas adaptadas a la vida de altura.

En el mismo marco estratégico también se estableció que en el ámbito productivo de los camélidos existe una fuerte limitante a su desarrollo, limitante que está fuertemente determinada por la baja incorporación de ciencia y tecnología en los procesos productivos de estas especies, quedando definidas diversas acciones que están orientadas básicamente a fomentar programas de investigación,

incorporar nuevas tecnologías al manejo, establecimiento de módulos de crianza en cautiverio para los camélidos silvestres y finalmente, llevar a cabo investigación que permita mejorar el manejo reproductivo de los animales.

En general existe poca información acerca de los mecanismos que participan en la reproducción de la vicuña (Galáz y González, 1996) y sólo el 14% de los estudios sobre camélidos han abarcado diversas materias relacionados con esta especie. La mayor parte de los trabajos están referidos a los camélidos domésticos, que aunque orientan la comprensión de la reproducción no son extrapolables con plena confiabilidad a la vicuña (Cáceres, 1990).

La pubertad de la vicuña es aún un tema discordante. Rojas (1989), cita referencias que indican que no hay consenso respecto de que la pubertad de la vicuña hembra ocurra al año de edad. Además, desestima que los apareamientos precoces concluyan en una gestación y parto. Lo anterior fuertemente determinado como consecuencia de las condiciones medioambientales y eventualmente, en un programa de manejo en semicautiverio, por el manejo en sí mismo.

Como todo animal, el plano nutricional, expresado mediante el desarrollo y peso corporal, ejerce una marcada influencia en el momento en que se empiezan a generar gametos viables para el éxito reproductivo.

El celo en los camélidos es una manifestación que no tiene características bien definidas, donde aparentemente los signos conductuales son más importantes que los físicos (Fernández-Baca, 1979). Esta conducta particular es característica de animales con ovulación inducida (Hafez, 1989). Específicamente en vicuñas, Rojas (1989), señala que la correlación de la monta con variables climáticas (fotoperíodo y temperatura media), explican el 57,8% de las variaciones observadas durante el año ($r = 0,63$). Sin embargo, no se encontraron correlaciones significativas entre el comportamiento de los perfiles plasmáticos de progesterona y las variables climáticas.

En la actualidad, no existen publicaciones sobre tasas de gestación y mortalidad embrionaria y fetal en vicuñas mantenidas en las áreas de protección y reservas en Chile. En 1992, Urquieta realizó una estimación de la tasa de gestación en animales capturados en el Parque Nacional Lauca, correspondiendo esta a un 59,72% en hembras con 6-7 meses de gestación. Glade y Cattán (en Torres, 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 46,15% de las hembras se encontraba con crías del año.

Respecto a la mortalidad de las crías, en 1981, Glade y Cattán (en Torres, 1987), evaluaron esta variable durante los seis primeros meses de vida, en un estudio realizado en la localidad de las Cuevas, Provincia de Parinacota. Esta alcanzó el 17,65%, siendo más significativa durante los tres primeros meses de edad. Este

periodo se identificó como el más crítico para la sobrevivencia: el 83% del total de crías murieron. A partir del 6^{to} mes hasta los 12 meses se observó la expulsión de las crías desde los grupos familiares. Sin embargo, el hecho de que los valores de las tasas o frecuencias, corresponden a observaciones realizadas en periodos distintos hace inconveniente realizar extrapolaciones que permitan evidenciar las condiciones reproductivas de la población en la actualidad.

Metodología

Estudio ecográfico:

El estudio ecográfico se realizó utilizando un ecógrafo en modo B, de tiempo real y un transductor lineal con frecuencias de 6 y 8 MHz, que posibilitan una buena resolución de las imágenes. El transductor se aplicó por vía transrectal y/o transabdominal, dependiendo de la posición de las estructuras a observar, según estudios previos en camélidos domésticos (Gazitúa et al, 2001). Las estructuras observadas y las mediciones realizadas se definieron de acuerdo a su morfología y densidad ecográfica. El diámetro biparietal se obtuvo poniendo un caliper en el borde externo de un hueso parietal y el otro en el borde interno del mismo hueso del lado opuesto. La altura de tórax se midió poniendo un caliper en el borde externo de la columna vertebral y el otro sobre el esternón, pasando por el centro del corazón y de manera perpendicular al eje mayor del feto. El diámetro mayor del abdomen se obtuvo de la medición de la mayor distancia entre los bordes de la cavidad abdominal, inmediatamente posterior a la apófisis xifoides (Parraguez et al, 1997; Parraguez et al, 2000; Gazitúa et al, 2001).

Los valores obtenidos para cada variable se regresaron con la edad gestacional y se calcularon funciones teóricas representativas y predictivas del crecimiento fetal.

Mediciones hormonales:

La medición de la concentración plasmática de progesterona se realizó mediante radioinmunoanálisis, utilizando la metodología y reactivos de Diagnostic Products Corporation (DPC, Los Angeles, Ca, USA), previamente validada para la especie (Urquieta y Rojas, 1990).

En el caso de la medición de las concentraciones plasmáticas de 17 β -estradiol, se ha observado que la metodología y reactivos proporcionados por DPC no tienen la sensibilidad adecuada para la medición del esteroide durante el ciclo de actividad reproductiva (Urquieta y Rojas, 1990), por lo tanto, se probó una técnica de mayor sensibilidad que utiliza reactivos y metodología proporcionados por la OMS (Sufi et al, 1990).

Peso Corporal:

El peso corporal de los animales se obtuvo utilizando una balanza electrónica, con sensibilidad de 100 gr, lo que permitió detectar las variaciones durante el año y establecer su efecto sobre las variables reproductivas.

Uso de hormonas para inducir maduración folicular y sincronización de la ovulación:

Los camélidos sudamericanos son especies cuyas hembras presentan ovulación inducida por la monta, evidenciando receptividad sexual por largos periodos, independiente de la presencia en los ovarios de folículos preovulatorios. Esto puede ser uno de los motivos por el cual la fertilidad es baja. En camélidos sudamericanos domésticos se ha demostrado que la administración de análogos de GnRH o de hCG inducen la ovulación (Sumar, 1993). Para el caso de este proyecto se propuso utilizar estas hormonas, ajustando las dosis para ser aplicadas en vicuñas.

Resumen de protocolo

- Mayo 2002: Determinación de la tasa real de fertilidad de vicuñas mantenidas en semicautiverio y evaluación preliminar de la tasa de natalidad y mortalidad neonatal.
- Marzo 2003: Establecimiento de las tasas de natalidad. Determinación de los periodos críticos de la gestación, curvas de crecimiento fetal y perfiles de esteroides ováricos.
- Mayo 2003: Determinación de la mortalidad neonatal. Efecto del flushing nutricional sobre fertilidad. Fertilidad de hembras de 1 año.
- Marzo 2004: Efecto de la alimentación estratégica sobre fertilidad, crecimiento fetal, pérdidas embrio-fetales y natalidad. Caracterización reproductiva de hembras de 1 año.
- Mayo 2004: Efecto de la alimentación estratégica en la sobrevivencia neonatal. Efecto de un periodo adicional de encaste sobre la fertilidad total del rebaño. Efecto de análogos de GnRH y hCG en la sincronización e inducción de la ovulación.
- Mayo - Junio 2005: Evaluación de la sincronización de encastes sobre la sincronización de los partos

Resultados esperados

Obj. Esp. Resultado Esperado N°

1

Se espera observar una tasa de fertilidad inicial no superior al 50 %.

2

-Tasa inicial natalidad < 50%
-Mortalidad Neonatal > 10%
-Relación peso nacimiento-mortalidad neonatal >probabilidad de morir crías con peso bajo el promedio.

3

Se espera obtener una fertilidad de entre 50 y 60 %

4

Se espera una consistencia no menor al 90%.

5

Esperamos reconocer los periodos de la gestación en que se produce la mayor proporción de pérdidas embriofetales en hembras adultas, las que coincidirían con disminuciones de peso corporal de las hembras.

6

Esperamos obtener las curvas de crecimiento del largo total del embrión, diámetro biparietal, altura de tórax y diámetro abdominal, en función de la edad gestacional de hembras adultas.

7

Obtener los perfiles de progesterona y 17 β -estradiol durante la gestación de hembras adultas.

8

Esperamos acotar con alta precisión la duración de la gestación en hembras adultas.

9

-Tasa natalidad < 50%
-Mortalidad Neonatal > 10%
-Relación peso nacimiento-mortalidad neonatal >probabilidad de morir crías con peso bajo el promedio.

10

Esperamos aumentar la fertilidad en a lo menos 10%

11

Esperamos que la suplementación disminuya las pérdidas de gestación, las fluctuaciones de peso corporal, aumente el peso de las crías al nacimiento y disminuya la mortalidad neonatal. Probablemente las concentraciones de progesterona sean algo mayor.

12

Esperamos que al menos las hembras de alto peso entren en pubertad.

13

Este objetivo se cumplirá sólo si se preñan hembras de 1 año.

14

Este objetivo se cumplirá sólo si las hembras de 1 año se preñan y llegan a parir. Si eso ocurre se obtendrán resultados con magnitudes consistentemente inferiores para todas las variables, en relación a las hembras adultas.

15

Esperamos aumentar la fertilidad total en un 5 a 10 %

16

Esperamos acelerar la maduración folicular y la producción de ovulaciones de modo de que las preñeces no tengan una diferencia de más de 4-5 días. Esperamos que la fertilidad no se modifique.

17

Esperamos que las variables reproductivas de las hembras de 2 años tengan un comportamiento similar a las adultas.

18

Esperamos que las variables reproductivas de las hembras de 2 años tengan un comportamiento similar a las adultas.

En este proyecto, el diseño de los protocolos experimentales se construyó de manera tal, que cada objetivo específico constituye en sí una actividad. Aun cuando estas involucren la medición o caracterización de más de una variable reproductiva. Este criterio se fundamenta en el hecho de que el seguimiento consecutivo de la gestación mediante la aplicación de una o más técnicas, permite el cumplimiento de un objetivo específico. En consecuencia, los resultados esperados por actividad son equivalentes a lo explicitado en el punto resultados esperados por objetivo.

Impactos esperados

El desarrollar sistemas de producción rentables y eficientes en el entorno altiplánico constituye, en sí mismo, una alternativa para transformar y mejorar la explotación ganadera tradicional.

La sustituibilidad de la ganadería camélida en el altiplano es impracticable ya que las fuertes restricciones ambientales impiden el desarrollo de la agricultura y de la ganadería tradicional de otras regiones. Considerando que los camélidos domésticos y silvestres se encuentran adaptados a las condiciones de altura, dichas explotaciones no son sustituibles y por ello cualquier esfuerzo en mejorar los niveles de ingresos de los habitantes de esta región deben contemplar esta ganadería.

Se podría establecer que la utilización del pelo de vicuña para la industria textil sería muy rentable desde el punto de vista económico ya que el pelo de estos animales tiene un gran valor en los mercados textiles internacionales (FIA, 2000).

El manejo de la reproducción como parte del proceso productivo es determinante en el incremento de la producción económica de los camélidos, ya que es en este ámbito que se puede incrementar el número de animales que se destinarán a la producción. Las variables reproductivas de mayor importancia para el incremento de la masa productiva son la fertilidad, la natalidad y la mortalidad de crías y adultos, variables que aún no son estudiadas en profundidad para la vicuña.

El papel social de los camélidos en el altiplano de la I Región es indiscutible y por ello cualquier intento en mejorar y expandir las explotaciones ganaderas redundará en un beneficio para los habitantes del altiplano, es así que actualmente el FIA(www.dia.cl) financia un proyecto para el manejo silvestre y en cautiverio de la vicuña en comunidades indígenas aymarás de la Región de Tarapacá, el que tiene como objetivo fundamental el de contribuir al incremento de ingresos de los habitantes de comunidades aymarás del altiplano a través de la conservación y uso sustentable de la vicuña. El proyecto planteado por nosotros se basa en este principio, abordando los aspectos reproductivos y el mejoramiento de ellos mediante la introducción de tecnologías, toda vez que a través de los canales de difusión propuestos, servirá para capacitar a los diferentes actores en el manejo reproductivo en el manejo reproductivo de los pequeños rumiantes en general.

La propuesta de difusión formulada en este proyecto (seminarios, días de campo), plantea la participación de la mayor cantidad posible de ganaderos de las provincias de Parinacota y General Lagos. El objetivo de estas actividades tenderá a ampliar el espectro de cobertura de los resultados del proyecto, explicitando de manera concreta los beneficios productivos logrados y con esto y con esto los beneficios económicos potenciales que se pueden alcanzar al implementar la explotación semiintensiva de la vicuña, con la incorporación tecnologías

adecuadas. Si como resultado de estas actividades de difusión se logra incentivar la implementación asociativa de módulos de crianza de vicuñas, se estima que por cada animal esquilado, se puede lograr un ingreso anual de aproximadamente \$ 60.000, lo que representa el 6% del ingreso familiar anual estimado. Sin embargo, para esto se hará necesaria la participación de terceros, que apoyen a los ganaderos en las inversiones necesarias, la asistencia técnica y especialmente en la comercialización del pelo.

Actualmente la explotación de camélidos en el altiplano se realiza en base a conocimientos ancestrales, que no siempre producen un efecto positivo. Al revisar la literatura existente, queda de manifiesto que para la mayoría de los autores la fertilidad de estos animales es muy baja, lo que sumado a un periodo gestacional de un año, limita fuertemente el desarrollo de estas especies. Si a lo anterior se agrega la estacionalidad de la reproducción, la pérdida de un concepto acorta en un año la vida reproductiva de una hembra.

La detección precoz de gestación y el monitoreo de la misma en diferentes periodos de la gestación, permitirá establecer cuales son los periodos críticos y sugerir medidas técnicas que permitan mejorar los rendimientos y aumentar la producción.

El proyecto permitirá generar nuevos conocimientos que, aplicados al manejo reproductivo de las vicuñas en semicautiverio, contribuirán a mejorar los parámetros productivos de la especie.

2. Cumplimiento de los objetivos del proyecto:

a) Descripción breve de los resultados obtenidos, comparación con los objetivos planteados, razones que explican las discrepancias.

1) Tasa inicial de preñez tardía del rebaño.

A la determinación ecográfica de la gestación en hembras adultas (mayores de 3 años) fue de un 78,8% de las hembras se encontraban preñadas y sólo el 21,2%, se encontraban secas. Por determinación de los niveles plasmáticos de progesterona el 87,9% de las hembras se encontraban preñadas y el 12,1%, se encontraban secas. Lo anterior es muy superior a los resultados esperados lo que se debería a una gran capacidad de la vicuña en cautiverio de quedar preñada y mantener la gestación.

2) Tasa de Natalidad y mortalidad neonatal en vicuñas.

La tasa de natalidad en vicuñas es alta y equivalente a la tasa de gestación tardía del rebaño, es decir fluctúa entre el 79 y el 87%, sin embargo la mortalidad perinatal puede, en algunos casos, llegar al 90% de las crías y es atribuible a la acción de predadores (zorros), que se ven favorecidos por la condición de cautiverio.

De acuerdo al peso de los animales y su alta correlación con el perímetro de tórax, se confeccionó una huincha que permite pesar a los animales midiendo esta variable morfométrica. Esta huincha se entregó en el primer taller de la vicuña organizado por el proyecto.

3) Tasa de Fertilidad luego de un encaste de 30 días

La fertilidad total del rebaño, luego de un encaste de 30 días fue de un 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%

Adultas (> 24 meses) 73%., en el primer año de observación.

En hembras adultas suplementadas la tasa de gestación fue de un 100% Y DE 85,7%, en el grupo control no observándose diferencias (P=1,0).

4) Consistencia entre el diagnóstico de gestación por ecografía y concentración plasmática de progesterona.

La correspondencia entre los resultados de la ecografía y los valores plasmáticos de progesterona fueron altos ya que sólo el 9,1 % de los animales no concordaron (a la primera ecografía y con menos de 30 días de gestación). En el 90,9% los resultados concuerdan, confirmando el estado reproductivo. A mayor edad gestacional, existe una concordancia cercana al 100% (98,9%).

Las hembras que se encontraban no gestantes al examen ecográfico pero gestantes con relación a la progesterona fueron posteriormente diagnosticadas como positivas a la gestación por ultrasonografía. Al respecto la ultrasonografía muestra errores en la detección temprana (antes de los 20 días). La determinación de progesterona plasmática es muy precisa pero es más lenta y de mayor valor por diagnóstico. Se recomienda la ultrasonografía después de los 18 días posteriores a la monta fértil.

5) Periodos críticos de la gestación en función de pérdidas embrionofetales y peso corporal de las hembras.

Se logró determinar que el peso crítico de la hembra vicuña gestante es de aproximadamente 40 kilos de peso corporal. Incluso se logró determinar que la variable peso es más determinante que la edad de las hembras. Se

recomienda no encastar vicuñas que se encuentren cerca de los 40 kilos, sobre todo si estas tienen una edad inferior a los dos años.

De acuerdo a lo anterior se pudo observar que el periodo del año más crítico es junio, julio, agosto, correspondiendo éste al invierno donde las temperaturas son muy bajas y el peso corporal de los animales sufre una disminución importante. Es en el periodo junio – octubre donde se debe suplementar a la hembra gestante.

6) **Establecer curvas de crecimiento de variables morfométricas fetales.**

Se logró establecer curvas para el diámetro biparietal, altura de tórax y diámetro abdominal.

La curva de mayor utilidad y precisión es el diámetro biparietal, que es de fácil obtención y de una muy alta correlación con la edad gestacional. La fórmula que permite estimar la edad gestacional midiendo el diámetro biparietal DBP es:

| | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| $EG = 0.2333 + (47.09 * DBP)$ | $r^2 = 0.96$ | $p < 0.000$ |
|-------------------------------|--------------|-------------|

7) **Caracterizar los perfiles de progesterona y 17 β -estradiol**

Las concentraciones plasmáticas de progesterona registradas 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. Las oscilaciones medias durante el ciclo pueden observarse en la figura 8.

También pudieron obtenerse los perfiles de esta hormona en hembras que abortaron (Figura 9).

Respecto al estradiol su conducta es muy variable y no permitió establecer un patrón con valor predictivo (Ver anexo).

8) **Establecer con precisión la duración de la gestación en hembras adultas.**

Se pudo determinar la duración de la gestación $347 \pm 4,5$ días, sin embargo el número de observaciones fue muy bajo ($n=5$) y por ello la "precisión", requiere de un mayor número de observaciones. Lo anterior se debe a que bajo las condiciones experimentales no fue posible determinar el momento de la monta fértil en un número significativo de animales y también lo fue observar el momento del parto. Se recomienda trabajar con vicuñas en cautiverio.

9) Caracterizar el efecto "Flushing" sobre la tasa de fertilidad en vicuñas adultas.

Las frecuencias de preñez registradas para el grupo suplementado con heno de alfalfa fueron de 86,7% y para el grupo control de 70%. Los valores sugieren que el suplemento nutricional otorgado a los animales previo y durante el encaste es efectivo para obtener un mayor número de preñeces.

10) Determinar el efecto de la suplementación nutricional en periodos críticos sobre diferentes variables reproductivas

La frecuencia de sobrevivencia embrifetal para el grupo suplementado fue de 84,6% y del grupo control 85,7% por lo que las diferencias no fueron significativas ($P= 1,0$).

El efecto de la nutrición estratégica sobre la frecuencia de abortos, en los meses de menor oferta de forraje por parte de la pradera (Julio-Octubre), se evaluó mediante la detección de pérdidas fetales o mantención de la preñez al final del período de suplementación.

En el examen ecográfico realizado antes del comienzo de la suplementación nutritiva de gestación, se detectaron 2 hembras en el grupo control y una hembra en el grupo a tratar, que habían abortado en los meses de julio y agosto. Sin embargo las causas de estos abortos, no fueron detectadas.

Los porcentajes de abortos, ocurridos durante la época de tratamiento nutricional de gestación, para el grupo con suplementación fue de un 0% y de un 25% en el grupo control.

El número de hembras con tratamiento alimentario que abortaron, no es considerado diferente ($P= 0,286$), con respecto al número de hembras que abortaron en el grupo control.

Las concentraciones plasmáticas de progesterona, corroboraron los diagnósticos ecográficos realizados en cada etapa de la gestación, entregando como promedio para las hembras gestantes 8,41 nmol/L, mientras que las hembras secas presentaron un promedio de concentración de progesterona plasmática de 1,48 nmol/L. Lo anterior no muestra diferencias respecto de animales sin tratamiento nutricional suplementario.

En junio hubo diferencias ($P= 0,0434$) entre los pesos corporales de ambos grupos, siendo el promedio de peso para el grupo suplementado de 43,7 Kg. y de 40,7 Kg. para el grupo control.

Los pesos de la crías de madres suplementadas y sin suplementar no mostraron diferencias significativas.

11) Determinar la presentación de la pubertad en hembras vicuña.

El porcentaje de preñez según categorías separadas por edades fue de: 33,3 % para hembras de 2 años, 73,3 % para hembras de 3 años y 84,6 % para hembras de 6 años (Tabla 8).

El porcentaje de preñez según categorías separadas por el peso fue de: 17,6 % para hembras livianas ($< 37,5$ Kg), 76,9 % para hembras medianas (37,5-42,5 Kg) y 100 % para las hembras pesadas ($> 42,5$ Kg). Estas categorías fueron determinadas según los pesos observados en estado silvestre, en donde la mayoría de las vicuñas adultas presentan pesos entre los 37,5 y 42,5 Kg.

No se trabajó con hembras menores de un año ya que aunque ellas pueden quedar preñadas, la totalidad de las mismas aborta. Se recomienda no encastar hembras menores de un año y con pesos inferiores a 40 kilos.

Lo anterior imposibilitó el trabajo con hembras menores de un año y por ende de sus crías ya que no existió esta posibilidad.

12) Estudiar el efecto de GnRH y HcG sobre la sincronización de ovulaciones y fertilidad.

El grupo que muestra un mayor porcentaje de preñeces fue el grupo tratado con GnRh (90,9%), seguido del grupo conformado por las hembras del grupo control 2 que son aquellas que se encuentran naturalmente sincronizadas por los partos (83, 0%), siendo el grupo de menor tasa de gestación el tratado con hCG (75,0%). El grupo control 1 (hembras que permanecieron con el rebaño) presentó una tasa de gestación de (83,0%). La tasa de gestación del rebaño fue de un 77,0% (Figura 19).

Los resultados correspondientes a las determinaciones de la concentración de progesterona plasmática no mostraron diferencias respecto de observaciones anteriores, siendo lo valores para las hembras preñadas superiores a 5 nmol/L,.

El 95% de las pariciones se produjo entre el 29 de febrero de 2005 y el 14 de marzo de 2005, lográndose con ello una concentración de los partos en un periodo de aproximadamente 15 días, lo anterior demuestra que un manejo del encaste, con retiro de los machos, es factible en esta especie y no se alteran las tasas de preñez producto del retiro de los machos.

La duración de la preñez fue de $345 \pm 4,5$ días, equivalente a la descrita por Urquieta y Rojas (1990).

El grupo que mostró una mayor concentración de las pariciones fue el tratado con hCG, seguido del grupo control y el que mostró una mayor dispersión de las pariciones fue el grupo tratado con GnRH.

b) Descripción breve de los impactos obtenidos.

El principal impacto del proyecto fue el de llevar a un sector marginal, de difícil acceso y con características de manejo ancestral de los animales, tecnologías para el manejo reproductivo de los animales.

Las variables reproductivas de mayor importancia para el incremento de la masa productiva: fertilidad, tasa de gestación, natalidad, peso corporal, crecimiento fetal, niveles hormonales de esteroides ováricos, fueron estudiados con éxito, lográndose importantes avances en el conocimiento de la especie.

Se pudo establecer un peso crítico para el encaste de las vicuñas hembra, curvas de crecimiento fetal que permiten evaluar la edad gestacional, una huincha que permite estimar el peso de los animales midiendo el perímetro del tórax, un disco de determinación de fecha probable de parto.

Además se pudo establecer los niveles de progesterona previo al aborto y conocer los periodos críticos respecto a la presentación de abortos.

Finalmente se pudo realizar una interesante actividad de talleres (2) en las que participaron ganaderos, beneficiarios y autoridades públicas y privadas.

Lo único negativo, aunque no era un objetivo del proyecto, fue constatar una altísima mortalidad de crías, las que nacen bien desarrolladas, con adecuado peso corporal y sin embargo mueren por acción de predadores, lo anterior invalida todos los esfuerzos por incrementar las variables reproductivas de los rebaños y sin lugar a dudas debe ser un punto relevante de atención futura.

3. ASPECTOS METODOLOGICOS DEL PROYECTO

a) Descripción de la metodología efectivamente utilizada

Estudios ecográficos:

Todos los estudios ecográficos se realizaron utilizando un ecógrafo Aloka SSD 500, en tiempo real en modo B con transductor electrónico transrectal de 5 MHz. El transductor se aplicó por vía transrectal y muy ocasionalmente (cuando la vía transrectal no lo permitió), por vía transabdominal, dependiendo de la posición de

las estructuras a observar y del grado de repleción y consistencia del contenido rectal. Las estructuras se definieron de acuerdo a su morfología y densidad ecográfica. Para estimar el diámetro del saco gestacional se midió la mayor distancia vertical y horizontal, posicionando los calipers en el borde interno del endometrio y calculando el promedio de las dos mediciones. El diámetro biparietal se obtuvo poniendo un caliper en el borde externo de un hueso parietal y el otro en el borde interno del mismo hueso del lado opuesto. La altura de tórax se midió poniendo un caliper en el borde externo de la columna vertebral y el otro sobre el esternón, pasando por el centro del corazón y de manera perpendicular al eje mayor del feto. El diámetro mayor del abdomen se obtuvo de la medición de la mayor distancia entre los bordes de la cavidad abdominal, inmediatamente posterior a la apófisis xifoides.

Los valores obtenidos para cada variable se sometieron a cálculo de regresión con la edad gestacional, para obtener funciones teóricas representativas y predictivas del crecimiento fetal.

Esta metodología se aplicó para el logro de los objetivos específicos 1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 17. Y se utilizó como equipo el motor generador y el equipo de ultrasonografía (ecógrafo y caja de transporte), solicitados en bienes de capital.

Mediciones hormonales:

Obtención de las muestras de sangre:

Para la obtención de las muestras de sangre se extrajo una muestra de sangre (1.5 ml) desde la vena yugular, para la medición de las concentraciones plasmáticas de esteroides ováricos. 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°C hasta la medición de la concentración plasmática de hormonas ováricas.

La medición de la concentración plasmática de progesterona se realizó mediante radioinmunoanálisis, utilizando la metodología y reactivos de Diagnostic Products Corporation (DPC, Los Angeles, Ca, USA), previamente validada para la especie (Urquieta y Rojas, 1990).

En el caso de la medición de las concentraciones plasmáticas de 17β -estradiol, se utilizó una técnica de alta sensibilidad, basada en reactivos y metodología proporcionados por la OMS (Sufi et al, 1990). La metodología y reactivos proporcionados por DPC no tienen la sensibilidad adecuada para la medición del esteroide durante el ciclo de actividad reproductiva de la vicuña (Urquieta y Rojas, 1990).

Esta metodología se aplicó para el logro de los objetivos específicos 4, 5, 7, 10, 11, 12. Y se utilizó el motor generador, la centrifuga para tubos ependorf, las

micropipetas para extracción de plasma y la caja refrigerada conectable al encendedor del automóvil, solicitados en bienes de capital.

Variables morfométricas y Peso Corporal:

Para la medición de las variables morfométricas se utilizó una cinta métrica plástica graduada en centímetros, tipo costurero. El peso corporal se midió con una balanza electrónica con precisión de ± 20 gr. ello permitió trabajar en los logros de los objetivos específicos 2, 9, 14, 18. Para ello se utilizó la romana electrónica solicitada en el ítem bienes de capital.

Uso de hormonas para inducir maduración folicular y sincronización de la ovulación:

Se administro análogos de GnRH y de hCG como inductores de la ovulación (Sumar, 1993). Además se utilizó un grupo de hembras en las cuales se sincronizó por exposición al macho con la finalidad de comparar los métodos de inducción hormonal con la sincronización natural. Esta metodología se utilizó para el logro del objetivo específico 16.

Lugar Geográfico:

Todos los estudios se realizaron en el predio Ancara, localidad de Chislluma, en La comuna de General Lagos, Primera Región de Chile ($17^{\circ} 47'$ latitud S, $69^{\circ} 43'$ longitud O, a 4.250 m.s.n.m). Esta localidad se encuentra en el área oriental altiplánica de la Primera Región de Tarapacá. En esta zona, las temperaturas medias mensuales se mantienen todo el año bajo 6°C , siendo negativas durante varios meses. Las temperaturas mínimas diarias son inferiores a 0°C en verano y a -10°C en invierno, con una precipitación anual levemente superior a los 300 mm. Lo anterior se traduce en que la acumulación térmica es nula, lo que limita todo tipo de agricultura tradicional, relegando la producción a la ganadería camélida y ovina, sustentada en pastizales naturales de la zona.

Las madres y las crías fueron mantenidas con régimen alimentario propio de la región, constituidos por bofedales, formación herbácea que corresponde a turbas pantanosas siempre verdes, siendo *Oxichloe andina*, *Festuca nardifolia* y *Distichia muscoides*, las especies dominantes y por los pajonales, formación leñosa baja cuya especie dominante es *Festuca orthopylla*.

Las crías se marcaron, pesaron y midieron a partir de los 30 días de vida y luego en forma bimensual hasta el año de edad. Esta frecuencia de mediciones se determinó debido a que la vicuña es una especie silvestre, susceptible a cambios en su hábitat, por lo que un manejo mensual o más continuo en el tiempo, podría significar alteraciones tanto en su organización social como en su ciclo reproductivo. Los meses de estudio fueron: abril, junio, agosto, octubre, enero y finalmente marzo.

b) Principales problemas metodológicos enfrentados.

Establecer con precisión la duración de la gestación en hembras adultas. (objetivo específico 8).

Consideramos que este objetivo no fue logrado con la precisión deseada, si bien es cierto que se pudo determinar la duración de la gestación $347 \pm 4,5$ días, el número de observaciones fue muy bajo ($n=5$) y por ello la "precisión", es susceptible de un mayor número de observaciones. Lo anterior se debe a que bajo las condiciones experimentales es muy difícil determinar el momento de la monta fértil y también lo es observar el momento del parto. Si bien es cierto que el resultado obtenido concuerda con lo reportado por otros autores es necesario contar con condiciones de manejo en cautiverio donde se pueda controlar el encaste y los partos en un mayor número de animales. SITUACION REMEDIAL (Realizar encastes controlados con control de pariciones en cautiverio).

Caracterizar los perfiles de 17β -estradiol durante la gestación. (Objetivo específico 7).

Si bien es cierto que se midió la concentración plasmática de 17β -estradiol, no fue posible caracterizar su perfil durante la gestación debido a la gran variabilidad de su concentración en el mismo animal y entre animales. Se recomienda para el futuro el análisis de las concentraciones de progesterona que sí muestran un perfil definido durante la gestación.

Establecer el peso al nacimiento

Se pudo medir el peso al nacimiento, sin embargo el número de observaciones fue bajo producto de la dificultad de contar con observaciones permanentes del rebaño. SITUACION REMEDIAL (Contar con animales en cautiverio).

Imposibilidad de concurrir al terreno por dificultades ambientales

En la campaña de Julio de 2004 no se pudo asistir al predio Ancara, aún cuando se realizó el viaje a Arica y Putre, lo anterior se debió a contingencias climáticas que no permitieron llegar al lugar. Se esperó 2 días, sin embargo los caminos interiores se encontraban bloqueados por la nieve. Tal situación se remedió realizando las actividades planificadas a fines de agosto y no alteró el logro de los objetivos. Fue la única oportunidad, durante todo el desarrollo del proyecto en que no se pudo cumplir con lo planificado.

Bienes de capital

Al comienzo del proyecto existió un problema con la disponibilidad del equipo de ultrasonografía (ecógrafo) solicitado en bienes de capital, ya que no fue

despachado por el proveedor debido a que desde Japón se retrasó el envío por no estar en plaza uno de los transductores solicitados (transrectal). La medida correctiva adoptada fue la de conseguir un equipo (en préstamo) para la campaña correspondiente.

c) Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.

No existen adaptaciones o modificaciones

d) Descripción detallada de los protocolos y métodos utilizados.

Primer año

Al inicio del proyecto, se procedió a realizar el reconocimiento de los animales del módulo, estableciendo las categorías animales. Simultáneamente, se realizó un examen ecográfico de 33 hembras, 29 adultas y 4 jóvenes

Tasa inicial de preñez

La tasa inicial de preñez tardía del rebaño se estableció mediante ultrasonografía transrectal y medición de la concentración plasmática de progesterona, de acuerdo a la metodología descrita al comienzo de este capítulo. (estudios ecográficos y mediciones hormonales).

Posteriormente se procedió a realizar el reconocimiento de los animales del módulo, estableciendo las categorías animales. Simultáneamente, se realizó un examen ecográfico de 78 hembras

| | | | | |
|----|-----------|-----------------------------|----------------|-------|
| 18 | Juveniles | ≤ 12 meses, | equivalente al | 23,1% |
| 15 | Jóvenes | $> a 12$ meses < 24 meses | equivalente al | 19,2% |
| 45 | Adultas | $> a 24$ meses | equivalente al | 57,7% |

Medidas morfométricas de vicuñas cría, jóvenes y adultas.

Las medidas morfométricas utilizadas para evaluar relación de peso corporal con diferentes medidas anatómicas fueron (Dibujo 1):

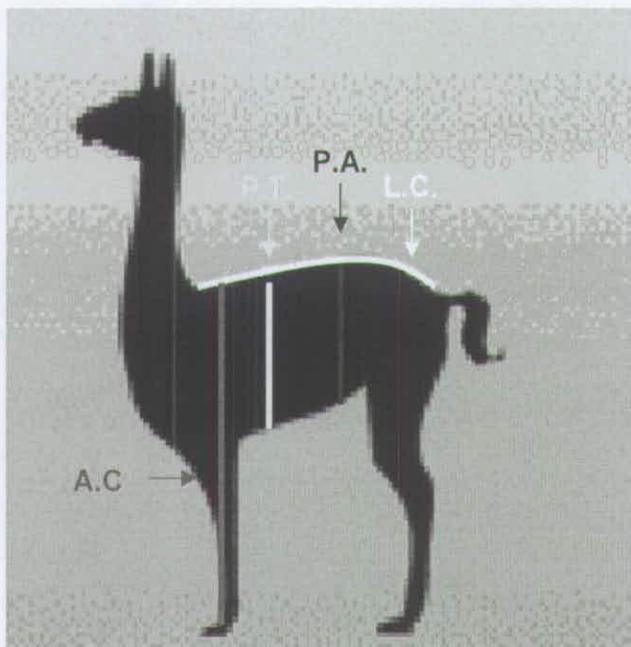
Perímetro torácico: a nivel del extremo caudal del esternón.

Perímetro abdominal: a nivel de la última vértebra lumbar.

Largo del cuerpo: desde la primera vértebra torácica, hasta la base de la cola (última vértebra del segmento sacro).

Altura a la cruz: se midió desde el suelo hasta el dorso, a nivel de la primera vértebra torácica, utilizando como guía la extremidad anterior.

Dibujo 1. Esquema de las medidas morfométricas utilizadas



Medidas morfométricas fetales.

Se midieron las siguientes estructuras (En todas las ocasiones en que se determinó gestación usando esta tecnología):

- 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. (foto 1).
- 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. (foto 2).
- 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. (foto 3).

Foto 1

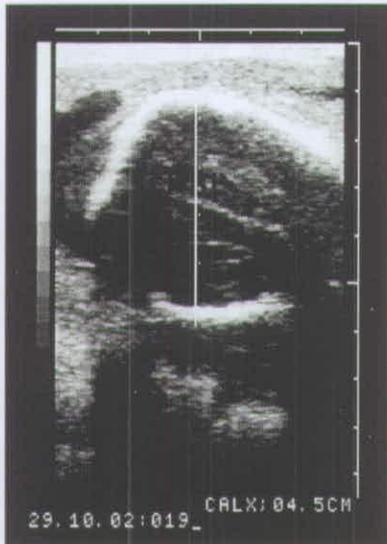


Foto 2



Foto 3



Segundo año

Efecto del Flushing y suplementación nutricional en periodos críticos

El grupo de animales en estudio fue de 25 vicuñas adultas, de 7 años de edad, las cuales se dividieron aleatoriamente en dos grupos: 15 vicuñas que recibieron suplementación alimentaria estratégica y 10 vicuñas como control que se mantuvieron sólo con la alimentación proporcionada por la pradera natural.

La totalidad de los animales del predio fue sometido a un tratamiento sanitario semestral, consistente en la aplicación de 1 ml de antiparasitario de amplio espectro (Baymec®) por animal. Junto a este tratamiento se les aplicó 1 ml de un multivitamínico (Vigantol®). A través del examen coproparasitario de flotación y sedimentación realizados a las fecas de las vicuñas a principios del año 2003, se detectó que presentan escasa cantidad de nematodirus y son negativas a *Fasciola hepática*.

La suplementación alimentaria estratégica, fue realizada al grupo de 15 vicuñas y se otorgó en dos etapas consideradas fundamentales para el establecimiento y mantención de la preñez (encaste y salida del invierno).

El suplemento nutritivo utilizado, consistió en aproximadamente 1 Kg. de heno de alfalfa por animal por día, ofrecido en un comedero colectivo, sumado a la alimentación proporcionada por el pastoreo directo de la pradera. La cantidad de heno otorgada correspondió aproximadamente al 30% del consumo diario de materia seca.

El heno de alfalfa empleado, presentó la composición nutritiva que se muestra en la tabla N° 1 y el valor de energía digestible estimado para bovino, fue de 2.370 Kcal/Kg B.M.S. (Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, U. de Chile).

Tabla N° 1.

Análisis químico del heno de alfalfa utilizado.

| | % base fresca |
|-------------------------|---------------|
| Humedad | 9,8 |
| Materia seca | 90,2 |
| Proteína total | 10,7 |
| Fibra cruda | 27,1 |
| Extracto etéreo | 1,4 |
| Extracto no nitrogenado | 42,6 |
| Cenizas | 8,4 |

La primera etapa de tratamiento nutricional se inició 15 días antes del comienzo del encaste y durante éste (Flushing). El encaste comenzó a mediados de marzo del año 2003 y tuvo una duración de 30 días. La relación macho: hembras utilizada durante el encaste, fue de 1 macho por cada 10 hembras.

La segunda etapa de tratamiento nutricional se realizó durante los meses de septiembre y octubre (60 días), cuando las hembras cursaban aproximadamente

su 6° y 7° mes de gestación, momento en que la pradera ofrece su mínima cantidad de forraje y cuando se han observado los abortos espontáneos en la especie.

Las vicuñas fueron pesadas en una balanza electrónica, con sensibilidad de 20g, al inicio y al final de cada uno de los tratamientos nutricionales.

Treinta días después del término del encaste, es decir en mayo, se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía de acuerdo a la metodología descrita. Adicionalmente, para confirmar este diagnóstico ecográfico, se tomaron muestras de sangre venosa (3ml) para determinar la concentración plasmática de progesterona mediante radioinmunoanálisis.

Un mes después, vale decir en junio, se realizó un segundo examen ecográfico y extracción de sangre, con el propósito de diagnosticar las posibles pérdidas tempranas de preñez en el rebaño.

La gestación fue evaluada antes del inicio de la suplementación nutricional de gestación (principios de septiembre) y posterior a éste (noviembre), mediante ultrasonografía y mediciones de progesterona plasmática.

Edad, peso y fertilidad en vicuñas mantenidas en semicautiverio.

El estudio comenzó a principios de abril 2003, cuando se juntaron los machos, provenientes de familias con fertilidad probada, con hembras de 1, 2, 3 y 6 años de edad (59 ejemplares). A partir de mayo, y luego, cada dos meses hasta noviembre, se realizó el diagnóstico de gestación y/o actividad ovárica luteal mediante la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona. Para ello se extrajeron 3 ml de sangre desde una vena yugular, utilizando jeringa heparinizada. La sangre se centrifugó a 1800 x g durante 3 min. El plasma se congeló a -20 ° C, hasta su análisis, mediante RIA.

El examen ecográfico se realizó por la vía transrectal, utilizando la metodología descrita con anterioridad.

Tercer año

Aparte de los protocolos de control de fertilidad que se repitieron anualmente (de acuerdo a la metodología descrita), durante el periodo 2004 – 2005 se llevó a cabo el estudio de efecto de GnRH y hCG en la sincronización de encaste en vicuñas mantenidas en semicautiverio

La primera etapa práctica se realizó en el mes de Abril de 2004, donde se seleccionaron 48 hembras fértiles, además se eligieron los machos reproductores.

Se tomaron en cuenta el historial reproductivo de las hembras adultas del rebaño. Los criterios de elección se basaron en hembras secas, más de 2 años de edad

(adultas), en lo posible con pariciones anteriores y sin impedimentos reproductivos aparentes al examen físico general. Se procedió al pesaje de las hembras las que fueron sometidas a un examen de ultrasonografía.

De las 48 hembras consideradas para el estudio se utilizaron un $n = 12$ para la aplicación del análogo sintético de GnRH (Buserelina en dosis 4mg vía i.m.) y un $n = 12$ para el estudio con hCG (300-400 UI vía i.m.) para intentar inducir la sincronización de la ovulación y encaste. Además, se incluyó un grupo control de 12 ejemplares que no recibieron tratamiento y se encastaron bajo las mismas condiciones que las tratadas. Se registró un cuarto grupo de 12 hembras a punto de parir o recién paridas, a las cuales no se les aplicó tratamiento y su sistema de encaste se llevó a cabo sin ningún manejo o control, incorporándose al estudio como grupo control 2.

Se seleccionaron 6 machos reproductores dentro de los 33 ejemplares adultos posibles de capturar, con el fin de lograr una proporción macho:hembra de 1:6, simulando al grupo familiar y/o harem en vida silvestre.

Luego del tratamiento las hembras tratadas y las pertenecientes al grupo control oficial pasaron a un corral apartado junto a los machos seleccionados, donde fueron encastados sólo por 15 días.

La segunda etapa se realizó durante el mes de Mayo, 30 días posterior al encaste, donde se llevó a cabo exámenes diagnósticos de gestación a través de ultrasonografía y determinación de los niveles plasmáticos de progesterona.

Las mediciones de progesterona plasmática contribuyeron a reforzar el diagnóstico ecográfico de gestación.

Se consideraron gestantes a las hembras que superan los valores de 5 nmol/L y hembras secas a las que no superan los 2 nmol/L (Raggi y Parraguez, 2003).

La tercera etapa práctica, se ejecutó en el mes de septiembre y consistió en la evaluación de la mantención de la preñez, a través de métodos hormonales y de ultrasonografía ya descritos. Además, se hicieron mediciones de las variables morfométricas fetales, para evaluar el crecimiento fetal.

La cuarta etapa se llevó a cabo en mayo – junio de 2005 y consistió en la evaluación de las pariciones para observar si existió sincronización de las pariciones.

4. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS EJECUTADAS.

Etapa (Nov-Dic 2001):

Se procedió a realizar el reconocimiento y crotalaje de los animales del módulo, estableciendo las categorías animales y su proporción. Simultáneamente, se realizó un examen ecográfico para determinar la fertilidad inicial del rebaño y el número potencial de crías a obtener en la primera temporada de partos.

Al final de este año se cumplió con el siguiente objetivo específico:

- Establecer la tasa inicial de preñez tardía del rebaño.

Etapa (Ene-Mar 2002):

Se procedió al encaste de vicuñas adultas. El encaste tuvo una duración total de 30 días. Al término de este periodo, se procedió a realizar la primera ecografía y extracción de sangre (3 ml) para la determinación de preñez por imagen y su correlación con la concentración plasmática de 17β -estradiol (E_2) y progesterona (P_4), respectivamente. Posteriormente 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.

Etapa (Abr - Dic 2002):

Se realizó ecografías y toma de muestras de sangre cada 2 meses, con el propósito de evaluar los periodos críticos de la gestación, mediante la cuantificación de las pérdidas embriofetales. Además, en cada ecografía de las hembras preñadas, se midió el diámetro biparietal, la altura de tórax y el diámetro mayor del abdomen fetal. Con estas mediciones se estableció una curva de crecimiento embriofetal en función de la edad gestacional. Estas funciones tienen la importancia de 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. En cada sesión de exámenes, se pesaron las hembras para establecer el efecto de la nutrición sobre la gestación y el crecimiento fetal.

Al final de este año de proyecto se cumplieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinación de la tasa de fertilidad de las vicuñas adultas mantenidas en semicautiverio.
- Consistencia en el diagnóstico precoz de gestación entre ecografía y concentración plasmática de esteroides ováricos.
- Caracterización de los periodos críticos de la gestación de vicuñas adultas, en función de las pérdidas embriofetales.

- Establecimiento de curvas de crecimiento de las variables morfométricas fetales.
- Establecimiento del peso corporal de las hembras durante la gestación y su relación con las pérdidas de gestación.
- Determinación de la concentración de los perfiles de 17 β -estradiol y progesterona durante la gestación.

Etapa (Ene-Mar 2003):

Se finalizaron los estudios de los periodos críticos de la gestación. Se encastaron vicuñas adultas durante 30 días, previa aplicación de un "flushing" nutricional, correspondiente al 30% del consumo diario de materia seca (estimado en 1 kg), administrando para ello heno de alfalfa desde 15 días antes de iniciarse el encaste y hasta el final de este procedimiento. Se realizó un segundo examen ecográfico y extracción de sangre, con el propósito de diagnosticar la preñez en aquellas hembras que fueron servidas al final del encaste y que no se logran detectar como preñadas durante el primer examen. Todos los animales examinados fueron pesados simultáneamente.

Etapa (Abr - Dic 2003):

Habiéndose establecido los periodos críticos de la gestación y la relación nutrición-pérdidas. Se procedió a administrar estratégicamente suplemento nutricional (heno de alfalfa) a las hembras adultas gestantes, con el fin de aumentar la tasa de natalidad y disminuir la tasa de mortalidad neonatal. Los efectos de la suplementación sobre la fertilidad, mantención de la preñez y crecimiento fetal, se cuantificaron mediante el seguimiento de la gestación a través de ecografías y toma de muestras de sangre cada 2 meses.

Al final de este año se cumplieron los siguientes objetivos específicos:

- Efecto del "flushing" sobre la tasa de fertilidad en vicuñas adultas.
- Efecto de la suplementación alimenticia en periodos críticos de la gestación sobre mantención de la preñez, crecimiento fetal, perfiles de esteroides ováricos, peso de las hembras, peso al nacimiento de las crías y tasa de mortalidad neonatal, en vicuñas adultas.
- Presentación de pubertad.
- Periodos críticos de la gestación, curvas de crecimiento embriofetal, curvas de peso corporal, relación peso corporal-pérdidas de gestación, tasa de natalidad, perfiles de esteroides ováricos durante la gestación, tasa de mortalidad neonatal y relación peso al nacimiento-mortalidad neonatal.

Etapa (Ene-Dic 2004):

Las hembras diagnosticadas como secas, fueron reencastadas por un periodo adicional de 15 días.

Se probó el efecto de análogos sintéticos de GnRH (Buserelina, 4 mg i.m.; n=10) y de HCG (300-400 UI i.m.; n=10), para intentar inducir la sincronización de la maduración folicular y ovulación, mejorando la sincronización de los encastes fértiles y, de esta forma, acortar la temporada de pariciones. Luego de los tratamientos, los animales fueron encastados por 15 días, para iniciar posteriormente los exámenes de diagnóstico de gestación, tal como fue descrito previamente.

Se pudo evaluar:

- Efecto del periodo adicional de encaste de hembras secas sobre la fertilidad total del rebaño adulto.
- Efecto de GnRH y HCG sobre la maduración folicular, sincronización de ovulaciones y fertilidad lograda.

Etapas (Ene-Jun 2005):

Evaluación del tratamiento hormonal (hCG y GnRH), sobre la sincronización de las pariciones.

5. RESULTADOS DEL PROYECTO:

Descripción detallada de los principales resultados del proyecto, incluyendo su análisis y discusión; utilizando gráficos, tablas, esquemas y figuras que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones relevantes del desarrollo del proyecto.

Evaluación preliminar del rebaño y tasa inicial de preñez tardía.

El peso corporal promedio (42,7 kilos) de las vicuñas hembra sometidas a examen ecográfico y determinación de progesterona plasmática, se encuentra en el rango de peso descrito en la literatura (35 – 55 kilos). La edad de los animales fluctuó entre los 1,2 y los 6,0 años, de acuerdo a los registros de la CONAF, es decir la mayor parte de las hembras se encontró en edad reproductiva.

El 78,8% de las hembras se encontraban preñadas y sólo el 21,2%, se encontraban secas.

Los mismos animales fueron sometidos a venipunción yugular, obteniéndose una muestra de plasma que fue sometida a radioinmunoanálisis determinándose los niveles de progesterona. Se consideró gestante a aquellas hembras que tenían valores superiores a lo 5 nmol/L de progesterona. Los resultados mediante esta determinación mostraron que el 87,9% de las hembras se encontraban preñadas y el 12,1%, se encontraban secas.

La correspondencia entre los resultados de la ecografía y los valores plasmáticos de progesterona fueron altos ya que sólo el 9,1% no concuerda, en el resto (90,9%), los resultados concuerdan, confirmando el estado reproductivo.

Independientemente de la metodología utilizada, la fertilidad, fue alta ya que al menos el 79% de las hembras examinadas se encontraba gestante. Estos resultados tienen como sesgo que la mayor parte de las hembras se encontraba sobre los 2 años de edad ya que en esta oportunidad se evitó el muestreo de animales de menor edad o de bajo peso, por tratarse de un monitoreo preliminar. Las hembras de 1,2 años se encontraban todas en condición de no gestante.

Evaluación del peso de las crías.

El peso de las crías al nacimiento fue de $6,0 \pm 0,51$ kilos ($n=5$). Sin embargo este resultado debe ser complementado con estudios posteriores donde se complete con un mayor número de observaciones de animales mantenidos en cautiverio.

El peso promedio de las crías registrado en el primer mes de vida (abril) fue de $12,1 \pm 1,72$ kg. Esto duplica el peso al nacimiento (6 kg.) y corresponde a un 26,07% del peso adulto, el cual tuvo un valor promedio de $46,4 \pm 2$ kg. Este peso, del primer mes, aumentó a $28,6 \pm 1,42$ kg. promedio a los 12 meses de vida (marzo), lo cual corresponde a cinco veces el peso al nacimiento y un 61,6 % del peso adulto.

En la tabla 2, se puede observar el peso promedio de las crías en los distintos meses de estudio y su relación con el peso al nacimiento y el peso adulto.

Tabla 2. Peso promedio a partir de un mes hasta el año de vida, variación porcentual con el peso al nacimiento (V.P.N), índice de variación del peso respecto al peso de nacimiento (I.V.N.) y variación porcentual con el peso adulto (V.P.A.), en crías vicuña mantenidas en semicautiverio en el altiplano de la I región.

| EDAD DE LAS CRÍAS | PESO (kg) MEDIA \pm D.S. | V.P.N. % | I.V.N. | V.P.A. % |
|-------------------|----------------------------|----------|--------|----------|
| 1 mes | $12,1 \pm 1,7$ | 101,6 | 2,01 | 26,07 |
| 3 meses | $16,2 \pm 1,5$ | 170,0 | 2,70 | 34,91 |
| 5 meses | $19,0 \pm 1,3$ | 216,7 | 3,17 | 40,94 |
| 7 meses | $19,5 \pm 1,3$ | 225,0 | 3,25 | 42,02 |
| 10 meses | $21,9 \pm 1,6$ | 265,0 | 3,65 | 47,19 |
| 12 meses | $28,6 \pm 1,4$ | 376,7 | 4,77 | 61,63 |

Respecto a las ganancias de peso, se puede señalar que en el primer mes de vida se obtuvo la mayor ganancia de peso, siendo esta de 6,1 kg /mes. Esto se puede

observar en la tabla 3, la cual señala las ganancias de pesos mensuales de las crías.

Tabla 3. Ganancia de peso mensual (G.P.M.) durante el primer año de vida, en crías vicuña mantenidas en semicautiverio en el altiplano de la I región.

| INTERVALO TIEMPO | G.P.M. (kg) |
|--------------------|-------------|
| NAC- 1 MES | 6,10 |
| 1 MES- 3 MESES | 2,05 |
| 3 MESES- 5 MESES | 1,40 |
| 5 MESES- 7 MESES | 0,25 |
| 7 MESES- 10 MESES | 0,80 |
| 10 MESES- 12 MESES | 3,35 |

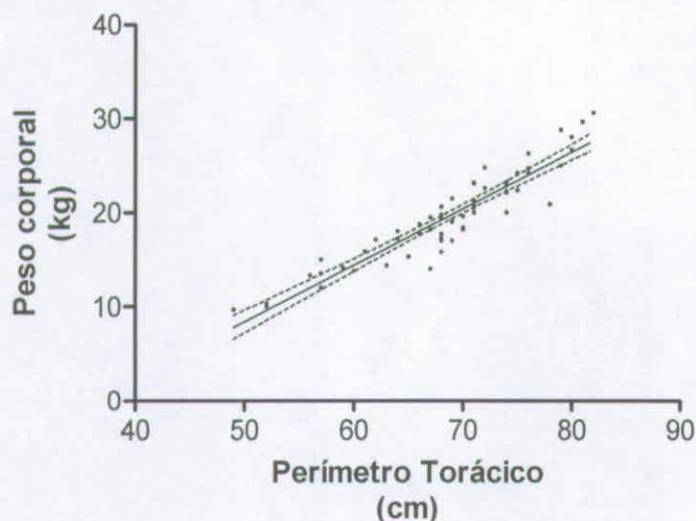
Se obtuvieron las correlaciones (Tabla 4) y las regresiones lineales de cada medida morfométrica con peso corporal, las cuales se observan en las figuras 1, 2, 3 y 4. En estos gráficos se puede observar dos líneas segmentadas que representan al intervalo de confianza y una línea continua, entre ambas líneas segmentadas, que corresponde a la ecuación de la recta.

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre cada una de las medidas morfométricas estudiadas y el peso corporal, en crías vicuña durante el primer año de vida.

| | P. Torácico/ Peso C. | P. Abdominal/ Peso C. | Largo del Cuerpo/ Peso C. | Altura a la cruz/ Peso C. |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Coeficiente de correlación | 0,933 | 0,452 | 0,256 | 0,811 |

En la figura 1, se puede observar la distribución de las medidas Perímetro Torácico y el Peso Corporal durante el período en estudio.

Figura 1. Relación entre el Peso Corporal y el Perímetro Torácico en crías vicuña durante el primer año de vida.



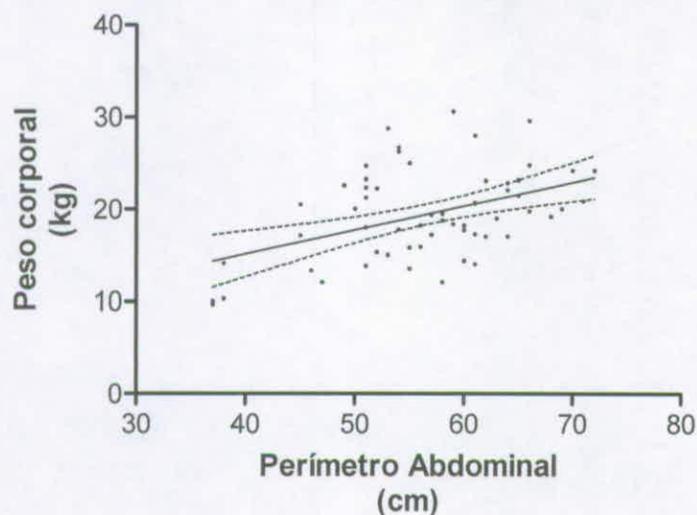
La función que representa esta curva es la siguiente:

$$P.C. = -21,61 + 0,6 * P.T. \quad r^2 = 0,8705; \quad p < 0,0001$$

Donde el P.T. está medido en centímetros y el P.C. está medido en kilogramos.

En la figura 2, se observa la distribución que existe entre la medida Perímetro Abdominal y el Peso Corporal durante el período de estudio.

Figura 2. Relación entre el Peso Corporal y el Perímetro Abdominal, en crías vicuña durante el primer año de vida.



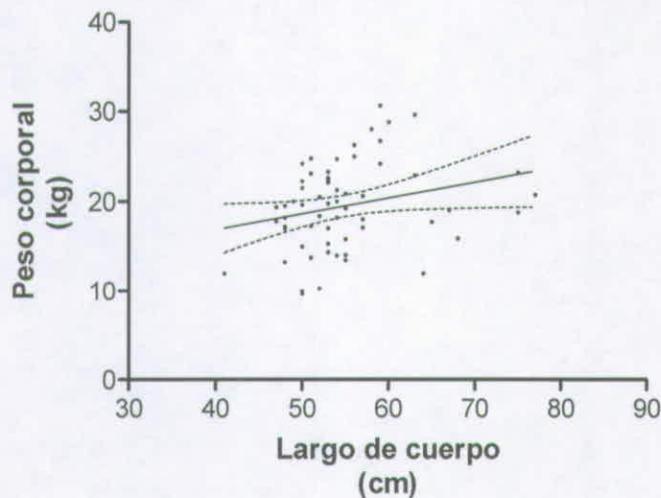
La función que representa a la curva es la siguiente:

$$P.C. = 4,71 + 0,26 * P.A. \quad r^2 = 0,2043; \quad p = 0,0003.$$

Donde el P.A. está medido en centímetros y el P.C. medido en kilogramos.

En la figura 3, se observa la distribución que existe entre la medida Largo del Cuerpo y el Peso Corporal durante el período de estudio.

Figura 3. Relación entre el Peso Corporal y el Largo de Cuerpo, en crías vicuña durante el primer año de vida



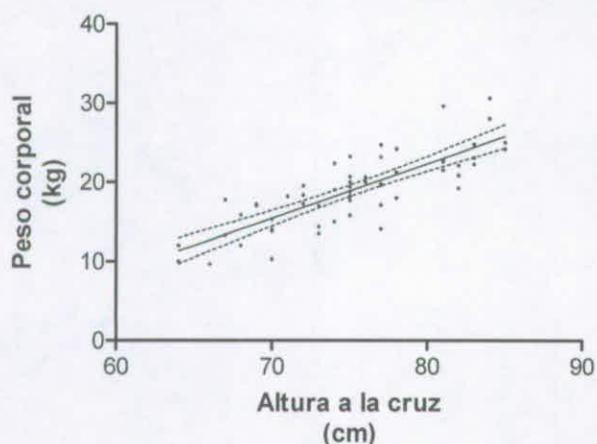
La función que representa a la curva es la siguiente:

$$\text{P.C.} = 9,82 + 0,176 * \text{L.C.} \quad r^2 = 0,0655; \quad p = 0,0464.$$

Donde el L.C. está medido en centímetros y el P.C. está medido en kilogramos.

En la figura 4, se observa la distribución que existe entre la medida Altura a la Cruz y el Peso Corporal durante el período de estudio.

Figura 4. Relación entre el Peso Corporal y la Altura a la cruz, en crías vicuña durante el primer año de vida



La función que representa a la curva es la siguiente:

$$\text{P.C.} = -32,64 + 0,687 * \text{A.C.} \quad r^2 = 0,6592; \quad p < 0,0001.$$

Donde la A.C. está medida en centímetros y el P.C. está medido en kilogramos.

Dado que el mejor coeficiente de correlación y determinación entre P.C. y las distintas medidas morfométricas fue el de P.T., se elaboró adicionalmente una huincha que representa la función de regresión obtenida. Con esto, se puede estimar directamente el peso corporal, a partir de la medición del P.T.

Al analizar los pesos promedios de las crías y sus ganancias de peso mensual, se observa que, al primer mes de vida las crías de vicuña doblan su peso con una ganancia de 6,1 kg en un mes, y presentando el 26,07% del peso adulto. Similares resultados obtuvieron Raggi *et al* (1997), en donde crías de alpacas en el altiplano presentan al mes de vida un 26,34% del peso adulto. Esta ganancia de peso podría contribuir para que la cría tenga la suficiente energía y fuerza para sobrevivir ante un ambiente crítico (bajas temperaturas, vientos fuertes, etc.) como es el altiplano y para poder huir de sus depredadores.

La ganancia de peso va disminuyendo a medida que pasan los meses, siendo la ganancia del primer mes, más del doble que la del tercer mes. Esto disminuye hasta los 7 meses de edad, en donde la ganancia de peso es en promedio de 0,25 kg mensual. Esto concuerda con el período de crecimiento de pastos en el altiplano, ya que es entre otoño y primavera los meses más secos y con menor disponibilidad de forraje, siendo en estos meses las menores ganancias de peso obtenidas en el estudio.

Luego de este período, comienza a aumentar paulatinamente la ganancia de peso, hasta llegar a un incremento promedio mensual de 3,35 kg en el período entre los 10 y los 12 meses de vida, la segunda ganancia más alta. Esto debido a que es el verano altiplánico, el período de mayor producción de pasto y por lo tanto, mayor disponibilidad de forraje. Asimismo, es en esta época (enero a marzo) donde los pastos presentan un mayor valor nutritivo (Gajardo, 1996), lo que influye también, en la ganancia de peso de los animales.

Desde los 8 meses de edad, algunas crías vicuña todavía están lactando, pero su alimentación no es solo la leche materna, sino que en gran parte es el bofedal que se encuentre disponible. Si la disponibilidad de alimento es baja, aparte de afectar a la cría, afecta sin lugar a dudas a la madre, lo que traería como consecuencia una menor calidad nutricional de la leche, afectando el crecimiento de la cría en los primeros meses de vida.

Esto concuerda con lo descrito en camélidos sudamericanos domésticos, donde la capacidad de crecimiento de las crías en las primeras etapas de su vida, depende de la cantidad y calidad nutricional de la leche materna, la que variará según la alimentación de la madre (Raggi, 1998; Parraguez *et al*, 2003).

Dentro de las variables morfométricas estudiadas y correlacionadas con peso corporal, se pudo establecer que el perímetro torácico es la medida que se correlaciona mejor, presentando un coeficiente de correlación y determinación, alto y significativo ($r = 0.933$; $r^2 = 0,8705$; $p < 0,0001$). Este resultado concuerda con lo observado en llamas por León *et al* (1989), quienes encontraron que el

perímetro torácico presentaba el mejor coeficiente de determinación (r^2) con peso corporal siendo éste de 0,91. Asimismo, otro estudio en llamas (Sepúlveda y Vargas, 1995), concluye que el P.T. era la variable que mejor estimaba P.C., siendo su coeficiente de determinación de 0,909. Estudios en cerdos y bovinos (León *et al*, 1989) obtuvieron correlaciones de 0,86 y 0,90, respectivamente, para esta misma característica, concordando con los demás resultados. Tapia (2001), en un estudio realizado en alpacas, concuerda también, que el perímetro torácico resultó ser el mejor estimador de peso corporal, mostrando un r^2 de 0,82.

El perímetro abdominal presentó un coeficiente de determinación bajo, concordando con lo descrito en alpacas por Tapia (2001). Debido a la dispersión que existe de los datos, esta medida no sería confiable para estimar peso corporal en vicuñas.

El perímetro abdominal puede variar a lo largo del día en un mismo individuo, ya que dependerá del consumo de alimento y el tiempo que transcurra entre este consumo y la medición, por lo que un mismo individuo puede presentar dos medidas diferentes en un mismo día. Esto podría explicar las variaciones y la baja correlación que presenta esta medida en los diferentes estudios.

El largo del cuerpo es la medida que presentó mas baja correlación ($r = 0,256$ $p = 0,0464$) y coeficiente de determinación (0,0655). Estos valores se asemejan al estudio realizado en alpacas, donde Tapia (2001) señala que la variable largo del cuerpo tiene $r^2 = 0,02$. En llamas los resultados fueron diferentes, ya que Sepúlveda y Vargas (1995), estimaron para L.C. un coeficiente de determinación de 0,760, siendo esta la tercera medida con r^2 más alto, precedida por la A.C. y el P.T.

El largo del cuerpo no fue un buen estimador de peso corporal, los datos presentan mucha dispersión, presentando el coeficiente de correlación y determinación más bajos entre todas las medidas estudiadas, por lo que no se puede usar como estimador de peso corporal.

Esto se puede explicar por la conformación que existe en la vicuña la que, al igual que la alpaca, posee un lomo encorvado convexamente con una grupa muy inclinada, lo que puede dificultar la uniformidad de la medición y un correcto resultado. No así, en el caso de la llama, la cual posee un lomo rectilíneo lo que hace más fácil su medición

La medida morfométrica altura a la cruz, evidenció una correlación con Peso Corporal (P.C.) de 0,8119 y un $r^2 = 0,6592$ ($p < 0,0001$). Aunque esta correlación es positiva y significativa, es más baja a lo encontrado en otras especies. Es así como estudios realizados en llamas, obtuvieron un r^2 superior al 0,82 (León *et al*, 1989; Sepúlveda y Vargas, 1995). Similar a lo anterior, son los estudios descritos en cerdos y vacunos, los cuales presentan un coeficiente de correlación para altura a la cruz y peso corporal de 0,80 y 0,87, respectivamente (León *et al*, 1989).

Solo el estudio realizado por Tapia (2001) en alpacas, estimó que la A.C. no es significativa como estimador de P.C.

Tapia (2001) entrega diferentes resultados para la medida altura a la cruz, siendo estas especies similares en su tamaño y conformación. Lo que podría dar una orientación respecto a las diferencias, son las distintas formas de tomar esta medida, ya que en alpacas fue tomada con una escuadra de madera graduada en centímetros y en este estudio esta medida se realizó con una huincha plástica. Esta diferencia en tomar una medida, es importante de señalar, porque si una misma medida varía al ser ejecutada por distintos operadores, también variará, y con mayor grado, al ocuparse diferentes instrumentos para obtenerla. Por lo que puede ser una de las razones de la discordancia entre estos estudios.

Al observar la literatura y los resultados de esta medida, se puede concluir, que aunque A.C., no sea la medida morfométrica mejor correlacionada con P.C., son muchos los autores que concuerdan que esta variable presenta una muy buena relación con el peso vivo, siendo esta la segunda mejor correlación en distintas especies como llamas, cerdos y bovinos, según León *et al* (1989) y Sepúlveda y Vargas (1995).

No siempre existen los medios para contar con una balanza en terreno, sobre todo en zonas menos pobladas, como es el altiplano, por lo que poder estimar el peso mediante una medida morfométrica, es de mucha utilidad, ya que hace posible que exista un manejo más sencillo y mejor de estos animales.

La falta de información que existe acerca de los aspectos productivos de la vicuña, dificulta la utilización sustentable de ella, es por esto que se deben generar conocimientos y aplicarlos, para poder desarrollar una producción y un manejo adecuado de esta especie.

Medidas morfométricas fetales y tasa de gestación por edad de la hembra.

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%.

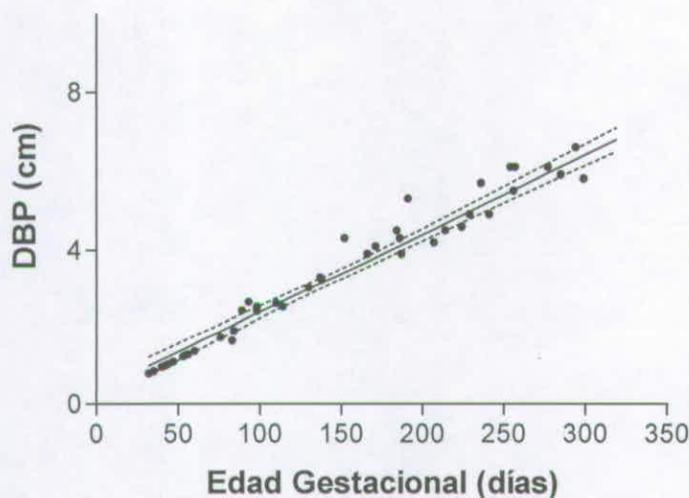
El diagnóstico ecográfico de gestación fue consistente con los resultados de la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona, encontrándose valores altos en vicuñas preñadas (12.6 ± 8.65 nmol/L) y concentraciones bajas de 1.13 ± 0.52 nmol/L en las hembras que estaban secas.

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, desde las que se calculó la función de regresión que mejor representa los datos en función de la edad gestacional (Figura 5).

Figura 5
Crecimiento del diámetro biparietal (DBP) fetal en vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicautiverio.



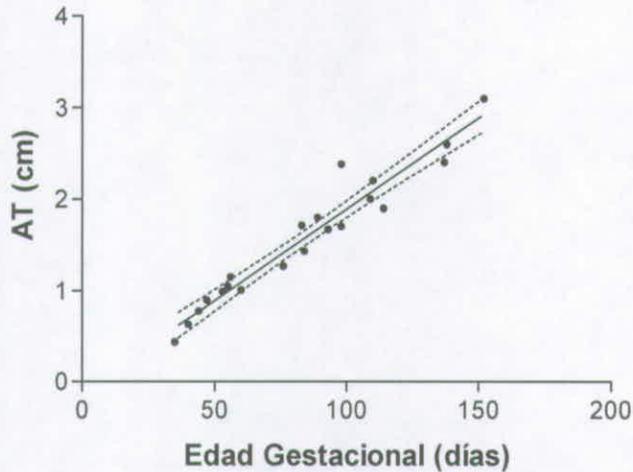
La regresión lineal de la figura 5 corresponde a la siguiente función:

$$EG = 0.2333 + (47.09 * DBP) \quad r^2 = 0.96 \quad p < 0.0001$$

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

Para altura de tórax, se obtuvieron 21 mediciones, las cuales se muestran en la Figura 6, junto a la regresión lineal que mejor las representa:

Figura 6
Crecimiento de altura de tórax (AT) fetal en vicuñas mantenidas en semicautiverio.



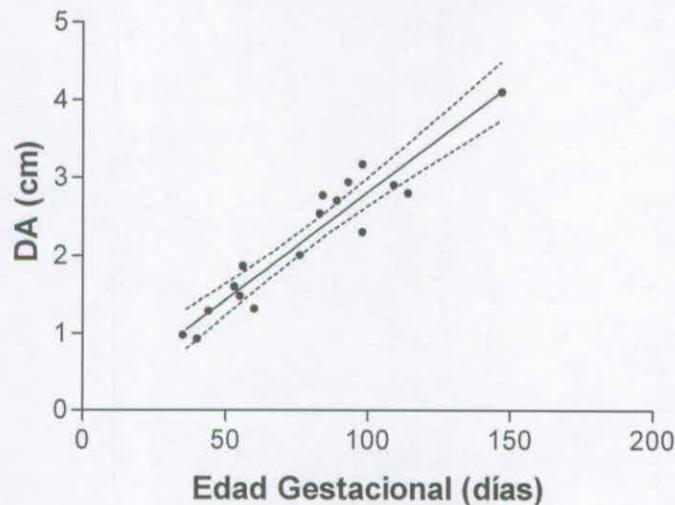
La regresión lineal de la figura 2 corresponde a la siguiente función:

$$EG = - 0.1048 + (50.17 * AT) \quad r^2 = 0.93 \quad p < 0.0001$$

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), se obtuvieron 17 mediciones, a partir de las cuales se estimó la ecuación de regresión que las representa (Figura 7):

Figura 7
Crecimiento del diámetro abdominal (DA) fetal en vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicautiverio.



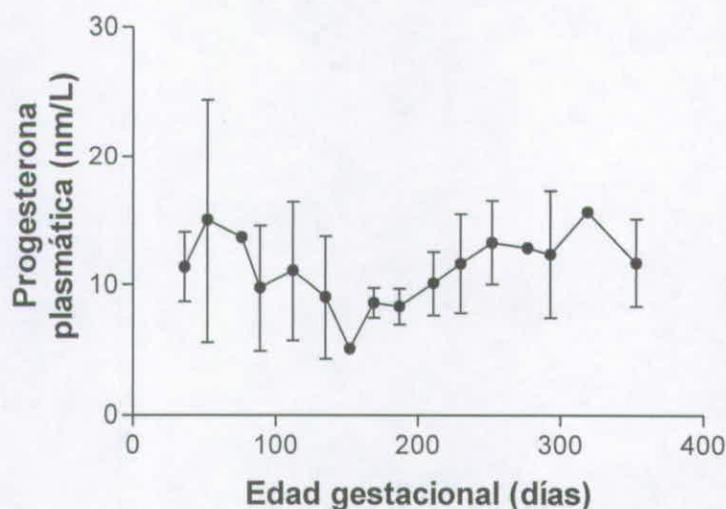
La regresión lineal de la figura 3 corresponde a la siguiente función:

$$EG = 0.05122 + (36.22 * DA) \quad r^2 = 0.90 \quad p < 0.0001$$

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. Las concentraciones plasmáticas durante la gestación se muestran en la Figura 8.

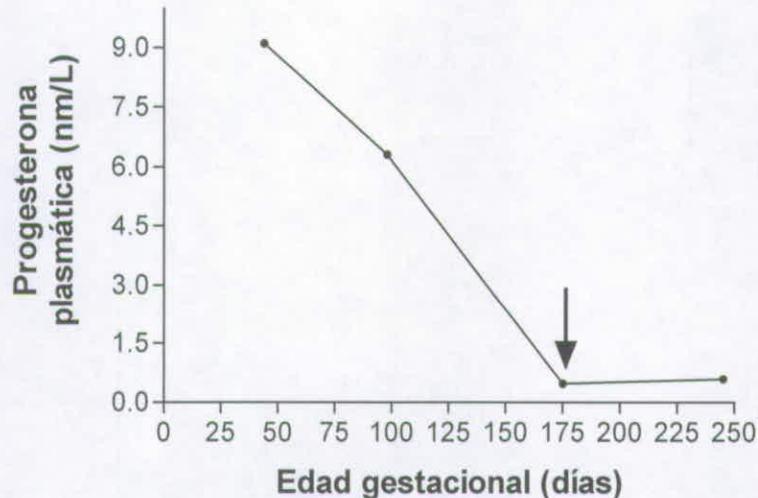
Figura 8
Concentraciones plasmáticas de progesterona ($\bar{X} \pm D.E.$) durante la gestación en vicuñas bajo condiciones de semicautiverio.



Aún cuando el análisis de varianza no mostró diferencias en la concentración plasmática de progesterona en los distintos momentos de la gestación, debido a la gran dispersión de los datos, el patrón de esta hormona muestra un incremento acentuado desde el segundo y el sexto mes de gestación, para luego decaer sostenidamente hasta el día 180 aproximadamente. Desde este momento comienza a aumentar nuevamente la concentración plasmática de progesterona, observándose un descenso al final de la gestación.

Durante el estudio hubo 1 vicuña que abortó, fenómeno que fue diagnosticado ecográficamente en el mes de octubre, correspondiente al 6 mes de gestación. En la figura 9 se muestra el comportamiento de las concentraciones plasmáticas de progesterona en esta hembra.

Figura 9
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.

La tasa de fertilidad descrita en el rebaño en estudio (62%) fue 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, fue 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 - 30 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 morfológica 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.

Suplementación nutricional estratégica antes y durante el encaste.

Suplementación nutricional y tasa de concepción.

Las frecuencias de preñez registradas en mayo, para el grupo suplementado con heno de alfalfa y para el grupo control, se muestran en la tabla 5. Los valores sugieren que el suplemento nutricional otorgado a los animales previo y durante el encaste es efectivo para obtener un mayor número de preñeces. Sin embargo, al análisis estadístico estas frecuencias de preñeces no son significativamente distintas ($P= 0,358$).

Tabla 5.
Efecto del flushing sobre la tasa de concepción
30 días postencaste en vicuñas adultas.

| Grupo | Preñadas | No preñadas |
|------------|----------|-------------|
| "Flushing" | 86,7% | 13,3% |
| Control | 70% | 30% |

La frecuencia de preñez en el mes de abril, de la temporada reproductiva anterior, para vicuñas adultas, fue de 85,7%, no observándose diferencias ($P=1,0$) con la frecuencia de preñez de la temporada actual, del grupo de vicuñas suplementado.

Suplementación nutricional y sobrevivencia embriofetal.

En el examen ecográfico realizado a los 60 días posteriores al encaste, se determinó si las vicuñas diagnosticadas como preñadas a los 30 días, continuaban preñadas o perdían su cría. Los resultados permiten calcular la frecuencia de sobrevivencia embriofetal para el grupo suplementado y control (tabla 6). Las diferencias encontradas en el porcentaje de variación de animales preñados entre ambos grupos, no fueron significativas ($P= 1,0$).

Tabla 6.
Porcentaje de variación de la condición reproductiva
entre los 30 y 60 días posteriores al encaste

| Grupo | Sobrevivencias | Pérdidas |
|-------------------|-----------------------|-----------------|
| “Flushing” | 84,6% | 15,4% |
| Control | 85,7% | 14,3% |

Suplementación alimentaria durante la gestación.

El efecto de la nutrición estratégica sobre la frecuencia de abortos, en los meses de menor oferta de forraje por parte de la pradera (Julio-Octubre), se evaluó mediante la detección de pérdidas fetales o mantención de la preñez al final del período de suplementación.

En el examen ecográfico realizado en septiembre, antes del comienzo de la suplementación nutritiva de gestación, se detectaron 2 hembras en el grupo control y una hembra en el grupo a tratar, que habían abortado en los meses de julio y agosto. Sin embargo las causas de estos abortos, no fueron detectadas.

Los porcentajes de abortos, ocurridos durante la época de tratamiento nutricional de gestación, para el grupo con suplementación y control se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.

Condición reproductiva de vicuñas adultas luego de la suplementación alimentaria durante la gestación.

| Grupo | Preñadas | Abortaron |
|--------------|----------|-----------|
| Suplementado | 100% | 0% |
| Control | 75% | 25% |

El número de hembras con tratamiento alimentario que abortaron, no es considerado diferente ($P= 0,286$), con respecto al número de hembras que abortaron en el grupo control.

La frecuencia de abortos registrada en la temporada reproductiva anterior, para vicuñas adultas, fue de 13,3%, lo cual no constituye una diferencia significativa ($P= 0,556$) con el 0% observado en vicuñas suplementadas.

Las concentraciones plasmáticas de progesterona, corroboraron los diagnósticos ecográficos realizados en cada etapa de la gestación, entregando como promedio para las hembras gestantes 8,41 nmol/L, mientras que las hembras secas presentaron un promedio de concentración de progesterona plasmática de 1,48 nmol/L.

Tratamiento nutricional y peso corporal.

Los animales, tanto del grupo con suplementación nutricional estratégica como control, fueron pesados en las fechas de inicio y fin de cada tratamiento nutricional.

Se observó que previo al "flushing", el promedio de los pesos corporales para el grupo a suplementar fue de 45,9 Kg y el del grupo control de 43,8 Kg, no habiendo diferencias significativas ($P= 0,239$), entre ellos.

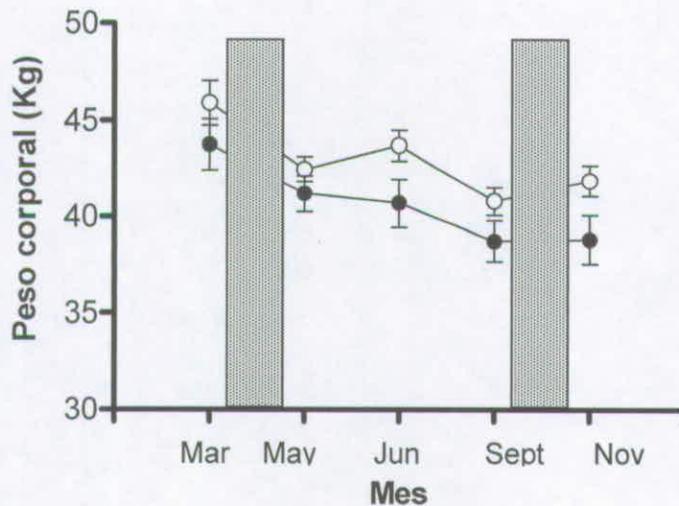
En el mes de mayo, los pesos registrados posteriores al "flushing", no mostraron diferencias significativas ($P= 0,2589$) entre el grupo control y suplementado. Sin embargo, en junio hubo diferencias ($P= 0,0434$) entre los pesos corporales de ambos grupos, siendo el promedio de peso para el grupo suplementado de 43,7 Kg. y de 40,7 Kg. para el grupo control.

Previo al tratamiento nutricional de gestación, a principios de septiembre, los pesos corporales de las vicuñas del grupo a suplementar, que tenían un promedio de peso corporal de 40,8 Kg. y control, que registraban un promedio de 38,7 Kg. no mostraron diferencias significativas ($P= 0,1074$).

En noviembre, cuando la suplementación alimentaria de gestación terminó, fue posible observar diferencias ($P= 0,0445$), entre los pesos del lote que recibió suplementación versus el control. Registrándose un promedio de pesos para el grupo suplementado de 41,9 Kg. y de 38,8 Kg. para el grupo control.

La figura 10 muestra la variación de promedios de peso de las vicuñas del grupo con tratamiento alimentario y control a lo largo de los meses evaluados, en él se observa que los meses donde hubo diferencias significativas entre los pesos de ambos grupos, fueron junio y noviembre.

Figura 10.
Variación anual de peso corporal de vicuñas con suplementación nutricional estratégica.



- : Grupo control, promedio de peso corporal con error estándar.
- : Grupo sometido a suplementación nutricional, promedio de peso corporal con error estándar.

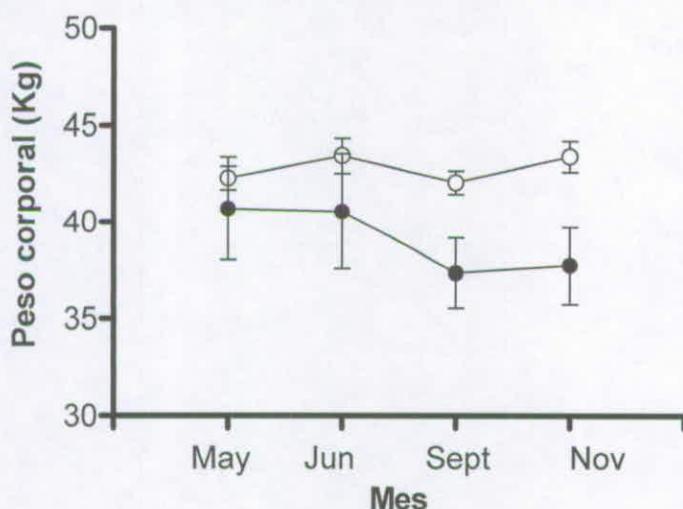
Las áreas sombreadas del gráfico indican la época en que se efectuaron los tratamientos nutricionales.

Peso corporal y condición reproductiva.

Entre los resultados obtenidos, fue posible comprobar que existieron diferencias significativas, entre los pesos corporales en el mes de mayo, de las vicuñas que perdían su cría en comparación con las que eran capaces de mantener la preñez. Siendo el promedio de peso de las hembras que mantuvieron su preñez de $43,4 \pm 2,4$ Kg y el de las hembras que perdían su gestación de $40,2 \pm 1,8$ Kg (estadísticamente $P= 0,006$).

Adicionalmente, se compararon los pesos corporales registrados durante todo el período de estudio, entre vicuñas que estuvieron siempre preñadas con el de las que en algún momento del período perdieron la gestación (figura 11). Esto independientemente del grupo experimental al que pertenecían, los resultados muestran que en el mes de mayo no existían diferencias entre las hembras secas con respecto a las que se encontraban preñadas. En junio tampoco hubo diferencias tan marcadas entre los pesos, pero podríamos decir que se ve una tendencia ($P=0,068$) a que las hembras preñadas presenten un mayor peso. Ya en los meses de septiembre y noviembre se observó una disminución significativa en el caso de las hembras las secas.

Figura 11.
Peso corporal de vicuñas preñadas y secas.



- : Grupo hembras secas, promedio de peso corporal con desviación estándar.
- : Grupo hembras preñadas, promedio de peso corporal con desviación estándar.

El presente estudio reveló que la suplementación alimentaria estratégica, otorgada durante el período invernal y de encaste, no tuvo un efecto significativo sobre el incremento en la eficiencia reproductiva de las vicuñas mantenidas en semicautiverio. Sin embargo, el mayor peso corporal de las hembras, podría asociarse con su éxito reproductivo.

Suplementación nutricional otorgada como “flushing”.

El suplemento nutricional entregado como “flushing”, no tuvo un efecto significativo sobre la tasa de concepción. Esto difiere de lo encontrado por otros autores como Khireddine *et al.* (1998), quienes observaron que el aumento en el nivel

alimentación en vacas, previo al encaste mejoró el crecimiento folicular y aumentó la tasa de fertilización, así como hembras delgadas o con una alimentación restringida, presentaban un escaso crecimiento folicular, lo que mermaba su eficiencia reproductiva, ya que se requerirá de mayor número de ondas preovulatorias para la ovulación (Boland et al., 2001). Otro estudio que arroja resultados similares al anterior es el de Martínez de Acurero *et al.* (1986) realizado en ovejas, donde un incremento en los niveles nutritivos en el periodo pre-servicio, tuvo un efecto positivo sobre la tasa de concepción y consecutivamente sobre el número de corderos al parto.

La suplementación tampoco tuvo efecto sobre una menor mortalidad embrionaria, como se presumía, ya que la literatura señala que el aumento en el nivel nutritivo favorece la mantención de un medioambiente uterino compatible con la gestación, incidiendo en un mayor crecimiento embrionario, por lo que los embriones se encuentran en una etapa más avanzada de desarrollo (Rhind *et al.*, 1989).

Que el "flushing" en vicuñas, no haya reportado los beneficios que manifiesta en otras especies de rumiantes, puede ser atribuido a una serie de factores:

Tal vez uno de los factores más importantes, es que el suplemento nutricional al cual fue posible acceder para el experimento, fue un heno de alfalfa, cuyo valor nutritivo era bajo, lo que puede suceder cuando los forrajes son cosechados muy maduros, o cuando ocurren pérdidas en él, ya sea por respiración, mecánicas o de aguas lluvias (Elizalde *et al.*, 1996), lo cual también afectará propiedades, como la palatabilidad, el consumo y la digestibilidad (Cornejo, 1964).

El porcentaje de proteína del heno utilizado fue de 10,7%, cuando por lo general los henos de alfalfa presentan un promedio de proteína cruda (PC) de 16,5%, siendo el valor de PC más bajo de 13,4%, que corresponde a un heno de alfalfa con muchos tallos (Depto. Fomento de la Producción Animal, Universidad de Chile).

El valor de energía metabolizable estimado para bovino del heno de alfalfa usado en el experimento es de 1,94 Mcal/kg, lo que al compararlo con el de referencia es un poco menor al promedio de las distintas categorías de henos de alfalfa (1,99 Mcal/Kg).

El bofedal, que es el pastizal base de la alimentación de estas vicuñas, posee una EM promedio anual de 1,79 Mcal/kg (Castellaro *et al.*, 1998) y un valor de proteína para la época lluviosa, que es cuando se realizó el "flushing", de 11,5%.

Por lo tanto, podríamos decir que el heno que se otorgó, no difería mayormente, en cuanto a valor nutritivo con el bofedal. Esto se ve reflejado en la ausencia de ganancia de peso corporal en las hembras suplementadas. Los pesos corporales de los grupos a suplir y control, previo al "flushing" eran iguales en términos estadísticos. Posteriores al "flushing" los pesos tampoco sufrieron diferencias entre el grupo control y tratado, lo cual se pudo deber a que el heno de alfalfa utilizado

era de baja calidad, además de que en esa época las praderas del altiplano ofrecen su mayor cantidad de forraje por hectárea y con un nivel de proteínas incluso mayor, que el ofrecido por el heno de alfalfa proporcionado. Curiosamente si se observó una diferencia entre los pesos del mes de junio, entre los animales suplementados y control.

Según se describe en la literatura, la principal limitante para la producción animal en el altiplano, lo constituye la concentración de energía metabolizable del forraje, siendo la proteína limitante sólo durante el período invernal e inicios del período estival (Castellaro *et al.* 1998). Tal vez si el suplemento otorgado hubiese sido más alto en energía, entonces se habrían obtenido mejoras más significativas en cuanto a la tasa de concepción y menor mortalidad embrionaria que el grupo control.

Otra explicación frente a la baja respuesta obtenida por las vicuñas frente al "flushing", es que la baja fertilidad que poseen los camélidos que habitan en el altiplano, no es tan sólo atribuida a un bajo nivel nutricional, sino que a muchas causas. Entre éstas, la mortalidad embrionaria se presenta como uno de las más influyentes (Fernández-Baca, 1991). Sin embargo, existen otras que tienen gran influencia sobre la fertilidad, como la alta consanguinidad de los rebaños y alteraciones anatómicas del aparato reproductor, tanto de hembras como de machos (De Carolis, 1987), así como causas infecciosas (Sumar, 2002). Siendo tal vez por esta razón que la mejora del plano nutritivo no produjo un efecto evidente.

Al intentar otra razón por la cual la suplementación no dio los resultados esperados, es que efectivamente las vicuñas no poseen una baja fertilidad, por un bajo nivel nutritivo, sino por otras razones y que como se ha descrito, el proceso evolutivo que han experimentado, les han permitido adaptarse a un ecosistema muy pobre en recursos alimenticios y extremadamente duro en sus condiciones climáticas. Es por ello que se dice que no existe otra especie animal que habite esta zona que aproveche de mejor manera, los recursos forrajeros disponibles (Glade, 1982). Otros autores que apoyan esta idea son López *et al.* (1992), quienes señalan que el menor requerimiento energético, de los camélidos sudamericanos respecto de especies de rumiantes menores, es concordante con la capacidad de los primeros de subsistir bajo condiciones alimentarias-nutricionales muy pobres, caracterizadas por recursos forrajeros con alto contenido de paredes celulares y baja densidad energética. Esta teoría, se apoya en que es precisamente en esta época, cuando el bofedal presenta su mayor cantidad de materia seca y proteína (Castellaro *et al.*, 1998), y además se describe que la ovulación no es un evento de gran demanda energética, al menos en las especies domésticas, utilizándose el "flushing" principalmente con el objeto de aumentar la tasa de ovulación y sobrevivencia embrionaria (Muñoz-Gutiérrez *et al.*, 2002; Khierddine *et al.*, 1998). Sin embargo, nuestros objetivos no fueron esos, ya que se trata de una especie monotoca (Fernández-Baca, 1991).

La frecuencia de preñez de las hembras con suplemento nutricional, no difirió con respecto a la frecuencia de preñez del mismo lote de vicuñas en la temporada reproductiva anterior. Sin embargo, esta comparación no es tan válida, ya que se trata de distintos años, donde ocurren cambios climáticos que inciden en la calidad y disponibilidad de los pastos. A pesar de que no existe una estación meteorológica en el sector, los habitantes de las comunidades coinciden que este año fue más seco que el anterior.

Adicionalmente a los objetivos establecidos, fue posible establecer que existen diferencias significativas ($P= 0,006$), entre el peso que logran las vicuñas al principio de la gestación y que no pierdan su cría durante los meses de baja disponibilidad de forraje por parte de la pradera. La idea se apoya en que una mayor cantidad de reservas corporales son necesarias para suplir los déficit nutritivos, que producen efectos detrimentales sobre el desarrollo placentario y fetal (Osgerby *et al.*, 2003).

Del presente experimento realizado podríamos concluir, que el heno de alfalfa disponible en Putre, es decir el que se encuentra a la disposición de la realidad de las comunidades aymarás, no es efectivo para realizar un flushing en las vicuñas. Sin embargo el incremento en el peso de estos animales al principio de la gestación, que tal vez se logra llevando a los animales a un sector de mayor cantidad de bofedal en buen estado, tenderá a disminuir el porcentaje de pérdidas de la cría en el periodo de menor disponibilidad de forraje por parte de la pradera.

Suplementación alimentaria estratégica durante la gestación.

En años anteriores, se han observado abortos de vicuñas del sector de Ancara, los que coinciden con los meses (julio-octubre) de menor disponibilidad de forraje de los pastizales. Sin embargo, por lo general no se observan abortos por baja nutrición en los animales. A pesar de que se sabe, que una baja alimentación durante la gestación, podría alterar significativamente el desarrollo placentario (Osgerby *et al.*, 2003), lo que indudablemente afectará al feto, ya que por medio de la placenta el feto recibe los sustratos metabólicos necesarios para su crecimiento (McCrabb *et al.*, 1992). En un estudio realizado por Osgerby *et al.* (2003), se observó que fetos de ovejas subnutridas presentaron menor desarrollo de diversos órganos como el corazón, cerebro, timo, páncreas, riñón, intestino, sistema muscular y esquelético, situación que pone en riesgo la sobrevivencia intrauterina y neonatal.

En el período que se dio la suplementación de gestación (septiembre y octubre), no se registraron abortos en el grupo de vicuñas sometidas a ésta, sin embargo esto no constituye una diferencia significativa con respecto al grupo control, lo que nos sugiere que tal vez la suplementación no era tan necesaria en esta época, como tal vez lo habría sido en el inicio del periodo de menor oferta de forraje por parte de la pradera, vale decir en los meses de julio y agosto, que es cuando se registraron algunos abortos, tanto en el grupo tratado como control.

En el mes de septiembre, previo a la suplementación de gestación, los pesos corporales del grupo de vicuñas control y a suplementar, no eran distintos. Sin embargo, posteriores al tratamiento nutricional realizado durante dos meses, si hubo diferencias entre ambos grupos. Esto se pudo deber a que como la oferta de forraje por parte de la pradera en esta época es muy baja y posee valores de proteína cruda de 6,8% (Castellaro *et al.*, 1998), el heno otorgado, aún cuando no se tratara de un suplemento con un valor nutritivo alto, fue capaz de producir un efecto positivo sobre el peso corporal, ya que comparativamente con el bofedal en esta época, el heno fue mejor.

El experimento reveló, que las hembras que se encuentran preñadas, en el mes de junio, tienden a tener un mayor peso, que aquellas que se encuentran secas. En los meses de septiembre y noviembre hay claras diferencias entre los pesos de las hembras que se encuentran secas o preñadas. Con estos datos podríamos decir que las hembras que tienen un mayor peso, por lo general se encuentran preñadas. Sin embargo, este peso puede aumentar por los líquidos fetales, maternos y el feto.

El número de abortos registrados en la temporada reproductiva anterior, tampoco constituye una diferencia significativa, con respecto al grupo de vicuñas que recibieron la suplementación, lo cual nos indica, que el número de vicuñas que abortó en ese periodo no fue tan alto, sin embargo si puede ser un logro llegar a cero abortos, principalmente si se considera que según los habitantes de la zona éste fue un año más seco que el anterior.

Por lo tanto podemos concluir que el heno de alfalfa que utilizamos en el estudio, si puede ser recomendable de utilizar, al otorgarlo en el periodo de menor disponibilidad de forraje por parte de los bofedales, ya que los resultados obtenidos muestran que efectivamente los animales que recibieron la suplementación, tuvieron un peso mayor que los del grupo control. Sin embargo, en este periodo no se observaron tantos abortos como en el inicio del periodo de baja oferta nutritiva de la pradera, por lo tanto es tal vez en este periodo importante de suministrar.

Implicancias del estudio.

Actualmente el estudio de especies como la vicuña es dificultoso, ya que se encuentran protegidas, no existiendo la posibilidad de una explotación privada de este recurso (Raggi, 1992). De hecho, el número de vicuñas que pueden capturarse y esquilarse fueron determinadas por CONAF (1991) y éstas deben estar dentro de las zonas de manejo Caquena y la reserva Nacional Las Vicuñas (FIA).

Es por esta razón, que en ocasiones el número de animales o método de investigación no es el ideal. Sin embargo, corresponden a métodos factibles de adquirir por las comunidades aymarás, que son actualmente los únicos que pueden sacar provecho de esta especie animal.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo, serán de interés principalmente para las comunidades indígenas aymarás, ya que muestra que el heno de alfalfa al que ellos tienen acceso, por la cercanía de la venta, no es siempre efectivo como suplementación, para incrementar la productividad de la vicuña.

Los camélidos sudamericanos han cumplido y cumplen en la actualidad un rol importante en la economía de un vasto sector de la población que habita los andes altos. Siendo por este motivo de gran importancia continuar las investigaciones para aumentar la productividad de ésta especie. Ya que ha sido precisamente la falta de conocimientos sobre estos animales, un gran freno para demostrar su gran potencial como fuente de sustento de grandes masas de población (Raggi, 1992).

En futuras investigaciones, creo que sería importante probar si es posible aumentar la fertilidad de esta especie por medio de un aumento en la nutrición, sin adecuarnos necesariamente a la realidad aymará, donde los ensayos se realicen con un suplemento nutritivo que diste bastante del otorgado por los bofedales, para obtener de este modo respuestas reproductivas más contundentes. Lo anterior se refiere a suplementos nutritivos como los concentrados energéticos, ya que es la energía el principal limitante para la producción animal en el altiplano (Castellaro *et al.*, 1998).

Los factores que influyen en una baja fertilidad son muchos por lo tanto el efecto que produce la mejora de uno de ellos, no será tan evidente, cuando los demás continúan mermando la eficiencia reproductiva. Es por esta razón que sería importante realizar trabajos para comprobar las causas de los abortos, como por ejemplo enfermedades infecciosas y parasitarias (Sumar, 2000).

Edad, peso y fertilidad en vicuñas en semi-confinamiento en el altiplano

Después de la época de encaste, mediante la primera ecografía y medición de la concentración plasmática de progesterona en 59 hembras en edad fértil, se obtuvo la fertilidad de las hembras, definida como el porcentaje de gestación o tasa de gestación, que correspondió al 66,1%.

El porcentaje de preñez según categorías separadas por edades fue de: 33,3 % para hembras de 2 años, 73,3 % para hembras de 3 años y 84,6 % para hembras de 6 años (Tabla 8).

El porcentaje de preñez según categorías separadas por el peso fue de: 17,6 % para hembras livianas (< 37,5 Kg), 76,9 % para hembras medianas (37,5-42,5 Kg) y 100 % para las hembras pesadas (> 42,5 Kg) (Tabla 8). Estas categorías fueron determinadas según los pesos observados en estado silvestre, en donde la mayoría de las vicuñas adultas presentan pesos entre los 37,5 y 42,5 Kg (L. Raggi, comunicación personal).

Tabla 8. Distribución del porcentaje de preñez según la edad y el peso corporal al encaste.

| | EDAD (AÑOS) | | | PESO (KG) | | |
|--------------------------|-------------|------|------|-----------|-----------|-------|
| | 2 | 3 | 6 | < 37,5 | 37,5-42,5 | >42,5 |
| Número de muestra (n) | 18 | 15 | 26 | 17 | 26 | 16 |
| Porcentaje de preñez (%) | 33,3 | 73,3 | 84,6 | 17,6 | 76,9 | 100 |
| n= | 6 | 11 | 22 | 3 | 20 | 16 |

El análisis estadístico entregó un valor calculado de t para la edad, de 1,946, por lo que se acepta que la edad de las hembras al momento del encaste influye de manera significativa para lograr la gestación.

El coeficiente de Pearson para la edad y la tasa de gestación es de $r = 0,6778$, es decir que a medida que aumenta la edad, aumenta la tasa de gestación con una correlación igual a 0,6778 ($P = 0,01$). Cuando el coeficiente de Pearson se eleva al cuadrado, el resultado indica cuanto de la variación de una variable, en este caso de la tasa de gestación, se debe a la variación de la otra, la edad. Se obtuvo un valor de $r^2 = 0,459$ lo que indica una correlación positiva media (Hernández y Fernández, 1991).

El estudio determinó que existen diferencias entre los pesos corporales al encaste de las vicuñas capaces de concebir y las que no, siendo esta diferencia significativa estadísticamente ($t = 2,326$), teniendo un valor al encaste de $41,3 \pm 1,5$ Kg para las hembras que quedaron preñadas y de $32,54 \pm 1,8$ Kg para las hembras que permanecieron secas (Tabla 9). El coeficiente de Pearson para el peso corporal al encaste y la tasa de gestación es de $r = 0,89$ y $r^2 = 0,792$, lo que indica una correlación positiva alta ($P = 0,001$).

Tabla 9. Pesos promedios al encaste de las hembras preñadas y secas según categoría.

| | EDAD (AÑOS) | | | PESO (KG) | | |
|------------------------------|-------------|-------|-------|-----------|-----------|-------|
| | 2 | 3 | 6 | < 37,5 | 37,5-42,5 | >42,5 |
| Peso preñadas (Kg) | 38,75 | 40,87 | 42,14 | 35,57 | 40,67 | 43,31 |
| Peso secas (Kg) | 29,94 | 33,63 | 39,25 | 29,70 | 39,37 | - |
| Peso Promedio del grupo (Kg) | 32,70 | 38,59 | 41,35 | 30,61 | 39,86 | 43,31 |

Las concentraciones plasmáticas de progesterona durante el período estudiado oscilaron entre 23,6 nmol/L y 4,97 nmol/L en hembras preñadas, mientras que las hembras que permanecieron secas mostraron valores inferiores a 2,3 nmol/L (Tabla 10).

Tabla 10. Valores promedios de las concentraciones plasmáticas de progesterona según la edad y el peso corporal al encaste.

| | EDAD (AÑOS) | | | PESO (KG) | | |
|----------------------|-------------|------|------|-----------|-----------|-------|
| | 2 | 3 | 6 | < 37,5 | 37,5-42,5 | >42,5 |
| P4 Preñadas (nmol/L) | 10,5 | 13,9 | 11,8 | 8,79 | 15,83 | 16,45 |
| | | 5 | 3 | | | |
| P4 Secas (nmol/L) | 1,59 | 1,71 | 1,53 | 1,42 | 1,91 | - |

La relación existente entre la edad y el peso corporal al encaste, con la concentración plasmática de progesterona arrojó como resultado un $r^2 = 0,521$ ($P = 0,005$) para la edad y $r^2 = 0,530$ ($P = 0,001$) para el peso. Paralelamente se obtuvo un $r^2 = 0,498$ ($P = 0,01$) para la relación entre la edad y el peso corporal.

Sobrevivencia embriofetal

Durante el estudio hubo 13 vicuñas que abortaron. En la tabla 11 se muestran los promedios de los pesos corporales al encaste y de las concentraciones plasmáticas de progesterona de estas hembras en la última medición, previa a la confirmación del aborto. El promedio de los pesos corporales al encaste de las hembras que conservaron su preñez fue de $42,4 \pm 2,3$ Kg, mientras que el de las hembras que abortaron fue de $37,2 \pm 1,8$ Kg.

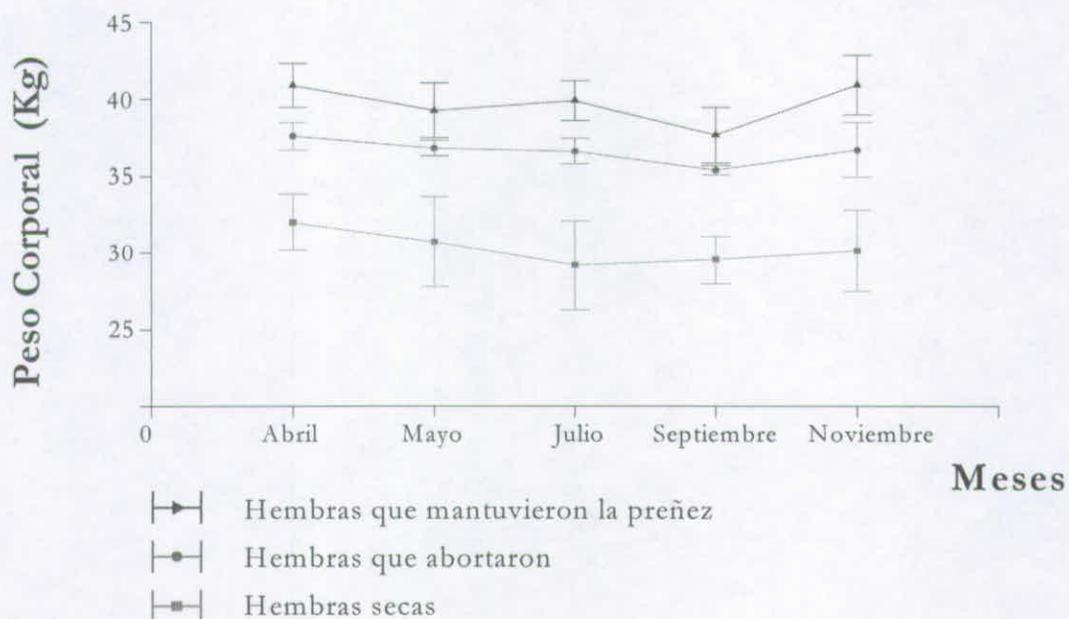
Tabla 11. Distribución por edad y por peso del promedio de los pesos corporales* y las concentraciones de progesterona plasmática* en hembras vicuñas que abortaron durante el estudio.

| EDAD | 2 | 3 | 6 | PESO | <37,5 | 37,5-42,5 | >42,5 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| N= | 4 | 2 | 7 | n= % | 2 | 9 | 2 |
| % | 66,67 | 18,18 | 31,82 | | 66,67 | 40,91 | 13,33 |
| Peso (Kg) | 37,28 | 37,25 | 38,5 | Peso (Kg) | 33,58 | 38,89 | 37,98 |
| P4 (nmol/L) | 4,95 | 7,46 | 8,99 | P4 (nmol/L) | 4,47 | 8,76 | 9,32 |

*Datos obtenidos previo a la confirmación del aborto por ultrasonografía.

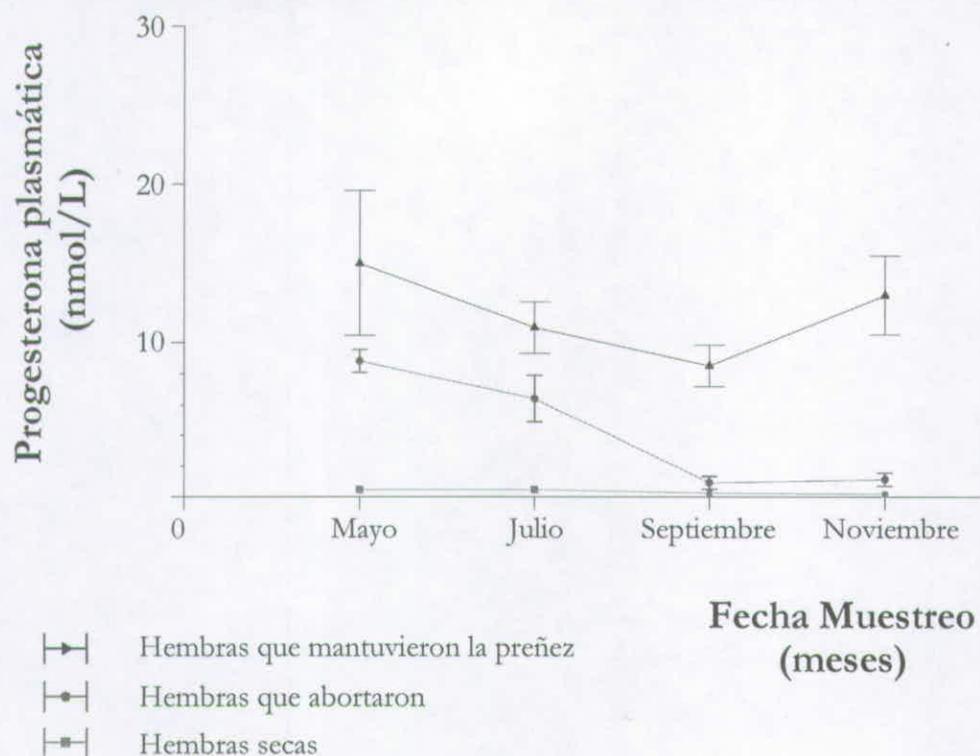
En la figura 12 se pueden observar las variaciones en los pesos corporales, a modo comparativo, entre las hembras que mantuvieron la gestación, las hembras que abortaron y las hembras que permanecieron secas. Se observa además una disminución paulatina del peso corporal, tanto para hembras preñadas como para las secas, hasta el mes de septiembre, recuperándose hacia noviembre.

Figura 12. Variación del peso corporal de vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicautiverio.



Las concentraciones plasmáticas de progesterona de las hembras que abortaron fueron disminuyendo hacia septiembre, hasta alcanzar valores inferiores a 5 nmol/L. En la figura 13 se comparan los patrones de las concentraciones plasmáticas de progesterona de las vicuñas que permanecieron preñadas hasta finalizar el estudio, de las que se mantuvieron secas y de las que abortaron. Los abortos se produjeron entre agosto y septiembre, época que coincide con lo revisado en la literatura y en donde se presenta una menor cantidad y calidad de los pastos.

Figura 13. Variación de la concentración de progesterona plasmática durante el estudio en vicuñas mantenidas bajo condiciones de semicautiverio.



A partir de la tasa de gestación obtenida y del número de abortos que se produjeron por cada categoría, se obtuvo el porcentaje que entrega el valor de mantención de la gestación (Tabla 12).

Tabla 12. Distribución por edad y por peso corporal al encaste del porcentaje obtenido para la mantención de la gestación en vicuñas mantenidas en semicautiverio.

| EDAD (años) | 2 | 3 | 6 |
|-------------|--------|-----------|--------|
| | 33,3 % | 81,8 % | 68,2 % |
| PESO (Kg) | < 37,5 | 37,5-42,5 | > 42,5 |
| | 33,3 % | 59,0 % | 86,0% |

El coeficiente de Pearson para la edad y la mantención de la preñez fue de $r = 0,722$ y $r^2 = 0,521$ ($P = 0,01$), mientras que para el peso corporal fue de $r = 0,87$ y $r^2 = 0,757$ ($P = 0,005$). Al hacer una prueba de Pearson entre la mantención de la preñez y las concentraciones plasmáticas de progesterona se obtuvo un $r^2 = 0,87$ ($P = 0,001$).

El presente estudio reveló que las variables edad y peso corporal al momento del encaste, ejercen una importante influencia en la tasa de gestación, siendo el peso corporal al encaste de mayor relevancia que la edad.

Sin embargo, se debe alcanzar cierta edad para que se pueda presentar el inicio de la actividad sexual. Esta es una limitante reproductiva que restringe los índices productivos, por cuanto una hembra inactiva sexualmente no es capaz de gestar.

No obstante, un estudio hecho en ovejas demostró que, conjuntamente a la edad se deben cumplir dos otros requisitos para alcanzar la pubertad, estos son: adquirir el tamaño corporal crítico, directamente involucrado con el peso corporal, y haber entrado en la época favorable a la actividad reproductiva (Álvarez, 1999).

Bajo las condiciones de vida en el altiplano, es difícil que hembras de un año alcancen el peso corporal necesario para lograr la maduración del sistema reproductor, por lo que la pubertad tendría que esperar hasta la siguiente estación favorable, con los inconvenientes que este aplazamiento del inicio de la vida reproductiva y productiva acarrea. Algunas hembras sin embargo, manifiestan signos conductuales de receptividad sexual al año de edad, pero es poco probable que apareamientos a esa edad concluyan en gestación (Fernández-Baca, 1991).

De los resultados obtenidos se puede exponer que a medida que aumenta la edad, aumenta la tasa de gestación. Si bien hembras de dos años de edad pueden quedar gestantes, en su mayoría no tienen la capacidad de mantener esa preñez ya que no han alcanzado el peso corporal crítico al encaste estimado en 40 Kg (Raggi, comunicación personal). La capacidad para mantener la gestación no asciende proporcionalmente al aumento de la edad, pero sí a medida que aumenta el peso corporal.

La razón que existe entre las variables estudiadas y el porcentaje de gestación obtenido es mayor, de manera estadísticamente significativa, para el peso corporal. Sin embargo, algunas hembras que mantuvieron la gestación presentaban menores pesos corporales al encaste y durante el estudio, en comparación con ciertas hembras que abortaron, pero las primeras siempre presentaron altas concentraciones plasmáticas de progesterona (>10 nmol/L).

La correlación alta entre el peso corporal al encaste y la mantención de la preñez apoya la idea de que una mayor cantidad de reservas corporales son necesarias para suplir los déficit nutritivos durante los meses de baja disponibilidad de forraje, que producen efectos detrimentales sobre el desarrollo placentario y fetal (Osgerby *et al.*, 2003), y coincide con lo revisado por Leyva y Sumar (1989).

En ovejas, se ha demostrado que un aporte alimenticio, que garantice el estado nutritivo requerido para el correcto funcionamiento reproductivo, es esencial para cumplir con los aspectos clave de la eficiencia reproductiva, como son: aparición de la pubertad, desprendimiento de uno o más óvulos fértiles o tasa de ovulación,

implantación y viabilidad embrionaria precedida de fecundación, y finalmente, devenir de la gestación hasta el parto (Álvarez, 1999).

Otros estudios centrados en mejorar la alzada y desarrollo (peso corporal), muy bajo en los rebaños nacionales, mostraron que un incremento en el peso promedio de las ovejas al encaste se relaciona con una mayor tasa de parición, prolificidad, mayor peso y precocidad de los corderos (García, 2000).

En la literatura se describe que la principal limitante para la producción animal en el altiplano, lo constituye la concentración de energía metabolizable del forraje, siendo la proteína limitante sólo durante el período invernal e inicios del período estival (Castellaro *et al.*, 1998).

Ellmen (2004) determinó que dar suplementación alimentaria a las hembras, previo al encaste, no mejoró los índices reproductivos. Sin embargo, también estableció que el suplemento utilizado (heno de alfalfa) tenía un valor nutritivo bajo, que no difería mayormente con el valor nutritivo del bofedal. Asimismo el suplemento fue entregado cuando las praderas del altiplano ofrecen su mayor cantidad de forraje por hectárea y con un nivel de proteínas incluso mayor, que el ofrecido por el heno de alfalfa proporcionado.

Por lo general, los estudios que existen en ovinos coinciden en que la suplementación alimentaria se debe iniciar alrededor de 12 a 15 días antes de empezar el encaste y continuar por 2 a 3 semanas en la temporada de encaste, para obtener los resultados esperados (Kott, 2002).

Las pérdidas embriofetales alcanzaron un 32% y se concentraron en la época menos favorable, en donde la cantidad y calidad de los pastos disminuye en desmedro del peso corporal, lo que coincide con revisado en la literatura. Sin embargo, este estudio reveló además que altas concentraciones plasmáticas de progesterona desde el inicio de la gestación aseguran la mantención de la gestación, y están relacionadas directamente con la edad y el peso corporal al encaste.

La fertilidad de las hembras vicuñas mantenidas en semi cautiverio, evaluada a través de la tasa de gestación y de la capacidad para mantener la preñez, depende de la edad y del peso corporal al encaste, como se ha discutido. Sin embargo, el factor más importante a considerar para la mantención de la preñez se relaciona más con las concentraciones plasmáticas de progesterona, ya que valores por sobre 10 nmol/L aseguraron la sobrevivencia embriofetal hasta finalizar el estudio, incluso en los casos particulares en los cuales hembras preñadas habían mostrado pesos corporales al encaste inferiores a los registrados en algunas de las hembras que abortaron.

De lo anterior podemos inferir que la medición de las concentraciones plasmáticas de progesterona puede ser una buena herramienta para prevenir los abortos en hembras de riesgo, como lo son las que poseen bajos pesos corporales al

encaste, ya que al detectarse una baja sostenida en la concentración plasmática de ella, se podría intervenir con la aplicación exógena de progesterona.

Los camélidos sudamericanos han cumplido y cumplen en la actualidad, un rol importante en la economía de un vasto sector de la población que habita los Andes altos, siendo por este motivo de gran importancia continuar las investigaciones para aumentar la productividad de esta especie, ya que ha sido precisamente la falta de conocimientos sobre estos animales, un gran freno para demostrar su gran potencial como fuente de sustento de grandes masas de población (Raggi, 1992).

Actualmente el estudio de la vicuña es dificultoso, ya que se encuentran protegidas, no existiendo la posibilidad de una explotación privada de este recurso (Raggi, 1992). De hecho, el número de vicuñas que pueden capturarse y esquilarse fueron determinadas por CONAF y éstas deben estar dentro de las zonas de manejo Caquena y la reserva Nacional Las Vicuñas (FIA, 2000), siendo las comunidades indígenas aymaras, los únicos que pueden sacar provecho de esta especie.

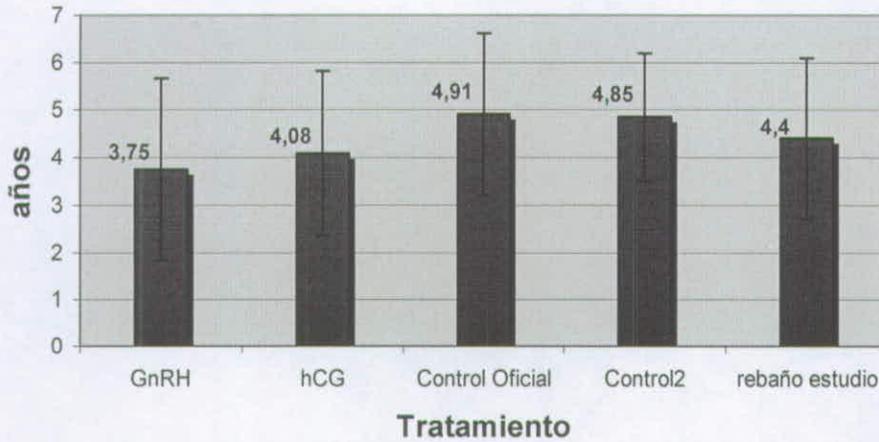
Poder orientar en los aspectos reproductivos con el fin de que incrementen el aspecto productivo de la especie es una tarea importante que se está llevando a cabo desde hace unos años. La necesidad de continuar con los estudios se sustenta en los pocos conocimientos que existen hoy en día sobre la especie, y en el gran aporte que hacen en pro del bienestar animal, del progreso económico y mejora en la calidad de vida de las comunidades andina aymara local

Utilización de GnRH y hCG en la sincronización de encaste en vicuñas mantenidas en semicautiverio

Se evaluó la mantención de la preñez, a través de métodos hormonales y por ultrasonografía. Además, se hicieron mediciones de las variables morfométricas fetales, para evaluar el crecimiento fetal.

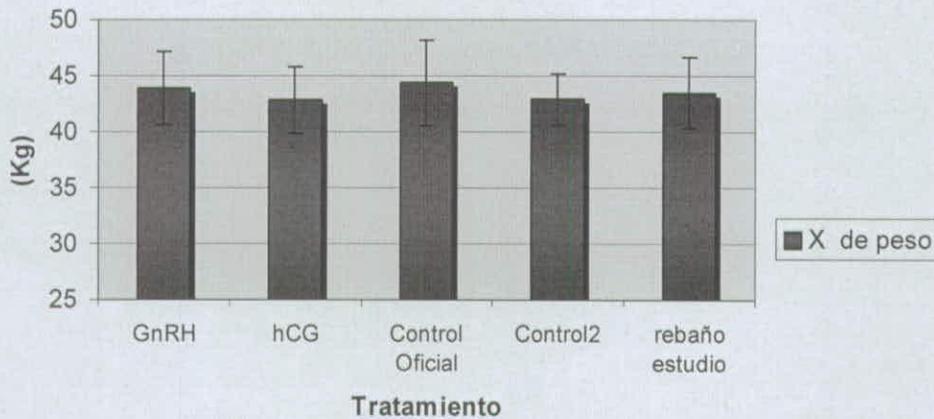
En la figura 14 se pueden observar las edades promedio de las hembras control y de las sometidas a diferentes tratamientos con hormonas inductoras de la ovulación. Grupos que se trataron de conformar de la forma más uniforme posible y siempre con hembras en edad reproductiva. Se debe recordar que la totalidad de las hembras de los grupos GnRH, hCG y Control 1 se encontraban separadas de los machos, no así el grupo control 2 y el resto del rebaño.

Figura 14. Promedios y coeficientes de variación de edad (años) de los grupos de estudio



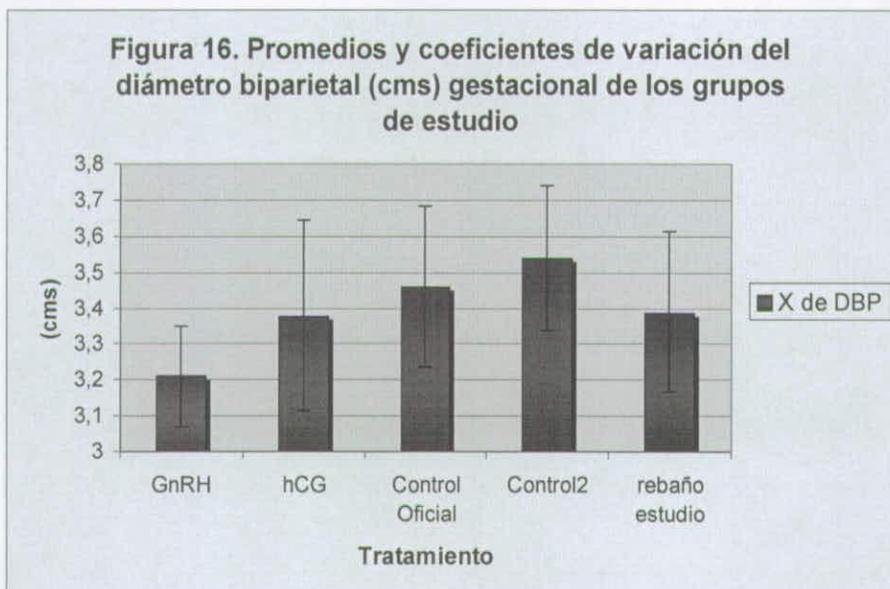
En la figura 15 se pueden observar los pesos de las hembras en el control de octubre, cabe destacar que aparte de no observarse diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos, todos los pesos promedio se encuentran sobre los 40 kilos, que como se ha mencionado anteriormente, se estima que es el peso crítico para poder mantener la gestación.

Figura 15. Promedios y coeficiente de varianza de peso (Kg) de los grupos de estudio en el último muestreo (31/08/2004)

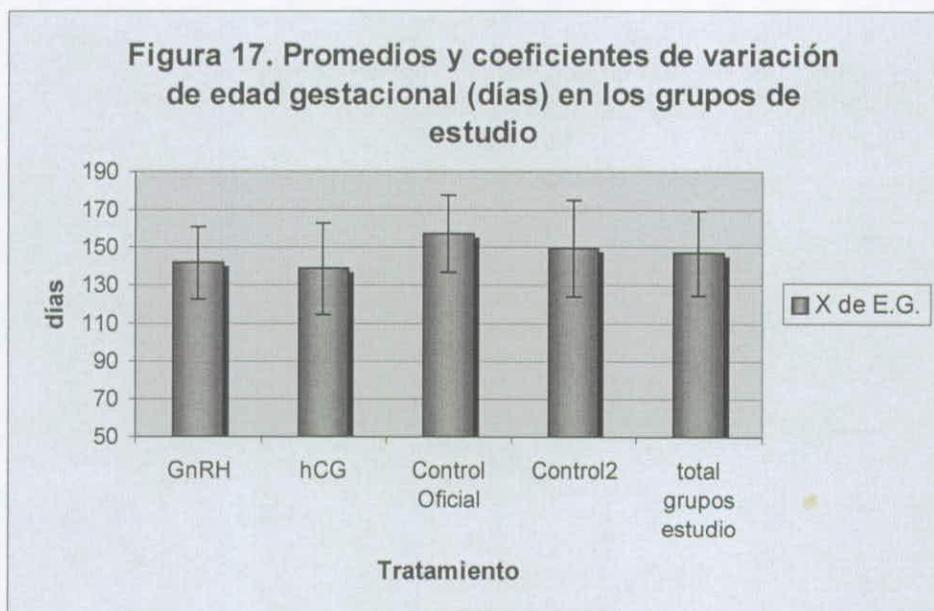


Los pesos observados son superiores a años anteriores, lo que se debería a la suplementación alimentaria con heno de alfalfa y posiblemente a una mejor condición de los pastos naturales.

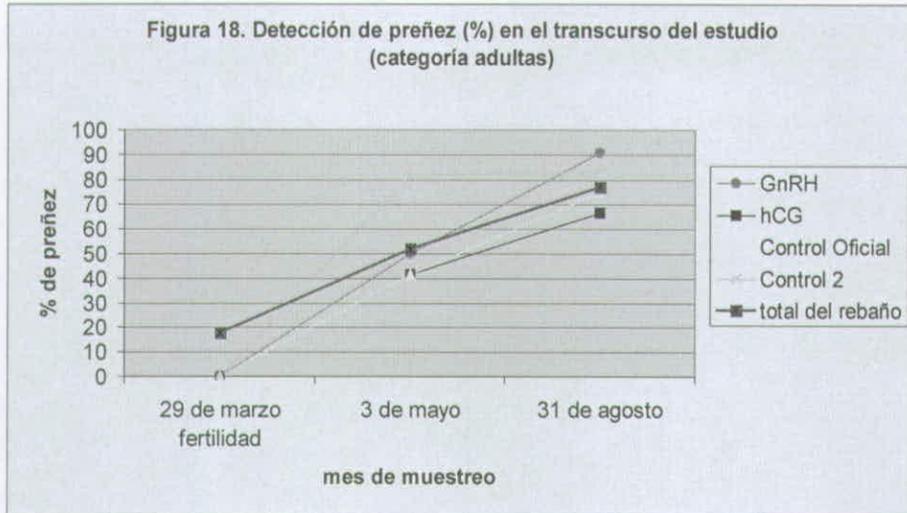
En la figura 16 se observan los promedios y variación del diámetro biparietal de los fetos de las vicuñas en los diferentes grupo de tratamiento hormonal y control. El diámetro biparietal permite establecer el cálculo de la edad gestacional la que se puede observar la figura 17.



La edad gestacional no muestra diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio, siendo los promedios de gestación de las vicuñas tratadas con hormonas inductoras de la ovulación muy similares (gráfico 17).

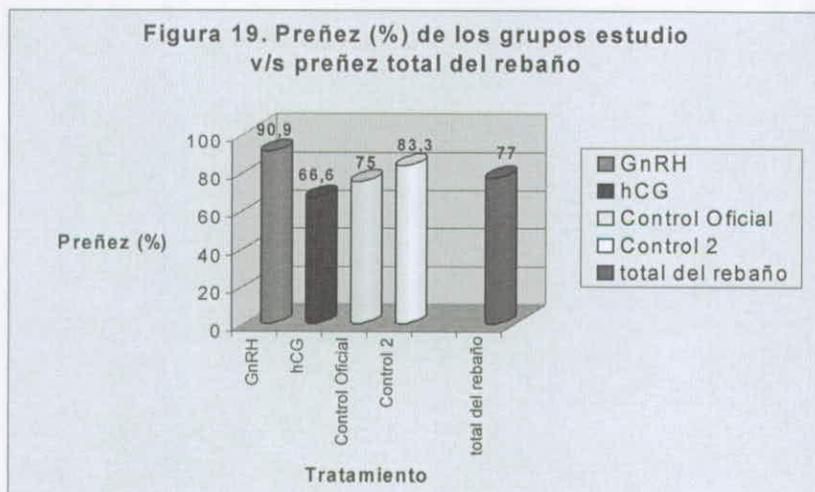


La figura 18 muestra las diferencias respecto del porcentaje de gestación detectado en las diferentes fechas en que se realizaron las ecografías.

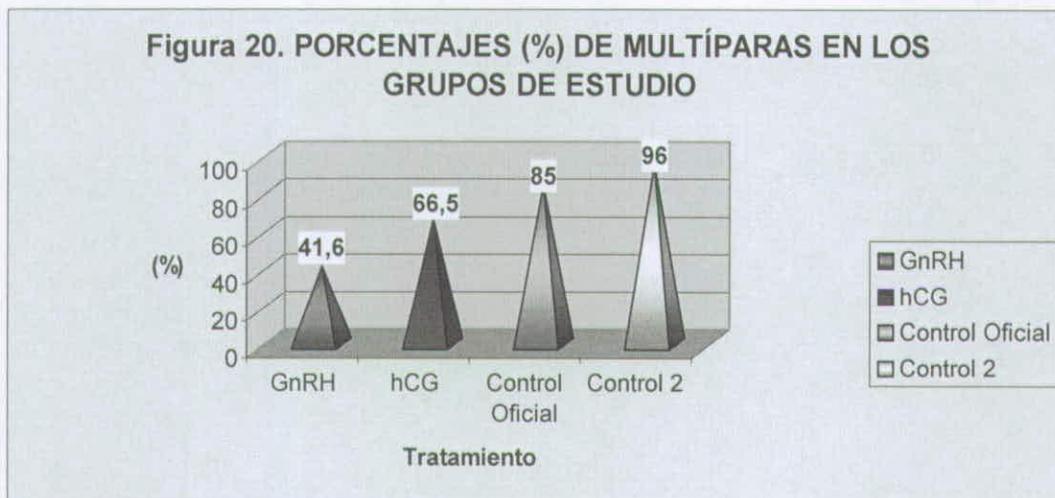


Como se ha destacado en informes previos la eficiencia del diagnóstico de gestación aumente en función de la edad gestacional. El grupo que muestra un mayor porcentaje de preñeces es el grupo tratado con GnRh (90,9%), seguido del grupo conformado por las hembras del grupo control 2 que son aquellas que se encuentran naturalmente sincronizadas por los partos (83,0%), siendo el grupo de menor tasa de gestación el tratado con hCG (75,0%), mientras que el grupo control 1 presentó una tasa de gestación de (83,0%). La tasa de gestación del rebaño fue de un 77,0% (Figura 19).

Un **hecho de la mayor relevancia** en ser destacado es que las vicuñas de los grupos hCG, GnRH y Control 1, fueron separadas de los machos con antelación a los encastes, lo anterior rompe la estructura de los harén de esta especie. Lo anterior hacía temer que esto afectara la fertilidad y tasa de gestación ya que es un manejo que nunca antes se había llevado a cabo y se corría el riesgo de que los machos no establecieran un nuevo grupo familiar lo que no ocurrió y por ello podría establecerse como norma de manejo la separación de los machos previa al encaste.



Finalmente en la figura 20 se muestran los porcentajes de múltiparas en cada uno de los grupos en estudio. Ello demuestra que en el grupo GnRH que fue el de mayor tasa de gestación (90,9%), la menor "experiencia" reproductiva no influye sobre la probabilidad de preñarse y de mantener la gestación.



Los resultados correspondientes a las determinaciones de la concentración de progesterona plasmática no mostraron diferencias respecto de observaciones anteriores, siendo los valores para las hembras preñadas superiores a 5 nmol/L.

La extensión del proyecto fue solicitada con la finalidad de evaluar en terreno las pariciones de los grupos control y tratados con GnRH y hCG. Esto permitió establecer que el 95% de las pariciones se produjo entre el 29 de febrero de 2005 y el 14 de marzo de 2005, lográndose con ello una concentración de los partos en un periodo de aproximadamente 15 días, lo anterior demuestra que un manejo del encaste, con retiro de los machos, es factible en esta especie y no se alteran las tasas de preñez producto del retiro de los machos.

La duración de la preñez fue de $347 \pm 4,5$ días, equivalente a la descrita por Urquieta y Rojas (1990).

El grupo que mostró una mayor concentración de las pariciones fue el tratado con hCG, seguido del grupo control y el que mostró una mayor dispersión de las pariciones fue el grupo tratado con GnRH.

Día de Campo

La Modalidad día de campo fue cambiada por días de campo. Lo anterior se debe a las particulares características del altiplano de la I Región, que por sus distancias y escasas vías de comunicación y locomoción, dificulta el traslado de las personas y no permite una coordinación adecuada para citarlos en un lugar, día y hora determinado.

Por ello se optó por la modalidad de que los investigadores se desplazaran a las diferentes unidades de manejo de la vicuña en semicautiverio, lo que aparte de solucionar los problemas anteriormente planteados, disminuye los costos de operación y motiva a los usuarios ya que la experiencia se lleva a cabo con sus propias unidades de manejo y animales.

La desventaja que tiene la modalidad utilizada es que impide la interacción entre usuarios y beneficiarios, aún cuando a todos se les invitó a participar en el taller del 25 de noviembre en Putre.

Primer día de campo, ANCARA, 8 de septiembre de 2003.

Ubicación: 17°43'35,2" S
69°40'47,2" W
4255 m.s.n.m

Se recorrieron 316 kilómetros ida y regreso a Putre

En esta unidad de manejo de la vicuña en semicautiverio resulta más fácil el trabajo de interacción y difusión que en otras unidades. Lo anterior se debe a que es aquí donde se ejecuta el trabajo del proyecto BIOT-01-P-001. Ello aparte de facilitar la interacción con las personas, permite explicar con mayor facilidad las acciones, objetivos y resultados de las herramientas biotecnológicas y las medidas de manejo.

El día de campo comenzó con el trabajo habitual, propio del proyecto es decir la evaluación de la gestación utilizando la ecografía, pesaje y medición de los animales, obtención de muestras de sangre y ordenamiento de los grupos experimentales.

Posterior al trabajo, se llevó a cabo una reunión donde se explicaron las utilidades de las herramientas biotecnológicas y se discutió sobre diversos aspectos del manejo de los animales.

En general se puede apreciar una favorable disposición a incorporar nuevas tecnologías y los usuarios están conscientes de sus avances y limitaciones. Se tiene cabal conocimiento de la importancia del proceso reproductivo y se comprenden los objetivos del último año en torno a sincronizar los encastes y por ello las pariciones.

La conversación fue positiva, tomando algunos acuerdos para el futuro inmediato y mediato y compartiendo refrigerios y bebidas.

Participaron las siguientes personas:

Sr. Germán Flores Mamani
Sra. Patricia Chura Flores
Sr. Justiniano Mamani
Sr. José Luis Marco
Sr. Crispin Chura Flores

Además participaron por CONAF el Sr. José Luis Urrutia O., El Sr. Jorge Jiménez y el Sr. Walter Calle. Y los profesores Víctor Hugo Parraguez G. Y Luis Alberto Raggi S. De la Universidad de Chile.

La actividad comenzó aproximadamente a las 10 de la mañana y terminó cerca de las 16 horas.

SEGUNDO día de campo, LIMANI, 9 de septiembre de 2003.

Ubicación: 17°47'13,5" S
69°25'36,8" W
4384 m.s.n.m

Se recorrieron 250 kilómetros ida y regreso a Putre

En esta unidad de manejo de la vicuña en semicautiverio resultó particularmente interesante el trabajo dado la especial y favorable acogida del beneficiario. Como no se había interactuado con él se decidió llevar a cabo un manejo, equivalente al que se realiza en Ancara, explicando la metodología y la utilidad de la aplicación de biotecnologías en el proceso reproductivo.

De hecho se calculó la fertilidad del rebaño, la que fue más baja que en Ancara. En el caso de Limani ésta fue de un 60% de hembras gestantes y un 40% de hembras no gestantes.

Con la finalidad de que el usuario participara, se le pidió que previo a la ecografía él realizara una palpación de abdomen y diera su diagnóstico. En el 90% de los casos su diagnóstico coincidió con el resultado de la ecografía, aún cuando el mismo usuario señaló que la "máquina" era más eficiente ya que él no podía diagnosticar cuando los animales se encontraban comenzando su gestación.

Este usuario muestra un gran interés y un gran cariño por la vicuña, siendo su actitud muy positiva para una interacción.

En este caso el manejo de los animales resultó más dificultoso ya que no están acostumbrados al manejo que implica la ecografía.

Al igual que en Ancara la actividad finalizó con una conversación en la que se discutieron los aspectos relacionados con las biotecnologías y el proceso reproductivo, compartiendo refrigerios y bebidas.

Participaron las siguientes personas:

Sr. Juan Flores Mauta

Además participaron por CONAF el Sr. José Luis Urrutia O., El Sr. Jorge Jiménez y el Sr. Walter Calle. Y los profesores Víctor Hugo Parraguez G. Y Luis Alberto Raggi S. De la Universidad de Chile.

La actividad comenzó aproximadamente a las 10 de la mañana y termino cerca de las 14 horas.

Tercer día de campo, CULICULINE, 10 de septiembre de 2003.

Ubicación: 18°03'23,9" S
69°10'51,9" W
4482 m.s.n.m

Se recorrieron 145 kilómetros ida y regreso a Putre

En esta unidad de manejo de la vicuña se presentaron diversas dificultades.

La Primera de ellas está relacionada con la ubicación geográfica de la unidad de manejo, ya que el acceso es muy dificultoso. El camino se encuentra en un bofedal y con el tiempo se ha convertido en el cauce de un pequeño río. De hecho en el retorno uno de los vehículos quedó bloqueado.

La segunda y más importante dificultad dice relación con la realización del día de campo, el que debió llevarse a cabo en un marco teórico debido a que, después de tres horas de intentos fallidos, fue imposible la captura de los animales,

Ello se debe a que hay algunas deficiencias técnicas en el diseño del corral trampa, que impide un adecuado arreo de las vicuñas, además de las condiciones del terreno que dificultan la persecución de las vicuñas.

Por lo anterior y con la finalidad de no estresar innecesariamente a las hembras, se decidió llevar a cabo una explicación en un marco teórico. Lo anterior no es adecuado ya que es muy difícil imaginar La aplicación de herramientas biotecnológicas, sin apoyo práctico y audiovisual.

Por todo lo expuesto y específicamente a estos usuarios se les recomendó la asistencia al Taller del día 25 de noviembre. Además de poner énfasis en la necesidad de incorporarlos a un día de campo en otra unidad en el año 2004.

Cabe destacar la inquietud de los usuarios que se demostraron preocupados por no haber cumplido con los requerimientos del día de campo, por lo que se les explico, dado su interés, que no fue responsabilidad de ellos que el trabajo completo no se pudiese realizar.

Participaron las siguientes personas:

Sr. Isaías Inquiltupa
Sr. Carlos Inquiltupa
Sr. Antonio Inquiltupa

Además participaron por CONAF el Sr. José Luis Urrutia O. Y los profesores Víctor Hugo Parraguez G. Y Luis Alberto Raggi S. De la Universidad de Chile.

La actividad comenzó aproximadamente a las 11 de la mañana y terminó con un refrigerio cerca de las 13 horas.

En total, considerando el viaje ida y vuelta a Arica y los desplazamientos diarios para cada unidad, se recorrieron 991 kilómetros, utilizando 2 vehículos.

Taller (Seminario), 2003.

Dicha actividad se llevó a cabo el día 25 de noviembre en la Hostería Las Vicuñas, e instalaciones del Centro Internacional de Estudios Andinos de la Universidad de Chile (INCAS), en Putre.

En el taller se registraron 22 personas, de acuerdo al informe de asistencia que se adjuntó a FIA con posterioridad al evento.

Se entregó una carpeta con los resúmenes de las exposiciones y además un patrón de determinación del peso corporal por medición del perímetro de tórax.

Taller (Seminario), 2004.

Dicha actividad se llevó a cabo el día 9 de noviembre de 2004 en el Hotel Arica, de acuerdo al Siguiete Programa:

Temario

| | |
|----------------|---|
| 9:00 –9:30 | Inscripción |
| 9:30 – 9:45 | Bienvenida. Palabras del SEREMI AGRICULTURA I Región Sr. Ricardo Porcel. |
| 9:45 – 10:00 | Inauguración Representante Fundación para la Innovación Agraria FIA, Ministerio de Agricultura. Sra. Macarena Vio |
| 10:00 -11:00 | Resultados sobre estrategias de manejo reproductivo en vicuñas en cautiverio: Descripción e Impacto Dr. Víctor. H. Parraguez. Universidad de Chile Aspectos nutricionales y recomendaciones. Dr. Luis. A. Raggi. Universidad de Chile |
| 11:00 – 11:30 | Café |
| 11:30 – 12:00 | Estudios reproductivos en la especie <i>Vicugna vicugna</i> realizados en la Reserva de Laguna Blanca, Catamarca, Argentina. Dr. Marcelo Miragaya. Universidad de Buenos Aires, Argentina |
| 12:00 – 12:30 | Manejo productivo de la vicuña. Dr. José Luis Urrutia. CONAF I Región |
| 12 :30- 13 :30 | ALMUERZO |
| 13:30 – 14:15 | Modelo de intervención manejo de la vicuña en la Región de Tarapacá Sr. Ricardo Porcel. SEREMI de Agricultura, I Región Impacto Social de los planes de manejo de la vicuña en la Región de Tarapacá Sr. Patricio Álvarez. SEREMÍA de Agricultura, I Región Impacto Económico de los planes de manejo de la vicuña en la Región de Tarapacá Sr. Elías Muñoz, SEREMÍA de Agricultura, I Región |
| 14:15 – 14:45 | Perspectivas de la explotación de la vicuña en Chile. Sr. José Luis Galaz. CONAF. |
| 14:45 – 15:00 | CAFÉ |
| 15:00 – 15:30 | Manejo de la Vicuña en Argentina. Dr. Gustavo Rebuffi. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Argentina |
| 15:30 – 16:30 | Conclusiones Sr. Ignacio Briones A. FIA, Ministerio de Agricultura |
| 16:30 | Cierre Representante FIA, Ministerio de Agricultura |

Mayor información

lraggi@uchile.cl

vparragu@uchile.cl

Teléfonos (56-2)-6785530

(56-2)-6785504

El taller se llevará a cabo en la HOSTERIA ARICA

Asistieron 41 personas, entre productores, y representantes del sector público y privado, además de los panelistas. (En anexos se adjunta el listado de participantes).

Se entregó una carpeta con los resúmenes de las exposiciones (se adjunta) y un disco para determinar la fecha probable de parto en vicuñas y ovejas (se adjunta).

6. Problemas enfrentados durante la ejecución del proyecto (legales, técnicos, administrativos, de gestión) y medidas para enfrentar cada uno de ellos.

Técnicos

A la fecha de presentación del primer informe no estaba disponible el equipo de ultrasonografía (ecógrafo) solicitado en bienes de capital, ya que no fue despachado por el proveedor debido a que desde Japón se ha retrasado el envío por no estar en plaza uno de los transductores solicitados (transrectal). La medida correctiva adoptada fue la de conseguir un equipo (en préstamo) para la campaña realizada.

El día de campo correspondiente al sector de Culicculine debió llevarse a cabo en un marco teórico ya que no pudo realizarse la captura de las vicuñas. La solución planteada es su participación en el taller y la incorporación de ellos, para 2004, en otra unidad de manejo, o en la propia de haberse solucionado las falencias técnicas expuestas en el presente informe.

Solamente no se pudo incluir la unidad Limani en los estudios, debido a que no se separaron machos de hembras, aún cuando esto no formaba parte de los objetivos del proyecto, el que sólo contempla la unidad Ankara

En la campaña de Julio de 2004 no se pudo asistir al predio Ancara, aún cuando se realizó el viaje a Arica y Putre, lo anterior se debió a contingencias climáticas que no permitieron llegar al lugar. Se esperó 2 días, sin embargo los caminos interiores se encontraban bloqueados por la nieve. Tal situación se remedió realizando las actividades planificadas a fines de agosto, momento en el que se evaluó la fertilidad del rebaño y la de los grupos en estudio.

Administrativos:

Se presentó un problema relacionado con la cancelación de los honorarios del Sr. Carlos Nassar San Martín, administrador de Areas Silvestres de CONAF, quien tiene a cargo la Coordinación de labores de terreno, captura y formación de módulos en el proyecto. El Sr. Nassar no puede percibir honorarios ya que existiría un problema de probidad para su institución. Se reitemizaron los montos de sus honorarios.

Se solicitaron y se aprobaron reitemizaciones de fondos, la primera orientada a financiar el II taller de la vicuña que se llevará a cabo en Arica, el que contará con la asistencia de invitados nacionales y Argentinos. La segunda reitemización

orientada a financiar el viaje del Dr. Gustavo Rebuffi, quien se desplazará por tierra debido a la cercanía de Arica con su lugar de trabajo en Argentina.

7. Calendario de ejecución (programado = real)

(Nov-Dic 2001):

Previo al inicio de las actividades propuestas en los objetivos, se procederá a realizar el reconocimiento y crotalaje de los animales del módulo, estableciendo las categorías animales y su proporción. Simultáneamente, se realizará un examen ecográfico para determinar la fertilidad inicial del rebaño y el número potencial de crías a obtener en la primera temporada de partos.

(Ene-Mar 2002):

Esta etapa se iniciará con el control de las pariciones, pesaje de madres y crías, sexaje de los recién nacidos y evaluación preliminar de la mortalidad neonatal (0-1 mes de vida). Posteriormente, se procederá al encaste de 100 vicuñas adultas. El encaste tendrá una duración total de 30 días. Al término de este periodo, se procederá a realizar la primera ecografía y extracción de sangre (3 ml) para la determinación de preñez por imagen y su correlación con la concentración plasmática de 17β -estradiol (E_2) y progesterona (P_4), respectivamente. Un mes después, se realizará 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 logran detectar como preñadas durante el primer examen.

(Abr - Dic 2002):

Se realizará ecografías y toma de muestras de sangre cada 2 meses, con el propósito de evaluar los periodos críticos de la gestación, mediante la cuantificación de las pérdidas embriofetales. Además, en cada ecografía de las hembras preñadas, se medirá el diámetro del saco gestacional, la longitud cráneo-caudal de cada embrión y el diámetro biparietal, la altura de tórax y el diámetro mayor del abdomen fetal. Con estas mediciones se establecerá una curva de crecimiento embriofetal en función de la edad gestacional. Estas funciones tienen la importancia de 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. En cada sesión de exámenes, se pesarán las hembras para establecer el efecto de la nutrición sobre la gestación y el crecimiento fetal.

(Ene-Mar 2003):

Se finalizará el estudio de los periodos críticos de la gestación, del crecimiento fetal, peso de recién nacidos y mortalidad neonatal. Se realizará el control de las pariciones con el correspondiente pesaje de madres y crías, determinándose además, el sexo de los recién nacidos y la tasa de mortalidad neonatal. Luego, se encastarán 100 vicuñas adultas durante 30 días, previa aplicación de un "flushing" nutricional, correspondiente al 30% del consumo diario de materia seca (estimado en 1 kg), administrando para ello heno de alfalfa desde 15 días antes de iniciarse el encaste y hasta el final de este procedimiento. Paralelamente, se encastarán 30 vicuñas de 1 año (nacidas en la temporada Dic 2001-Mar 2002). Al término de este periodo, se procederá a realizar la primera ecografía y extracción de sangre (3 ml) para la determinación de preñez en ambos grupos de animales. Un mes después, se realizará un segundo examen ecográfico y extracción de sangre, con el propósito de diagnosticar la preñez en aquellas hembras que fueron

servidas al final del encaste y que no se logran detectar como preñadas durante el primer examen. Todos los animales examinados serán pesados simultáneamente.

(Abr - Dic 2003):

Habiéndose establecido los periodos críticos de la gestación y la relación nutrición-pérdidas embriofetales durante el año 1 del proyecto, se procederá a administrar estratégicamente suplemento nutricional (heno de alfalfa) a las hembras adultas gestantes, con el fin de aumentar la tasa de natalidad y disminuir la tasa de mortalidad neonatal. Los efectos de la suplementación sobre la fertilidad, mantención de la preñez y crecimiento fetal, se cuantificarán mediante el seguimiento de la gestación a través de ecografías y toma de muestras de sangre cada 2 meses, tal como se describió para la etapa 3 del año 1. En el caso en que las hembras de 1 año queden gestantes, se someterán también al protocolo de ecografías y toma de muestras de sangre, para establecer los periodos críticos de la gestación, las pérdidas embriofetales y las curvas de crecimiento fetal en esta categoría animal. Durante esta actividad también se medirá el peso corporal de todas las hembras, para establecer su efecto sobre las variables de la gestación y de la etapa neonatal.

(Ene-Mar 2004):

Se completarán los estudios del año anterior. A continuación, se llevará a cabo el encaste de 100 hembras adultas, a las que se les hará diagnóstico ecográfico de gestación 30 días luego de iniciado el encaste. Todas las hembras diagnosticadas como secas, serán reencastadas por un periodo adicional de 15 días. Paralelamente, se encastarán 30 hembras de 2 años. En un grupo de 20 hembras adultas probaremos el efecto de análogos sintéticos de GnRH (Buserelina, 4 mg i.m.; n=10) y de HCG (300-400 UI i.m.; n=10), para intentar inducir la sincronización de la maduración folicular y ovulación, mejorando la sincronización de los encastes fértiles y, de esta forma, acortar la temporada de pariciones. Luego de los tratamientos, los animales serán encastados sólo por 15 días, para iniciar posteriormente los exámenes de diagnóstico de gestación, tal como se ha descrito previamente.

(Abr - Dic 2004):

Se seguirá el curso de las gestaciones de los animales jóvenes que resulten preñados, mediante ecografía y muestras de sangre cada 2 meses, con el propósito de mejorar la información

(Ene-Mar 2005):

Se finalizará el estudio de los periodos críticos de la gestación, del crecimiento fetal, y se evaluarán los partos de las hembras sometidas a sincronización con diferentes métodos hormonales y de manejo.

No existieron modificaciones respecto de lo planteado originalmente.

Los flujos de ingresos y gastos para cumplir con las etapas planteadas se detallan en el cuadro I.

Cuadro I Ingresos y Gastos proyecto BIOT-01-P-001

| APORTE | FECHA | INGRESOS | GASTOS | SALDO |
|---------|----------|------------|------------|------------|
| 1 | 03-01-02 | 7.410.829 | 2.687.303 | 4.723.526 |
| 2 | 07-06-02 | 6.072.648 | 7.259.397 | 3.536.777 |
| 3 | 29-09-02 | 6.204.972 | 3.417.200 | 6.324.549 |
| 4 | 15-01-03 | 9.394.534 | | 15.719.083 |
| 4 | 25-05-03 | 6.043.314 | 10.732.467 | 11.029.930 |
| 5 | 09-09-03 | 9.565.251 | 12.454.232 | 8.140.949 |
| 6 | 23-01-03 | 16.251.234 | 14.306.918 | 10.085.355 |
| 7 | 25.08-03 | 1.742.950 | 4.709.513 | 7.118.792 |
| | | | | |
| TOTALES | | 65.685.822 | 55.567.030 | 7.118.792 |

8. Difusión de los Resultados

Se envió una publicación de extensión (adjunta copia) a U NOTICIAS, periódico de la Universidad de Chile (circulación con la revista *Ercilla*), para su inclusión en el número de marzo de 2002; pg 18 y 19. Previo al envío de dicha publicación se comunicó a FIA (supervisor del proyecto), vía correo electrónico con fecha 28 de enero de 2002.

Se presento el trabajo Introducción de Tecnologías para el Mejoramiento de la Fertilidad en Vicuñas (*Vicugna vicugna*), Mantenido en Semicautiverio. En el seminario Investigación y Desarrollo en Biotecnología Silvoagropecuaria: Situación Actual Chilena, Llevado a cabo en la Sede CEPAL, Santiago Chile, 18 y 19 de julio de 2002.

Evaluación ultrasonográfica de la gestación en vicuñas (*Vicugna vicugna*), mantenidas en semicautiverio. Parraguez, V.H.; Urrutia, J.L. **Raggi, L.A.** 3er. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos 7-9 de mayo, 2003, Viña del Mar, Chile.

Variación de la concentración plasmática de progesterona en vicuñas (*Vicugna vicugna*) gestantes y no gestantes. **Raggi, L.**^{1,2}. Urrutia, J. L.³. Urquieta, B.¹. Parraguez, V.H.^{1,2}. VII reunión de cátedras de Fisiología Animal, llevada a cabo los días 19 y 20 de junio de 2003 en Río Cuarto, Argentina.

CD que contiene un atlas ecográfico de la gestación en vicuñas.

Se adjuntaron en informes anteriores las memorias de título de:

Catherine Gautier

Marcela Díaz-Vaz

Elizabeth Ellmen
y en este la de Mariela Varas y el anteproyecto de
Nancy Sarabia

Mimeografiado entregado en el Taller "Introducción de tecnologías para el Mejoramiento Reproductivo de la Vicuña mantenida en Semicautiverio, realizado el día 25 de noviembre de 2003 en Putre, Chile.

Huincha patrón, perímetro de tórax – peso vivo en la vicuña, entregado a los asistentes del Taller "Introducción de tecnologías para el Mejoramiento Reproductivo de la Vicuña mantenida en Semicautiverio, realizado el día 25 de noviembre de 2003 en Putre, Chile.

Publicación en U-Noticias (periódico interno de la Universidad de Chile) Noviembre de 2003, respecto de las características del proyecto BIOT-01-P-001.

Se adjuntó escrito "REPRODUCCION EN LA VICUÑA", de Luis A. Raggi y Víctor H. Parraguez, capítulo de un libro presentado a FIA para su edición. El título del libro será "Técnicas de Manejo Productivo de la Vicuña en Chile. Editor José Luis Galáz.

Muestra del compendio, con mimeografiado de una de las presentaciones "Aspectos del Manejo Nutricional de la vicuña en Cautiverio, Raggi, L.A.; Parraguez, V.H. Dicho documento fue entregado a los participantes al Taller Biotecnologías Reproductivas en la vicuña: Una herramienta para el desarrollo y la competitividad productiva, que se llevó a cabo el 9 de Noviembre de 2004 en Arica.

Disco para la estimación de la fecha probable de parto (ovino y vicuña; aunque también aplicable a llama y alpaca), instrumento de medición que fue entregado en el Taller Biotecnologías Reproductivas en la vicuña: Una herramienta para el desarrollo y la competitividad productiva, que se llevó a cabo el 9 de Noviembre de 2004 en Arica, Chile. (La inclusión del ovino se conversó con el Sr. Supervisor del proyecto y tiene la finalidad de aumentar la utilidad del disco a una especie de amplia difusión en el altiplano de la I Región).

Díptico con presentación y programa del Taller Biotecnologías Reproductivas en la vicuña: Una herramienta para el desarrollo y la competitividad productiva, que se llevó a cabo el 9 de Noviembre de 2004 en Arica.

Tasa inicial de preñez y natalidad en vicuñas mantenidas en cautiverio en el altiplano chileno

RAGGI, L.A., PARRAGUEZ, V.H.

IV Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. 18 – 20 de mayo, Curitiba – Paraná – Brasil.

Concentración plasmática de progesterona durante la gestación en vicuñas en cautiverio en el altiplano chileno

URQUIETA, B.; PARRAGUEZ, V. H.; GAUTIER, C.; RAGGI, L. A.

IV Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. 18 – 20 de mayo, Curitiba – Paraná – Brasil.

GASES Y ELECTROLITOS SANGUÍNEOS EN VICUÑAS MANTENIDAS A 4.500 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

PARRAGUEZ, V.H., ATLAGICH, M.A., RAGGI, L. A.

IV Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. 18 – 20 de mayo, Curitiba – Paraná – Brasil.

9. Impactos del Proyecto.

Impacto planteado en el proyecto

El papel social de los camélidos en el altiplano de la I Región es indiscutible y por ello cualquier intento en mejorar y expandir las explotaciones ganaderas redundará en un beneficio para los habitantes del altiplano. El proyecto planteado por nosotros se basa en este principio, abordando los aspectos reproductivos y el mejoramiento de ellos mediante la introducción de tecnologías, toda vez que a través de los canales de difusión propuestos, servirá para capacitar a los diferentes actores en el manejo reproductivo en el manejo reproductivo de los pequeños rumiantes en general.

Se cumplió con lo esperado ya que se abordaron los temas reproductivos y se obtuvieron importantes avances en el conocimiento de las características reproductivas de la especie.

Impactos Logrados

Se establecieron las tasas de gestación por edad de la hembra y tasa gestación del rebaño.

Se pudo construir, por primera vez para la especie vicuña una curva de medidas morfométricas fetales relacionadas con la edad gestacional.

Se pudo establecer un peso crítico para que las hembras ingresen al encaste (40 kilos), independiente de su edad.

Se establecieron las concentraciones de progesterona plasmática durante toda la gestación y su variación en hembras que abortan.

Se pudo establecer que la conducta reproductiva de la vicuña no se altera por los diferentes manejos usados en cautiverio, como tampoco se exhiben variaciones importantes al tratarlas con hormonas inductoras de la ovulación. No se observaron alteraciones al separar hembras de machos por lo que se pueden implementar manejos similares a los que se realizan en explotaciones eficientes de camélidos domésticos.

Se identificaron los periodos críticos de la hembra gestante y se implementaron medidas de manejo nutricional orientadas a incrementar la eficiencia reproductiva.

Impacto planteado en el proyecto

Se propusieron en este proyecto (seminarios, días de campo), plantea la participación de la mayor cantidad posible de ganaderos de las provincias de Parinacota y General Lagos.

Impactos Logrados

Se realizaron con mucho éxito días de campo y 2 talleres orientados a difundir los avances en reproducción de la vicuña. Se invitaron especialistas extranjeros y se logró convocar a un importante número de actores.

Se pudo conocer las experiencias Argentinas en el tema y se confeccionaron dos instrumentos que facilitan el pesaje de las vicuñas a través de la medición del perímetro torácico y un disco que permite calcular la fecha probable de parto.

Impacto planteado en el proyecto

Actualmente la explotación de camélidos en el altiplano se realiza en base a conocimientos ancestrales, que no siempre producen un efecto positivo..

Impactos Logrados

En nuestros estudios ha quedado de manifiesto que la fertilidad es mucho mayor que la citada en la literatura y los índices de natalidad se mantienen altos, siendo el mayor problema la mortalidad de las crías por el efecto de predadores.

La detección precoz de gestación y el monitoreo de la misma en diferentes periodos de la gestación, permitió establecer cuales son los periodos críticos y sugerir medidas técnicas que permitan mejorar los rendimientos y aumentar la producción.

Nuestro proyecto permitió acercar la alta tecnología a productores que usan técnicas ancestrales y permitió conocer muchos aspectos desconocidos de la conducta reproductiva de la vicuña en cautiverio.

10. Conclusiones y Recomendaciones

- Las hembras vicuñas adultas mantenidas en semicautiverio en el predio Ancara muestran una alta fertilidad. Superior a lo reportado por otros autores para la especie.
- Las hembras menores de dos años muestran una alta tasa de aborto, lo que podría indicar una mayor susceptibilidad a periodos ambientales y nutricionales críticos.

- Los niveles plasmáticos de progesterona corresponden a la condición reproductiva de las hembras evaluadas mediante ultrasonografía transrectal.
- Los manejos de arreo y captura, pesaje y medición de los animales, esquila, inoculación de fármacos, obtención de muestras de sangre, ecografías, llevadas a cabo con las precauciones que requiere el manejo de una especie silvestre, no afectan la condición reproductiva de las hembras mantenidas en semicautiverio.
- La ultrasonografía transrectal y la medición de esteroides ováricos maternos son aplicables a la especie vicuña (*Vicugna vicugna*), siendo metodologías no invasivas, rápidas y que no pone en riesgo la vida del animal.
- Las medidas morfométricas fetales, diámetro biparietal, altura de tórax y diámetro abdominal, son herramientas confiables para estimar la edad gestacional en vicuña ya que tienen un alto coeficiente de correlación (> 0.90).
- La medida lineal que permite la mejor estimación de la edad gestacional en vicuñas es el diámetro biparietal (95% de confiabilidad).
- La etapa de mayor facilidad para obtener las diferentes mediciones morfométricas fetales corresponde a los 150 primeros días de gestación, para obtener adecuadas imágenes ecográficas.
- El Perímetro Torácico es la medida morfométrica que mejor se correlaciona con Peso Corporal, presentando un coeficiente de correlación de 0.8705.
- La medida morfométrica que mejor estima Peso Corporal es el Perímetro Torácico, y la ecuación que se utiliza para estimarlo es: $PT = 40.22 + 1.451 * P.C.$
- La Altura a la Cruz presenta un coeficiente de correlación significativo ($r^2 = 0.6592$; $p < 0.0001$), pero no lo suficiente para superar al P.T.
- Las medidas Perímetro Abdominal y Largo de Cuerpo, aunque son estadísticamente significativas, no son factibles de utilizar como estimadores de Peso Corporal.
- Existe una favorable acogida de las personas a reuniones como el día de campo, el que presenta ventajas en términos de dedicar un tiempo a la interacción y presentación de ideas, respecto del trabajo realizado.

- La suplementación nutricional con heno de alfalfa previo al encaste y durante éste, no produjo un efecto estadísticamente significativo sobre la tasa de concepción o menor mortalidad embrionofetal en vicuñas mantenidas en semicautiverio. Sin embargo, la tendencia de los datos sugiere un efecto beneficioso de la suplementación. Se sugiere repeticiones de los ensayos con un mayor número de casos.
- La suplementación con heno de alfalfa, dada como “flushing” no produjo un efecto estadísticamente significativo en el peso corporal de los animales. La tendencia de los datos sugiere un efecto beneficioso de la suplementación. Se sugiere repeticiones de los ensayos con un mayor número de casos.
- Vicuñas que logran un mayor peso corporal al inicio de la gestación, tienen un menor porcentaje de abortos en las épocas de menor oferta de forraje por parte de los bofedales.
- La suplementación alimentaria estratégica durante la gestación, no produjo diferencias estadísticamente significativas en el número de abortos, entre las vicuñas tratadas y el grupo control, aunque la presentación de abortos fue mayor en las hembras no suplementadas.
- La suplementación con heno de alfalfa, otorgada durante dos meses en la gestación, produjo un incremento en el peso corporal de las vicuñas suplementadas.
- Se observa una disminución de los pesos corporales entre julio y noviembre, tendencia que también se observa en las concentraciones plasmáticas de progesterona.
- Las hembras de menor peso corporal se preñan más tardíamente.
- Las hembras sincronizadas naturalmente (recién paridas), muestran mayor fertilidad que aquellas tratadas con hCG y GnRH.
- El periodo de gestación en las hembras en que fue posible registrar el parto corresponde al señalado para la especie por otros autores.
- El peso promedio al nacimiento es de aproximadamente 6 kilos.
- La edad y el peso corporal están relacionadas entre sí ($r^2 = 0,521$) y tienen influencia positiva en la tasa de concepción, así como en la mantención de la gestación.
- La edad y peso corporal (en hembras fértiles), se correlaciona positivamente con las concentraciones plasmáticas de progesterona.

- Concentraciones plasmáticas de progesterona de 5 nmol/L son indispensables para la mantención de la gestación.
- La condición corporal es fundamental para asegurar la fecundidad y la mantención de la preñez, siendo un peso corporal de $40 \pm 0,5$ kg.
- En la mayoría de los abortos observados el peso de las hembras fue menor que aquellas que mantuvieron la gestación.
- El grupo tratado con GnRH mostró una alta tasa de gestación (90,9%), lo que indicaría que este tipo de tratamiento hormonal podría utilizarse como herramienta biotecnológica en el manejo reproductivo de la vicuña.
- La tasa de gestación no se vio afectada por la separación de machos y hembras en forma previa al encaste. Lo anterior demuestra que intervenir la estructura social del grupo familiar no afecta la reproducción, toda vez que podría utilizarse en forma eficiente como medida de manejo para sincronizar los encastes y las pariciones. Se debe cautelar la relación macho hembra que en ningún caso debe ser inferior a 1 macho por cada 10 hembras

11. ANEXOS

Concentraciones de estrógeno (E2 nmol/L)

| E2 [nmol/L] | | | | | | pág. 1 |
|-------------|--------|--------|--------|----------|--------|-------------|
| | Abr-02 | Jun-02 | Ago-02 | Oct-02 | Ene-03 | Diagnóstico |
| N002 | ND (0) | ND (0) | ND (0) | ND (0) | xxx | |
| N003 | 0,005 | ND (0) | ND (0) | 0,006 | ND (0) | |
| N004 | 0,046 | ND (0) | ND (0) | 0,207 | 0,011 | |
| N005 | 0,090 | ND (0) | 0,008 | 0,030 | xxx | |
| N006 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx | |
| N012 | ND (0) | 0,015 | ND (0) | 0,000 | 0,008 | |
| N017 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx | |
| N018 | ND (0) | ND (0) | xxx | xxx | 0,076 | |
| N019 | ND (0) | ND (0) | 0,002 | 0,027 | 0,001 | |
| N022 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx | |
| N023 | 0,082 | xxx | ND (0) | xxx | 0,208 | |
| N024 | ND (0) | 0,001 | xxx | xxx | 0,329 | |
| N025 | 0,018 | ND (0) | 0,001 | ND (0) | ND (0) | |
| N026 | 0,179 | 0,010 | ND (0) | 0,037 | 0,008 | |
| N027 | 0,099 | ND (0) | 0,015 | 0,231 | 0,079 | |
| N028 | xxx | xxx | xxx | xxx | 0,056 | |
| N039 | 0,038 | 0,003 | ND (0) | 0,075 | 0,014 | |
| N044 | ND (0) | ND (0) | ND (0) | 0,155 | xxx | |
| N053 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | 0,036 | |
| N054 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx | |
| N079 | xxx | ND (0) | xxx ? | ND (0) ? | xxx | |
| N080 | xxx | ND (0) | ND (0) | ND (0) | xxx | |
| N085 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx | |

| | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| N192 | ND (0) | 0,005 | ND (0) | xxx | 0,166 |
| N194 | 0,026 | ND (0) | ND (0) | ND (0) | 0,176 |
| N201 | 0,024 | ND (0) | ND (0) | 0,029 | ND (0) |
| N205 | xxx | 0,005 | ND (0) | ND (0) | 0,032 |
| S/C | 0,200 | ND (0) | 0,005 | ND (0) | 0,227 |

E2 [nmol/L]

pág. 2

| | Abr-02 | Jun-02 | Ago-02 | Oct-02 | Ene-03 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C11 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx |
| C16 | ND (0) | xxx | xxx | xxx | xxx |
| C29 | | ND (0) | ND (0) | ND (0) | |
| V004 | xxx | ND (0) | ND (0) | ND (0) | xxx |
| V010 | ND (0) | ND (0) | ND (0) | ND (0) | xxx |
| V023 | xxx | ND (0) | xxx | ND (0) | xxx |
| V028 | xxx | xxx | 0,003 | xxx | xxx |
| V032 | xxx | 0,014 | 0,003 | 0,005 | xxx |
| V192 | xxx | xxx | 0,045 | xxx | xxx |

ND (0) = No detectable por [baja]

xxx = No hay muestra



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

REGISTRO DE PARTICIPANTES

| N° | Nombre | Ciudad | Institución/Organización (cargo) | Fono | Mail |
|----|-----------------------|-----------|-------------------------------------|--------------|---------------------|
| 1. | Luis Alberto Raggi | Santiago | Universidad de Chile | 678 55 30 | lraggi@uchile.cl |
| 2. | Víctor Hugo Parraguez | Santiago | Universidad de Chile | 678 55 48 | vparragu@uchile.cl |
| 3. | Macarena Vio | Santiago | F I A | 234 00 94 | Mvio@fia.gob.cl |
| 4. | Ignacio Briones | Santiago | F I A | 234 00 94 | lbriones@fia.gob.cl |
| 5. | Marcelo Miragaya | Argentina | U. Buenos Aires | 541145248425 | Mmirag@fvet.uba.ar |
| 6. | José Galaz | Santiago | CONAF | 390 03 01 | Jgalaz@conaf.cl |

Arica, 9 de Noviembre de 2004



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

| N | Nombre | Ciudad | Institución/Organización | Fono | Mail |
|----------|------------------|---------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 7. | Leonel Blanco | Caquena | San Juan | 90 715985 | |
| 8. | Olga Aros | Putre | S A G | 94925109 | <u>Oarosdom@yahoo.com</u> |
| 9. | Leonardo Turra | Arica | S A G | 9 919 02 73 | proyectovicuna@sag. gob.cl |
| 10. | Celestino Blanco | Caquena | Achacala | 226 772 | |
| 11. | Ausenio Caris | | | 9 318 72 41 | acaris_@hotmail.com |
| 12. | Gustavo Rebuffi | Argentina | I N T A | 038 74 318 452 | grebuffi@correo.inta.go v.or |
| 13. | Diego Amendolara | Argentina | U. de Pretoria | 541 147 978 857 | damendolara@hotmail. com |

Arica, 9 de Noviembre de 2004



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

| N° | Nombre | Ciudad | Institución/Organización | Fono | Mail |
|-----|--------------------|------------|-----------------------------|-------------|----------------------|
| 14. | Andrea Flores | Challapujo | Seremia | 21 21 34 | |
| 15. | Lucila Moreno | Visviri | Municipalidad General Lagos | 9-375 78 42 | lmoreno@udec.cl |
| 16. | Jacqueline Madueño | Culiculine | CONAF | 216 426 | Shisukr@hotmail.com |
| 17. | Elena Inquiltupa | Culiculine | CONAF | 216 426 | |
| 18. | Jorge Herreros | | CONAF | 201 211 | Jlantund@hotmail.com |
| 19. | Jorge Jiménez | | CONAF | 201 223 | jjimenezs@utr.net |
| 20. | Agustín Caris | Lauca | Manejo Vicuña | 219 332 | |

Arica, 9 de Noviembre de 2004



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

| N° | Nombre | Ciudad | Institución/Organización | Fono | Mail |
|-----|--------------------|-----------|--|-------------|------|
| 21. | Fernando Gutierrez | Lagunilla | Unidad Productiva Lagunilla | 243 034 | |
| 22. | Ricardo Porcel | Arica | SEREMI | | |
| 23. | Teodora Castro | Surire | Sociedad Surire | 265 248 | |
| 24. | Rosalía Gutiérrez | Caquena | Comunidad Lagunilla | 9-627 69 54 | |
| 25. | Yocelyn Choque | Caquena | Comunidad lagunilla | 9-627 69 54 | |
| 26. | Leonel Quintana | Tarapacá | CONAF | 201 201 | |
| 27. | Sofía Yucra | Lagunilla | Proyecto Vicuña Comunidad Lagunilla | 243 331 | |

Arica, 9 de Noviembre de 2004



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

| N° | Nombre | Ciudad | Institución/Organización | Fono | Mail |
|-----|----------------------|--------|--------------------------|-------------|---------------------------|
| 28. | Gloria Castro Castro | Surire | Comunidad Surire | 213 746 | gcastro@ute.cl |
| 29. | Juan Flores | Limani | | | |
| 30. | Manuel Vergara | Putre | S O S | 221 602 | kaos22@latinmail.com |
| 31. | Alexis Flores | Ankara | Unidad Ankara | 9-804 98 73 | alex_flores24@hotmail.com |
| 32. | Elías Muñoz | Arica | Seremi Agricultura | 9-939 42 95 | eliasmuñoz@entelchile.net |
| 33. | Manuel Toro Torres | Putre | Consejal Putre | 226 367 | |
| 34. | Patricio Alvarez | Arica | Sremi Agricultura | 232 911 | Palvarez@minagri.gob.cl |

Arica, 9 de Noviembre de 2004



TALLER
BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN LA VICUÑA.
Una herramienta para el desarrollo y competitividad productiva
9 de Noviembre 2004 ARICA-Chile

| N° | Nombre | Ciudad | Institución/Organización | Fono | Mail |
|-----|--------------------|-----------|--|-------------|--------------------------|
| 35. | Johana Guerrero | Arica | CONAF | 201 208 | Jcguerre@conaf.cl |
| 36. | Anibal Humire | Arica | Seremi | 232 911 | ahumire@minagri.gob.cl |
| 37. | Carlos Nassar | Arica | CONAF | 201 216 | cnassar@conaf.cl |
| 38. | Abraham Quelopana | Putre | Municipalidad Putre | 9-282 73 85 | aquelopana@latinmail.com |
| 39. | Romulo Aplazablanc | Caquena | Universidad Tarapacá (estudiante) | 220 456 | |
| 40. | José Luis Urrutia | Arica | CONAF | 248 012 | |
| 41. | Sergio Choque | Lagunilla | Comuna Lagunilla, Proyecto Vicuña Silvestre | | |

Arica, 9 de Noviembre de 2004

12. Bibliografía consultada

- **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.
- **ABECIA, J.A.**; LOZANO, J.M.; FORCADA, F.; ZARAZAGA, L. 1997. Effect of level of dietary energy and protein on embryo survival and progesterone production on day eight of pregnancy in Raza Aragonesa ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 48:209-218.
- **ACEITUNO, P.** 1993. Aspectos generales del clima en el altiplano sudamericano. En: *El Altiplano, Ciencia y Conciencia de los Andes, Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos.* pp. 63-69
- **ÁLVAREZ, P.J.** 1999. La alimentación y la reproducción.[en línea]. *El mundo ganadero.* <<http://www.eumedia.es/articulos/mg/114aliment.htm>> [consulta: 11-07-2004].
- **ANDRADE, A.R.** 1994. Crecimiento entre nacimiento y destete de terneros Normando y cruza Hereford por Normando en la zona de Curacautín. Tesis Ing. Agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Fac. Cs. Agrarias. 108 p.
- **BOLAND, M.P.**; **LONERGAN, P.**; **O'CALLAGHAN, D.** 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology* 55:1323-1340.
- **BONACIC, C.**, 2000. Dinámica poblacional de la vicuña (*Vicugna vicugna*) y determinación de la capacidad de carga en la provincia de Parinacota-Chile. En: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Actas del seminario internacional realizado en la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 18 y 19 de Noviembre de 1998. Ministerio de Agricultura, FIA . pp. 93-95.
- **BRAVO, W.** 1992. La fase folicular del ciclo ovárico y la respuesta de la glándula pituitaria a la copula repetida en la alpaca. *Allpak`a*, revista de investigaciones sobre camélidos sudamericanos. 2 (1).
- **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.
- **BRAVO, W.** 1994. Reproductive endocrinology of llamas and alpacas. Vet. Cli. of North America. (Food and Animal Practice) 10(2): 265-279.
- **BRIONES, A. I.** 1987. Los camélidos sudamericanos domésticos. Rev. Próxima década. Junio. (57): 8-11.
- **CACERES 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.
- **CAPEN, C.C.;** MARTIN, S.L. 1991. Glándula hipófisis. En: McDonald. Endocrinología Veterinaria y Reproducción. 4ª ed. Editorial Interamericana McGraw-Hill. Attampa, México. pp. 18-39.
- **CASANOVA, G.**, 2003. Sistematización de las opiniones y discusiones sostenidas en la mesa redonda. En: Taller "Introducción de tecnologías para el mejoramiento reproductivo de la vicuña mantenida en semicautiverio". Putre, Chile. 25 de noviembre de 2003. Gobierno de Chile, FIA, *UP-Nº0082*.
- **CASTELLARO, G.;** GAJARDO, C.; PARRAGUEZ, V.; ROJAS, R.; RAGGI, L. 1998. Productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos en un sector de la provincia de Parinacota, Chile: I. Variación estacional de la composición botánica, disponibilidad de materia seca, valor pastoral y valor nutritivo de los bofedales. Agric. Tec. 58: 191-204.
- **CITES (CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE).** 2003. Base de datos de especies de la CITES. [en línea]. <<http://www.cites.org/esp/resources/species.html> > [consulta: 23-12-03]
- **CORNEJO, V.** 1964. Determinación de la digestibilidad de heno de alfalfa, cosechado en diferentes estados de madurez. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 73 p.
- **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.

- **COX, N.M.;** STUART, M.J; ALTHEN, T.G.; BENNET, W.A.; MILLER, H.W. 1987. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *J. Anim. Sci.* 64: 507-516.
- **CUMMING, I.A.** 1972. The effect of nutritional restriction on embryonic survival during the first three weeks of pregnancy in the perendale ewes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 9:199-203.
- **CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES (CITES).** 2002. Décimo segunda reunión de la conferencia de las partes [en línea].
< <http://www.cites.org/esp/cop/12/prop/index.shtm> >
[consulta: 20-09-2004].
- **DE CAROLIS, G.** 1987. Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en bofedal de Parinacota. Memoria Título Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 261 p.
- **DOBSON, H.; TEBBLE, J.E; SMITH, R.F; WARD, W.R.** 2001. Is stress really important?. *Theriogenology* 55: 65-73.
- **ELIZALDE, V.;** HARGREAVES, B.; WERNIL, K. 1996. Conservación de forrajes. En: Ruiz, N. Praderas para Chile. 2ª Edición. INIA. Santiago, Chile. Pp. 396- 426.
- **ELLMEN, E.** 2004. Efecto de la suplementación alimentaria estratégica sobre la eficiencia reproductiva en vicuñas mantenidas en semicautiverio. Memoria de título Médico Veterinario. Fac. de ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- **ESPINDOLA, A.M. Y ROJAS, R.** 2001. Comercialización de la fibra. En: Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica. J.L. Galaz y G. González (Ed.), Actas del I Seminario Internacional Aprovechamiento de la fibra de vicuña en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Arica, Chile pp. 158-164.
- **FERNANDEZ-BACA, S.** 1971. La alpaca, Reproducción y Crianza. Centro de Investigación, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Boletín de divulgación n° 7. Lima , Perú. 43 p.
- **FERNANDEZ-BACA, S.** 1975. La cría de alpacas en los andes altos. *Revista mundial de Zootecnia.* (14): 1-8.

- **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., 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.** 1970. La alpaca, reproducción y crianza. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Universidad Mayor de San Marcos de Lima. Perú. Ministerio de Agricultura N° 7, 43 p.
- **FERNÁNDEZ-BACA, S.** 1993. Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. Anim. Reprod. Sci., 33: 307-323
- **FERNÁNDEZ-BACA, S.,** 1971. La alpaca, reproducción y crianza. Ministerio de Agricultura. Universidad Mayor Nacional de San Marcos. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Lima, Perú. Boletín de Divulgación N° 7, 14-23.
- **FERNANDEZ-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.
- **FOWLER, M.E.** 1989. Medicine and surgery of South American Camelids. Ames, State Iowa, University Press, 391 p.
- **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.
- **FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA).** 2000. Camélidos en Chile, situación actual y perspectivas. 58 p.
- **GAJARDO, C.** 1996. Descripción de los bofedales de un sector de Parinacota y su relación con la productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos

domésticos. Tesis Med. Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 130 p.

- **GALAZ, J. L. Y URQUIETA, B.** 1996. Ecología de la especie. En: Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica, Actas del I Seminario Internacional Aprovechamiento de la fibra de vicuña. Arica, Chile. 27-29 noviembre 1996. pp. 74-90.
- **GALAZ, J. L. Y URQUIETA, B.** 2001. Ecología de la especie. En: Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica.. J.L. Galaz y G. González (Ed.), Actas del I Seminario Internacional Aprovechamiento de la fibra de vicuña en los andes de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Arica, Chile pp. 74-90.
- **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.
- **GANONG, W.F.** 2000. Fisiología Médica. 17ª ed. Editorial El Manual Moderno. México, Santa Fé de Bogotá. Pp. 439-469.
- **GARCÍA, G.** 2000. Como aumentar la producción de carne ovina. [en línea]. Revista del Campo, Diario El Mercurio n° 1240. <<http://www.agronomía.uchile.cl/extención/publicacióndeextención/26/htm> > [consulta: 28-09-2004].
- **GARCIA, A.,** 1994. Estacionalidad reproductiva de la vicuña: variaciones morfológicas y citológicas vaginales post administración de GnRH en hembras no gestantes. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 84p.
- **GAUTIER, C.** 2004. Gestación en vicuñas: fetometría, ecografía y esteroides ováricos maternos. Memoria de título Médico Veterinario Fac. de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- **GAZITÚA, F.; CORRADINI, P.; FERRANDO, G.; RAGGI, L.; PARRAGUEZ, V.,** 2001. Prediction of gestacional age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). Anim. Reprod. Sci. 66:81-92.
- **GLADE, A.** 1982. Antecedentes Ecológicos de la vicuña (*Vicugna vicugna molina*) en el Parque Nacional Lauca I Región, Chile. Tesis Med. Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 100 p.
- **GLADE, A.** 1993. (Ed.) Libro rojo de los vertebrados terrestres chilenos. Corporación Nacional Forestal. Santiago (CONAF). Santiago, Chile. 65 p.

- **GLADE, C.** 1982. Antecedentes ecológicos de la vicuña (*Vicugna vicugna molina*) en el parque nacional Lauca, I Región, Chile. Memoria Título Médico

- **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 las Naciones Unidas para el Desarrollo. Santiago, Chile.

- **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.

- **GONZALEZ 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.

- **GUNN, R.G.** 1983. The influence of nutrition on the reproductive performance of ewes. Sheep Produc. pp. 99-110.

- **HAFEZ, E.S.E.,** 1993. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª ed. Interamericana McGraw-Hill. México DF, México. pp. 55-78.

- **HEASMAN, L.; CLARKE, L.; STEPHENSON, T.J.; SYMONDS, M.E.** 1999. The influence of maternal nutrient restriction in early to mid-pregnancy on placental and fetal development in sheep. Proc. Nutr. Soc. 58: 283-288.

- **HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C.** 1991. Metodología de la investigación. 2º ed. Editorial McGraw- Hill Interamericana de México, Naucalpan de Juárez de México. pp 375-400.

- **HOCES, R.** 1998. Estado actual y perspectiva del mercado de fibra de vicuña. En: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Santiago, Chile. 18-19 Noviembre 1998. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) - Ministerio de Agricultura, Chile. pp. 223- 232.

- **HOCES, R.** 2000. Estado actual y perspectiva del mercado de fibra de vicuña. En: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. González et al (Ed) pp. 223-232.

- **HOFMANN, R.K.; OTTE, K.; PONCE, C.J.; RIOS, M.A.** 1983. El manejo de la vicuña silvestre. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. Eschborn, Alemania. 698 p.
- **HOLST, P.J.; ALLAN, C.J.; GILMOUR, A.R.** 1992. Effects of a restricted diet during mid pregnancy of ewes on uterine and fetal growth and lamb birth weight. *Aust. J. Agric. Res.* 43: 315-324.
- **HOLST, P.J.; KILLEN, I.D.; CULLIS, B.R.** 1986. Nutrition of the pregnant ewe and its effect on gestation length, lamb birth weight and lamb survival. *Aust. J. Agric. Res.* 37: 647-655.
- **HERNANDEZ, M.,** 1994. Caracterización de los niveles plasmáticos de 17B estradiol y progesterona pre y post administración de GnRH sintética en vicuñas no gestantes, en dos periodos del año. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 47p.
- **INQUILTUPA, C.,** 2003. La importancia de la vicuña para el desarrollo con identidad de las comunidades aymaras. En: Plan Nacional de Conservación y Manejo de la Vicuña (*Vicugna vicugna* Molina, 1972) en Chile. Arica, Chile. 27,28 y 29 de noviembre de 2002. Gobierno de Chile, SAG - Proyecto Vicuña. pp. 75-77.
- **JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E.S.E.** 1996. Gestación, fisiología prenatal y parto. En: Hafez, E.S.E. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª ed. Interamericana McGraw-Hill. México DF, México. Pp. 203-224.
- **JIMENO, V.; CASTRO, T.; REBOLLAR, P.G.** 2001. Interacción nutrición-reproducción en ovinos de leche. En: XVII curso de especialización FEDNA. 2002. España. Dpto. Producción Animal, EUITA. Facultad de Veterinaria, UCM. Consultas y Servicios Agroalimentarios, S.L. s.p.
- **KHIREDDINE, B.; GRIMARD, B.; PONTER, A.A.; PONSART, C.; BOUDJENAH, H.; MIALOT, J.P.; SAUVANT, D.; HUMBLLOT, P.** 1998. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology* 49: 1409-1423.
- **KOTT, R.** 2002. Montana farm flock sheep production handbook. [en línea]. *Animal & Range Science.* pp. 23-27. <http://animalrangeextension.montana.edu/Articles/Sheep/Flock%20Handbook>> [consulta: 29-01-2003].
- **KWONG, W.Y.; WILD, A.E.; ROBERTS, P.; WILLIS, C.; FLEMING, T.P.** 2000. Maternal undernutrition during the preimplantation period of rat development

causes blastocyst abnormalities and programming of postnatal hypertension. *Development* 127: 4195-4202.

- **LANINO, I.** 1977. Antecedentes de las explotaciones ganaderas en Islugas. Centro Isluga de investigaciones Andina, Univ. del norte. Iquique, Chile. 148 p.
- **LEON, J.; SMITH, B.; TIMM, K.** 1989. Growth characteristics of the llama (*Lama glama*) from birth to 12 months old. *Veterinary Research*. (125): 644-645.
- **LEYVA, V.; SUMAR, J.** 1984. Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpacas de un año de edad. Actas IV Conv. Int. Sobre Camélidos Sudamericanos, Corp. Nac Forestal, Inst. Patagonia, Punta Arenas, Chile 1.
- **LOPEZ, A.; RAGGI, L.A.** 1992. Requerimientos nutritivos de camélidos sudamericanos: Llamas (*Lama glama*) y Alpacas (*Lama pacos*). *Arch. Med. Vet.* 24: 121-130.
- **MARIANA, J.C.; MONNIAUX, D.; DRIANCOURT, M.A.; MAULEN, P.** 1991. Folliculogenesis. *Reprod. Dom. Anim.* 119-171 (citado por Siddiqui, M.A.R.; Shamsuddin, M.; Bhuiyan, M.M.U.; Akbar, M.A.; Kamaruddin, K.M. 2002. Effect of feeding and body condition score on multiple ovulation and embryo production in Zebu cows. *In: Reprod. Dom. Anim.* 37: 37-41).
- **MARTINEZ DE ACURERO, M.; MAZZARRIL, G.; RODRIGUEZ, H.; QUINTANA, H.; CHICCO, C.F.** 1986. Suplementación energética y proteica pre-servicio en ovejas west african. *Zootecnia Tropical* 4: 19-28.
- **McCRABB, G.J.; EGAN, A.R.; HOSKING, B.J.** 1992. Maternal undernutrition during mid pregnancy in sheep: variable effects on placental growth. *J. Agric. Sci., Cambridge*. 118: 127-132.
- **MIRAGAYA, M.H.; ABA, M.A.; CAPDEVIELLE, M.S.; FERRER, M.S.; CHAVES, M.G.; RUTTER, B.; AGÜERO, A.** 2004. Follicular activity and hormonal secretory profile in vicuña (*Vicuña vicuña*). *Theriogenology* 61: 663-671.
- **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.
- **MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; BLACHE, D.; MARTIN, G.B.; SCARAMUZZI, R.J.** 2002. Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anoestrous sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction* 124: 721-731.

- **NOVOA, C.**, 1991. Fisiología de la reproducción de la hembra. En: Fernandez-Baca, S. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. pp. 92-101.
- **NOVOA, C.** 1991. Fisiología de la reproducción de la hembra. En: S. Fernández-Baca (Ed.). Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO. Santiago, Chile. pp. 91-109.
- **NOVOA, M. Y FLORES, A.** 1991. Producción de rumiantes Menores, Alpaca. Lima, Perú. 359 p.
- **NOVOA, C.; FERNÁNDEZ-BACA, S.; SUMAR, J.; LEIVA, V.** 1972. Pubertad en la Alpaca. Revista de investigación pecuaria (IVITA). U.N.M.S.M. 1 (1):25-29
- **O'CALLAGHAN, D.; YAAKUB, H.; HYTTEL, P.; SPICER, L.J.; BOLAND, M.P.** 2000. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. J. Reprod. Fertil. 118: 303-313.
- **OSGERBY, J.C.; WATHES, D.C.; HOWARD, D.; GADD, T.S.** 2002. The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth. J. Endocrinol. 173: 131-141.
- **OSGERBY, J.C.; GADD, T.S.; WATHES, D.C.** 2003. The effect of maternal nutrition and body condition on placental and foetal growth in the ewe. Placenta 24: 236-247.
- **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.; THÉNOT, M.; LATORRE, E.; FERRANDO, G. Y RAGGI, L.A.** 2003. Milk composition in alpaca (*Lama pacos*): comparative study in two regions of Chile. Archivos de Zootecnia. 52 (200):1-8.
- **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.
- **PARRAGUEZ, V.; CORTÉZ, S.; GAZITÚA, F.; FERRANDO, G.; MACNIVEN, V.; RAGGI, L.,** 1997. Early pregnancy diagnosis in alpaca (*Lama pacos*) and llama (*Lama glama*) by ultrasound. Anim. Reprod. Sci. 47:113-121.

- **POLLARD, J.C.; LITTLEJOHN, R.P. Y SCOTT, I. C.** 1994. The effects of mating on the sexual receptivity of female alpacas. *Animal Reproduction Science*. 34 (1994):289-297.
- **RAGGI, L.A.; MACNIVEN, V.; ROJAS, R.; CASTELLARO, G.; ZOLEZZI, M.; LATORRE, E.; PARRAGUEZ, V.H.; FERRANDO, G.** 1997. Caracterización de la ganancia de peso corporal de alpacas (*Lama pacos*) desde el nacimiento y hasta los seis meses de edad en cuatro regiones de Chile. *Agro Sur*. 24 (2): 219-226.
- **RAGGI, L.A.** 1998. Manejo de camélidos y fomento de su producción. En: *Avances en Ciencias Veterinarias* 13(1): 3-15.
- **RAGGI, L.A.** 1992. Camélidos: una opción ganadera. *El campesino*. 123: 16-23.
- **Raggi L.A.** (1991). Una opción ganadera, *Revista El Campesino*. CXXIII (7): 17 – 23.
- **RAGGI, L.; PARRAGUEZ, V.,** 2003. Proyecto "Introducción de tecnologías para el mejoramiento de la fertilidad en vicuñas (*Vicugna vicugna*), mantenidas en semicautiverio: Cuarto informe". Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 24p. Ministerio de Agricultura, FIA, N° BIOT-01-P-001.
- **RAGGI, L.; PARRAGUEZ, V.,** 2001. Proyecto "Introducción de tecnologías para el mejoramiento de la fertilidad en vicuñas (*Vicugna vicugna*), mantenidas en semicautiverio". Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 123p. Ministerio de Agricultura, FIA, N° BIOT-01-P-001.
- **RAMIREZ, R.** 1979. Crecimiento y desarrollo. **En:** Eduardo Porte (Ed.). *Producción de carne bovina*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 187-199.
- **RHIND, S.M.; McKELVEY W.A.C.; McMILLEN S.; GUNN R.G.; ELSTON D.A.** 1989. Effect of restricted food intake, before and/ or after mating, on the reproductive performance of greyface ewes. *Anim. Prod.* 48: 149-155.
- **ROBERTS, S.J.** 1983. *Obstetricia Veterinaria y Patología de la Reproducción (Teriogenología)*. Editorial Hemiferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. Pp. 164-165.
- **ROJAS, J.,** 1989. Caracterización del ciclo reproductivo de la vicuña (*Vicugna vicugna*, Molina 1782) en confinamiento, mediante la determinación de progesterona plasmática. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 99p.

- **SAN MARTIN 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.
- **SCHILLO, K.** 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 1271-1282.
- **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.
- **SEPÚLVEDA, N.; VARGAS, J.** 1995. Evaluación morfométrica del crecimiento en llamas (*Lama glama*) desde el nacimiento hasta los 2 años de edad. **En:** Resumen XX Reunión anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Coquimbo, Chile. 19-20 octubre 1995. pp. 197-198.
- **SMALL, C.J.; STANLEY, S.A.; BLOOM, S.R.** 2002. Appetite control and reproduction: leptin and beyond. *Semin. Reprod. Med.* 20: 389-398.
- **SMITH, B.** 1988. Pregnancy diagnosis in the llama. *Rev. Llama*, Noviembre/December. Oregon State University. pp: 25-30.
- **SPICER, L.J.; TUCKER, W.B.; ADAMS, G.D.** 1990. Insulin-like growth factor in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity and estrous behavior. *J. Dairy Sci.* 73: 929-937.
- **SPICER, L.J.; ECHTERNKAMP, S.E.** 1995. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. *Dom. Anim. Endocrinol.* 12: 223-245.
- **SPICER, L.J.; FRANCISCO, C.C.** 1997. The adipose obese gene product leptin: evidence and inhibitory role in ovarian function. *Endocrinology* 138: 3374-3379.
- **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.
- **SUMAR, J.B.** 2002. Llamas y alpacas. **En:** Hafez, E.S.E; Hafez, B. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Séptima edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México. Pp 224-242.

- **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.**, 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.**, Fredriksson G., Alarcón V., Kindahl H., Edqvist L.E. (1988). Levels of 15-keto-13, 14-dihydro-PFG 2d, progesterone and oestradiol-17 β 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.
- **TAPIA, M.I.** 2001. Relación entre el peso corporal y algunas variables morfométricas en alpacas (*Lama pacos*) criadas en la zona central de Chile. Tesis Med. Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 27p.
- **TELLEZ, J.M.** 1999. Determinación de curvas de crecimiento en potrillos fina sangre de carrera y su correlación con el tiempo de parada de la cría. Tesis Med. Veterinario. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. Fac. Medicina Veterinaria. 48p.
- **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.
- **ULLRICH, T.C.** 1996. Estudio del manejo reproductivo en un rebaño experimental de llamas y alpacas en el bofedral de Parinacota. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales. 50p.
- **URQUIETA, B.; ROJAS, R.** 1990. Studies on the reproductive physiology of the vicuña (*Vicugna vicugna*). Livestock reproduction in Latin America. Internacional Atomic Energy Agency. Viena, Austria. Pp. 407-428.

- **URQUIETA B.** 1993. Estrategias reproductivas de los camélidos sudamericanos en el altiplano. En: El Altiplano, Ciencia y Conciencia en los Andes, Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. pp. 227-231.
- **URQUIETA, B.,** 1993. Estrategias reproductivas de los camélidos sudamericanos en el altiplano. En: El Altiplano Ciencia y conciencia en los Andes, Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Arica, Chile. 19 al 21 de octubre de 1993. Organizado por el Departamento de Postgrado y Postítulo, Vicerrectoría Académica y Estudiantil de la Universidad de Chile. pp. 223-225.
- **VILA, B.** 1998. Comportamiento y organización social de la vicuña. En: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Santiago, Chile. 18-19 Noviembre 1998. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) - Ministerio de Agricultura, Chile. pp. 175-187.
- **WHEELER, J.C.** 1991. Origen, evolución y status actual. En: S. Fernández-Baca (Ed.). Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO. Santiago, Chile. pp. 11-48.

COPIA



Fac. Ciencias Veterinarias y Pecuarias
Universidad de Chile

| | |
|-------------------------|---------|
| OFICINA DE PARTES - FIA | |
| RECEPCIONADO | |
| Fecha | 02-6-05 |
| Hora | 10:50 |
| Nº Ingreso | 1367 |

Sra. Gabriela Casanova
Jefe Unidad de Estudios y Proyectos
Fundación para la Innovación Agraria
PRESENTE

22-06-2005

De mi mayor consideración:

Adjunto a la presente informe final técnico y de gestión del proyecto BIOT-01-P-001 titulado "Introducción de Tecnologías para el Mejoramiento de la Fertilidad en Vicuñas (*Vicugna vicugna*), Mantenedas en Semicautiverio".

De ser aprobado dicho informe, solicito a Ud. que los equipos adquiridos como bienes de capital queden en poder de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias y del Centro Internacional de Estudios Andinos de la Universidad de Chile.

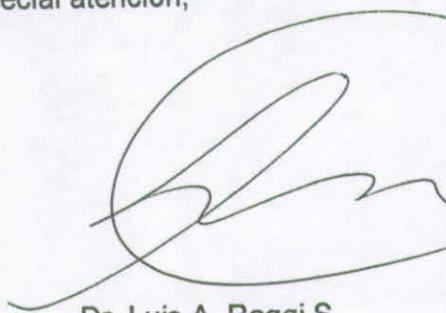
Dicha solicitud se sustenta en que el motor generador de electricidad, la centrífuga, las micropipetas, la caja refrigerante conectable al automóvil, la caja de transporte del ecógrafo, el ecógrafo SSD-500 con sus transductores y la romana de pesaje electrónica, son de enorme utilidad, importancia y trascendencia para nuestro trabajo futuro y el de otros proyectos en el altiplano de la I Región. Es muy difícil incorporar tecnología en ambientes extremos, como también adquirir equipamiento que permita innovar y mejorar los procesos productivos en ambientes marginales. Tal es así que al menos dos proyectos presentados para 2006 y por tres años incorporan el uso de dicha tecnología, en el altiplano de la primera región.

Es de nuestro mayor interés el mantener nuestra investigación en ambientes extremos, por ello hemos construido y potenciado el Centro Internacional de Estudios Andinos (INCAS), en la localidad de Putre, Centro Internacional multidisciplinario que, además de Investigación Científica y Transferencia Tecnológica a los procesos productivos en el altiplano, se encarga de formar estudiantes que en el futuro estén capacitados para desenvolverse en sistemas de producción no tradicionales, con especies animales que deben estudiarse adecuadamente con el fin de potenciar y desarrollar dichas economías campesinas y también de la fauna silvestre de la región.

Esperando comprenda la relevancia de lo expuesto es que pedimos considere nuestra solicitud, asegurando que dichos equipos serán

utilizados con fines de investigación, docencia y transferencia tecnológica en el Altiplano de la I Región de Chile.

Sin otro particular y esperando una favorable acogida a la presente, le saluda con especial atención,



Dr. Luis A. Raggi S.
Coordinador
Proyecto BIOT-01-P-001
Director
Centro Internacional de Estudio Andinos
Universidad de Chile

C.C. Dr., Camilo Quezada B. (Vicerrector de Investigación, Universidad de Chile); Dr. Santiago Urcelay V. (Decano Facultad de Cs. Veterinarias y Pec., Universidad de Chile.), Dr. Ignacio Briones A. (Supervisor Proyecto), Dr. Víctor Hugo Parraguez G. (Secretario Ejecutivo INCAS), Archivo.