

Llamas del Sur S.A
Temuco, Chile

**CONSERVACION Y MEJORAMIENTO DEL
PATRIMONIO GENETICO Y SANITARIO DE
CAMELIDOS SUDAMERICANOS EN CHILE**

Código 19-9-400

INFORME DE TECNICO FINAL

Temuco, 14 de Abril de 2004

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“Conservación y Mejoramiento de Patrimonio Genético y Sanitario de Camélidos Sudamericanos en Chile” Código SAG 19-9-400

1.2 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO DEL PROYECTO

a) Objetivo Estratégico General

Alcanzar como país originario de camélidos sudamericanos una posición de liderazgo y capacidad exportadora con productos de calidad genética y sanitaria certificada, sin descapitalizar el patrimonio genético, creando una reserva de genes de alta calidad y variabilidad (red de bancos genéticos) y las consecuentes mejores perspectivas de sustentabilidad económica, social y ambiental a productores de las zonas norte, centro sur y austral relacionados a este rubro ganadero.

b) Objetivos Específicos

El proyecto se propuso contribuir al logro del Objetivo Estratégico anteriormente enunciado, a través de los siguientes Objetivos Específicos :

Objetivo 1: Reconocimiento PABCO del Criadero “Llamas del Sur”

En conjunto con el SAG se diseñarán y aplicarán las medidas de manejo sanitario para lograr el reconocimiento del rebaño de llamas y alpacas del Criadero “Llamas del Sur”, como Plantel Bajo Control Oficial.

Objetivo 2: Prevención de transmisión de enfermedades en semen y embriones criopreservados

Con apoyo de un experto internacional, el proyecto identificará las enfermedades eventualmente transmisibles por semen y embriones criopreservados de camélidos, y aplicará las medidas necesarias para su prevención.

Objetivo 3: Optimización de Desarrollo de Biotecnologías Reproductivas

Con apoyo de consultores especializados, el proyecto completará los importantes avances y resultados de desarrollo científico-tecnológico alcanzados por el Criadero “Llamas del Sur” en la adecuación de modernas biotecnologías reproductivas (inseminación artificial, transferencia de embriones) a camélidos domésticos, hasta alcanzar una aplicación eficiente y rutinaria de éstos a escala semicomercial y comercial.

Objetivo 4: Creación de Centro de Mejoramiento Genético y Biotecnologías Reproductivas (Camel-BioGen)

Establecer en el Criadero "Llamas del Sur", de Padre Las Casas, IX Región de la Araucanía, un Centro de Mejoramiento Genético y Biotecnologías Reproductivas de Camélidos (*Camel-BioGen*), autorizado por el SAG y por los principales países importadores de semen y embriones criopreservados y con capacidad de prestar en diferentes rebaños y zonas del país servicios eficientes de colección, conservación y transferencia de embriones y semen criopreservados, sin riesgo de transmisión de enfermedades.

Objetivo 5: Creación de Red de Bancos Genéticos Zonales de Camélidos

Crear en Chile un conjunto de cuatro Bancos Genéticos Zonales de Camélidos Sudamericanos, conectados en Red, dirigida a adquirir la capacidad técnica y operativa necesaria para coleccionar, conservar, transportar, intercambiar y utilizar, con beneficios compartidos, material genético de calidad de rebaños de diferentes zonas del país, en asociación con instituciones de investigación o de servicio público calificadas.

Objetivo 6: Introducción de Prácticas de Manejo en Rebaños Altoandinos

Contribuir a la introducción de una cultura y prácticas básicas de mejoramiento genético y manejo reproductivo en los rebaños de las zonas altoandinas de la I y II Regiones del país, dirigidas a recuperar y mejorar la calidad genética de su ganado camélido y a reducir sus niveles de consanguinidad y consecuentes defectos genéticos prevaecientes, y con ello a fortalecer su eficiencia productiva y consecuente sustentabilidad económica, social y ambiental.

Objetivo 7: Exportación de Semen y Embriones Criopreservados

Alcanzar la capacidad de exportar semen y embriones de llamas y alpacas a los actuales y nuevos mercados de camélidos, bajo condiciones sanitarias, legales, operativas y comerciales estables de acceso.

1.3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

a) Criadero “Llamas del Sur”

Los principales esfuerzos, costos y riesgos asociados a este proyecto, y, consecuentemente, sus principales beneficios, recaen en el Criadero “Llamas del Sur”. Lo anterior es consecuencia, en primer término, de la experiencia y especialización adquirida por “Llamas del Sur” durante la última década en materia de selección genética sistemática y desarrollo de la adecuación de modernas biotecnologías reproductivas a camélidos sudamericanos, caracterizados por una fisiología reproductiva muy diferente a la mayoría de los otros mamíferos.

Dicho esfuerzo le ha significado constituirse en el único grupo del país y uno de los pocos del mundo en desarrollar esta temática como línea continua de trabajo con significativos resultados, cuyos beneficios ahora se proponen compartir con toda la actividad de camélidos del país. Pero además, también es consecuencia de la iniciativa de “Llamas del Sur” de impulsar un proyecto asociativo de estas características, dirigido a generar alianzas de beneficios compartidos entre diferentes regiones e instituciones relacionadas al rubro camélidos en Chile.

b) Ganaderos chilenos Criadores de Camélidos

En segundo término, serán beneficiados los diferentes grupos de criadores de camélidos establecidos a lo largo del país. Este es el caso de las comunidades ganaderas de la I y II Regiones, concentradas principalmente en las Provincias de Parinacota (Región de Tarapacá) y Provincia del Loa (Región de Antofagasta), así como de los criadores de la zona centro, sur y austral de Chile, establecidos en su mayoría en las Regiones V, Metropolitana, VII, IX y X, en parte agrupados en la Asociación de Criadores de Camélidos del Sur, ACASUR, así como indirectamente también los criadores de las XI XII Regiones.

Si bien toda la información y la capacitación considerada en el proyecto estarán abiertos a todos, existe entre ellos una natural heterogeneidad social, cultural y económica, que determina diferentes condiciones de acceso a las oportunidades generadas por el proyecto. En consecuencia, tratándose de un proceso no solamente productivo, sino que esencialmente cultural, es difícil establecer con certeza la proporción y cantidad exacta de productores ganaderos criadores de camélidos del país que resulten dispuestos a incorporar en sus rebaños las prácticas adecuadas de mejoramiento reproductivo y genético ofrecidas por el proyecto, situación que en los hechos se dará solamente en forma gradual y progresiva.

2. DESCRIPCION DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Reconocimiento PABCO de "Llamas del Sur"

En base a un documento borrador elaborado por el SAG para PABCO camélidos, se comenzaron a aplicar en Llamas del Sur el año 2001, las buenas prácticas de manejo del plantel, que incluyen principalmente:

- a) **Manejo de registros:** se perfeccionaron los registros existentes hasta el momento en el Criadero, con el objetivo de tener registros claros y confiables, tanto reproductivo (montas, nacimientos, etc.) como sanitarios (tratamiento individuales y del plantel)
- b) **Tratamientos:** se realizaron aplicaciones regulares de vacunas contra enterotoxemia y mancha, aplicaciones de antiparasitario interno y externo, baños antisárnicos y suplementación de vitaminas a crías recién nacidas y hembras en avanzado estado de gestación.
- c) **Control de enfermedades:** se realizaron periódicas tomas de muestras de sangre y posterior análisis en laboratorios autorizados, para determinar presencia de Leucosis, Leptospirosis, Brucelosis en el rebaño de Llamas del Sur. Además se realizaron pruebas de Tuberculina.
- d) **Realización de cuarentenas de entrada:** todos los animales que ingresaron a Llamas del Sur durante estos años, fueron dejados en cuarentena o aislamiento durante el tiempo necesario para realizarles los exámenes de Brucelosis, Leucosis, Brucelosis y Leptospirosis, de forma de que solo animales negativos o tratados en el caso de la Leptospirosis ingresaran al plantel, no poniendo así en riesgo el estado sanitario alcanzado.

Resultados

1. Existencia de registros reproductivos y sanitarios confiables y útiles en Llamas del Sur
2. Existencia de un calendario anual de vacunaciones y desparasitaciones adecuado para la realidad de Llamas del Sur
3. Tuberculosis: en todas las pruebas de Tuberculina, todo el rebaño resultó negativo.

Brucelosis: en el primer muestreo del año 2001, algunos animales resultaron positivos a Brucelosis, pero luego de realizarse una contramuestra, se comprobó la negatividad de los mismos. En todos los muestreos posteriores, todos los animales resultaron negativos.

Leucosis: producto de los muestreos realizados el año 2001, se eliminaron un total de 3 animales positivos a Leucosis. En los muestreos posteriores han aparecido algunos resultados positivos en los análisis del Laboratorio de la Universidad Austral de Chile, a

los cuales se les tomó una contramuestra que fue enviada al Laboratorio SAG de Lo Aguirre, resultando todos negativos.

Leptospirosis: en todos los muestreos realizados han aparecido continuamente animales positivos a Leptospirosis, los cuales han sido tratados con estreptomycinina según los protocolos recomendados para camélidos. Sin embargo, han seguido apareciendo nuevos casos, algunos de los cuales vuelven a resultar positivos a pesar del tratamiento realizado.

4. Con los resultados obtenidos durante los muestreos realizados entre los años 2001 y 2003, Llamas del Sur se encuentra a la espera de ser reconocido por el SAG como predio libre de Brucelosis, Leucosis y Tuberculosis.

2.2 Prevención de enfermedades transmisibles por semen y embriones

Para la realización de esta actividad, se contactó con el Dr. Andrejz Bielanski, del Instituto de Estudios de Enfermedades Animales de Canadá, especialista en el tema. De acuerdo a sus instrucciones, se tomaron 290 muestras de suero sanguíneo, semen, embriones, líquido de colección de embriones y medios de cultivo, las que fueron enviadas a Canadá.

Primeros análisis de estas muestras indicaron que el rebaño se encuentra libre de ciertas enfermedades como la Parainfluenza 3 y la Diarrea Viral Bovina. lo cual es un importante antecedente en el momento de iniciar los contactos para la petición de los protocolos de exportación de semen y embriones.

Sin embargo, posteriormente no se pudieron realizar más análisis, ya que no se logró llegar a un acuerdo de Proyecto de Investigación en conjunto entre Llamas del Sur y el Laboratorio donde trabaja el Dr. Bielanski, por lo que debió suspenderse momentáneamente esta línea de ejecución, priorizando la realización de ensayos de criopreservación de semen y embriones y las actividades con los ganaderos de la zona norte.

Resultados

1. Resultado negativo a la presencia de Parainfluenza 3 y Diarrea Viral Bovina en las muestras de Llamas del Sur analizadas

2.3 Inseminación artificial y transferencia de embriones a escala comercial

Para el desarrollo metodológico de estas líneas se contó con un rebaño de llamas y alpacas, tanto adultas como jóvenes, una adecuada infraestructura que incluye los lugares de colección de semen y embriones, corral para los machos, lugar de ecografía, etc., además del laboratorio equipado con todo lo necesario para la realización de los ensayos y el procesamiento de semen y embriones.

2.3.1 Inseminación Artificial

a) Colección de semen

Para colectar el semen de los machos, tanto llamos como alpacas, se confeccionó un maniquí de madera que simula una hembra en posición de cópula. Éste fue montado en un foso que permite acceso al manipulador a la vagina artificial sujeta al maniquí durante todo el proceso de colección, sin necesidad de entrar en contacto directo con los animales.

Los machos son presentados al maniquí y se deja que lo monten durante unos 15 minutos. En algunos casos, especialmente en los machos jóvenes, se hace necesaria la presencia de una hembra celadora para estimular a los machos a montar el maniquí.

b) Evaluación de las características seminales

La calidad de los eyaculados colectados fue evaluada en base a los siguientes parámetros seminales:

- **Macroscópicos**
 - tiempo de colección
 - volumen
 - color
 - pH

- **Microscópicos**
 - motilidad
 - morfología
 - concentración

c) Procesamiento del semen

Las características especiales que presentaron los eyaculados, particularmente la baja motilidad espermática y la dificultad en la manipulación del semen (debido a la presencia de un espeso moco), presentaron un obstáculo para el proceso de congelación.

De manera de mejorar la calidad final del semen, en especial con miras a la preparación de pajillas para inseminación, el semen fue sometido a una serie de experimentos a lo largo del desarrollo del proyecto, siendo los más importantes los siguientes:

- adición de dilutor Tris-yema de huevo-glicerol y mantención a 4°C
- adición de dilutor IMV y mantención a 4°C
- adición de enzima Tripsina y Colagenasa
- adición de dilutor PBS
- adición de dilutor Tris solo para licuar moco
- centrifugación del semen diluido
- ruptura mecánica de moco
- ensayos comparativos de motilidad posterior a congelación con distintos tratamientos
- dilución con SYG2

Los resultados de estos experimentos fueron muy variables pero en general confirmaron la necesidad de utilizar semen diluido para posterior procesamiento y congelación, así como para ensayos de inseminación.

d) Ensayos de sobrevivencia in Vitro

Una vez que el semen es tratado con las diferentes alternativas, se realizaron estudios comparativos para determinar la sobrevivencia in Vitro de los espermios. Esta sobrevivencia in Vitro se toma como una predicción de la posterior sobrevivencia in vivo.

Estos ensayos fueron básicamente los siguientes:

- ensayos comparativos de tiempo de refrigeración a 4°, temperatura ambiente y 37°
- ensayos comparativos de dilutores en base a Etilenglicol, Etilenglicol-Glicerol y Glicerol

Los resultados más satisfactorios se obtuvieron con el dilutores con glicerol en el cual el semen tuvo una sobrevivencia in Vitro de más de 24 horas a temperatura de refrigeración.

e) Ensayos de congelación

Las muestras de semen que lograron mantener una alta motilidad (mínimo 60%) luego del proceso de refrigeración fueron sometidas a diferentes tratamientos de congelación con el fin de obtener pajillas de inseminación.

El proceso de congelación que se hizo rutina, consistió en el envase del semen en pajillas de inseminación de 0,25 o 0,5 ml, que fueron luego sometidas a la acción de los vapores de nitrógeno líquido por 15 minutos primero, y después sumergidas en el nitrógeno para su congelación (-196°C).

Los resultados de estos experimentos fueron muy variables y dependientes de la calidad inicial de los eyaculados. La calidad del semen congelado con los diferentes tratamientos fue medida en base a la motilidad que presentaron los espermios posterior a la congelación. Se espera que la motilidad post congelación sea de un mínimo de 60%.

f) Creación de Banco de semen

Las muestras de semen congelado que presentaron la calidad adecuada (teóricamente un mínimo de 60% de espermios móviles y un bajo porcentaje de anomalías) fueron mantenidas en nitrógeno líquido hasta su utilización en ensayos de inseminación.

g) Inseminaciones

Durante el desarrollo del proyecto se realizó un total de 140 inseminaciones, tanto en llamas como en apacas, utilizando tanto semen congelado como fresco-refrigerado.

Debido a su condición de ovuladores inducidos, las hembras a ser inseminadas debieron ser previamente preparadas. Para ello, recibieron una dosis de hormonas que desencadenan la ovulación, la que fue determinada mediante ecografía el día de la inseminación.

Para las inseminaciones, el semen congelado escogido especialmente para cada hembra, fue debidamente descongelado en agua a 35°C por 15 segundos. La(s) pajilla(s) fue luego puesta en el interior de la pipeta de inseminación. Con ayuda de palpación rectal, se depositó el semen en el cuerno ipsilateral a la ovulación. Para efecto de aumentar el volumen inseminado, en algunos experimentos se depositó más de una pajilla en la hembra.

En el caso del semen fresco-refrigerado, éste se depositó en una jeringa hipodérmica estéril. Mediante el uso de una vaina de inseminación recortada y debidamente sujeta, se depositó todo el contenido de la jeringa (2 – 6 ml) en el interior del cuerno correspondiente.

Estas inseminaciones fueron parte de una serie de experimentos destinados a determinar los factores que influyen en el logro de una preñez, y que fueron los siguientes:

Semen congelado:

- aplicación de 1 o 2 pajilla a las 30 horas post inducción
- aplicación de 2 pajillas a las 27, 29 o 30 horas
- aplicación de 4 pajillas de semen congelado (a las 24 y 30 horas)
- aplicación de 4 pajillas a las 15-18-21 horas post inducción
- aplicación de 4 pajillas a las 24-27-33 horas post inducción
- aplicación de 1 dosis a las 24 y 28 horas
- aplicación de 6-8 pajillas de semen congelado a las 27, 29 o 30 horas

Semen fresco-refrigerado:

- inseminación a las 24 y 27 horas post inducción
- inseminación a las 29 horas post inducción
- inseminación a las 30 horas

Semen refrigerado:

inseminación a las 20 horas

h) Nacimiento de crías nacidas por inseminación

De todos los experimentos realizados, se logró la preñez y posterior nacimiento de tres crías producto de la inseminación con semen fresco-refrigerado, todas ellas de muy buena calidad.

Resultados

1. La incorporación del maniquí permitió una optimización en la colección del semen en comparación al método con la vagina artificial sujeta por el operador. El uso del maniquí permite coleccionar un mayor número de machos de manera más cómoda y cercana a lo natural y reduce al mínimo el contacto del operador con los animales. Con tiempos de monta de alrededor de 15 minutos se obtienen eyaculados de buena calidad que permiten un posterior procesamiento.
2. Se logró, por primera vez, la colección de semen a partir de alpacos adultos y también de llamos jóvenes virgen (aquellos que previamente no han tenido experiencia con hembras).
3. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron 864 intentos de colección mediante uso del maniquí de madera, lográndose un total de 809 eyaculados evaluables (94%) tanto de llamos como de alpacos. Un total rotativo de hasta 22 machos diferentes (14 llamos y 8 alpacos) fue colectado durante este tiempo. Los resultados totales de la colección de semen de llamos y alpacos se presenta en el siguiente Cuadro N°1:

CUADRO N°1: Colección de semen de llamos y alpacos entre Enero 2001 y Diciembre 2003

Año	Intentos Colección	Eyaculados obtenidos					
		Total		Llamos		Alpacos	
	Total	N°	%	N°	%	N°	%
2001	318	294	92,4	224	76	70	24
2002	174	166	95,4	129	78	37	23
2003	372	349	94	271	77	78	23
Total	864	809	94	624	77	185	27

4. La obtención rutinaria de eyaculados evaluables permitió determinar los parámetros seminales para ambas especies. El proceso de evaluación seminal se hizo una rutina aplicable a cada eyaculado de manera de determinarse su calidad. Se llegó a definir la motilidad espermática como el principal factor de calidad, siendo el volumen y la concentración también importantes en la decisión de un posterior procesamiento.

Los resultados de las observaciones permiten determinar la calidad seminal de los distintos machos reproductores y futuros reproductores. Por otro lado, se pudo determinar importantes diferencias individuales y estacionales.

La totalidad de los 809 eyaculados obtenidos fueron evaluados en cuanto a sus características para determinar su calidad.

Los resultados promedios de la evaluación del semen se presentan en el siguiente Cuadro N°2:

CUADRO N°2: Resultados evaluación de eyaculados obtenidos de llamos y alpacos

Parámetro	Llamos	Alpacos
Tiempo de colección (min)	15 (2 - 40)	17 (5 - 35)
Volumen (ml)	1,8 (0,1 - 12)	1,7 (0,2 - 8,0)
PH	7,86 (7,4 - 8,52)	7,9 (7,71 - 8,25)
Motilidad 1 (nativo) %	24	32
Motilidad 2 (diluido) %	37	35

Lo más destacado de estos resultados es el hecho de que en forma natural, el semen de estas especies presenta una baja motilidad, básicamente debido a su alta viscosidad. Este hallazgo ha sido observado a lo largo del desarrollo de este proyecto, así como en estudios anteriores y en la literatura. Sin embargo, también es interesante observar que la motilidad presenta una mejoría con la adición de dilutores (motilidad 2). También se pudo apreciar una variación estacional en la calidad espermática, siendo mejor en la época reproductiva y bastante baja en el período de invierno, situación que directamente afecta estos resultados finales.

Otro de los parámetros analizados fue la concentración de los eyaculados. Lo engorroso de la preparación de las muestras llevaba a errores en los cálculos con la cámara de recuento por lo que se optó por hacer una estimación de la concentración en base a la coloración de los eyaculados, ya que existe una relación directa entre la coloración y la concentración espermática. Así, se pudo definir que una coloración marfil o lechosa corresponde a una alta concentración, una coloración grisácea a una concentración intermedia y eyaculados transparentes presentan una baja concentración de espermios. Otras coloraciones, como amarillento o rojizo indican la presencia de orina o sangre y no son considerados normales.

Cabe destacar que la gran mayoría de las muestras evaluadas (alrededor de 76% en los llamos y alpacos) presentó una coloración marfil correspondiente a una alta concentración.

Finalmente, la evaluación de la morfología espermática también dio importantes indicios acerca de la calidad de los eyaculados. El resultado más importante fue el

hallazgo de una baja cantidad promedio (32%) de espermios normales en todos los machos evaluados (con amplias variaciones individuales), lo que al parecer corresponde a una característica natural de este semen. El tipo de malformaciones presentes no difiere de las otras especies.

5. Se pudo determinar la importancia de un adecuado procesamiento del semen previo a su congelación, en especial, reducir la viscosidad. Por un lado, se facilita la manipulación del semen (de otra forma bastante engorrosa) y por otro, se aprecia una mejoría en la calidad del semen. Si bien se aprecian diferencias individuales en los distintos tratamientos, la incorporación de enzimas licuefactoras como la Tripsina mostró tener el efecto positivo deseado sobre la viscosidad del semen. Del mismo modo, la destrucción mecánica del moco mediante el paso por jeringa, mostró tener un efecto positivo sobre la licuefacción del semen.

Sin embargo, estudios posteriores demostraron que la adición de Tripsina tiene un efecto sobre la morfología espermática, produciendo un aumento en la cantidad de cabezas desprendidas lo que reduce la fertilidad de la muestra. Este resultado, si bien negativo, fue muy relevante para el desarrollo posterior de la investigación, obligando a intentar nuevas técnicas de licuefacción como el suero de llama y otros.

Por otro lado, la adición de diluyentes resultó ser determinante en obtener un semen de buena calidad previo al congelamiento, siendo el dilutor Tris-yema de huevo-glicerol el que presentó los mejores resultados.

6. Un total de 103 eyaculados fueron destinados a los diferentes ensayos de congelación, cuyo principal objetivo fue determinar el mejor procedimiento de dilución y congelación para obtener pajillas con semen de buena calidad, aptas para inseminación.

Lo más destacado de esta fase es el hecho de que mediante la adición de dilutores (especialmente Tris-yema de huevo-glicerol) se logró preparar entre 20-30 pajillas a partir de cada eyaculado. Esto significa que el potencial reproductivo de los machos aumenta significativamente.

7. Un total rotativo de alrededor de 350 pajillas de unos 12 machos diferentes (llamos y alpacos) formaron parte del Banco de Semen con fines de experimentación.
8. Durante el desarrollo del proyecto se realizó un total de 140 inseminaciones, tanto en llamas como en alpacas, utilizando tanto semen congelado como fresco-refrigerado.
9. El nacimiento de 3 crías producto de la inseminación con semen fresco-refrigerado aplicado a las 27 horas post inducción fue sin duda uno de los resultados más importantes de esta línea.

2.3.2 Transferencia de embriones

a) Preparación de las hembras donantes

Las hembras que fueron seleccionadas como donantes de embriones se ecografiaron diariamente con el fin de hacer un seguimiento de sus ciclos foliculares. Las hembras fueron preparadas para la colección de embriones por dos métodos:

Colección simple: cuando un folículo alcanza su tamaño preovulatorio (9 a 12 mm), la hembra donante es cubierta con un macho de alta calidad genética. Este procedimiento no utiliza ningún tipo de hormonas, por lo que se espera obtener un solo embrión de cada colección.

Colección por Superovulación: la hembra donante recibe estimulación hormonal (FSH o PMSG) con el fin de aumentar la cantidad de folículos preovulatorios presentes al momento de la cubierta, y con eso obtener más de un embrión en cada colección.

Durante la ejecución del Proyecto, la mayoría de las hembras fueron colectadas con el método de colección simple, ya que los protocolos de superovulación utilizados tuvieron resultados demasiado dispares (entre 0 y 8 embriones) y en algunas ocasiones provocaban problemas hormonales en las hembras tratadas.

b) Colección de embriones

Transcurridos 7 días de la cubierta, el embrión es colectado mediante la técnica de lavado uterino o flushing, similar a la utilizada en bovinos. Los embriones colectados son llevados al laboratorio e inmediatamente evaluados en forma subjetiva mediante observación con lupa estereoscópica, considerando:

Forma : redondo, oval, cóncavo, contraído

Tamaño : 1, 2, 3, 4 (relativo)

Color : transparente, opaco

Otros : otras características que se observen

c) Ensayos de Congelación de embriones

Sin duda, este fue el punto más crítico de desarrollo en la línea de embriones, lográndose importantes avances, pero lamentablemente no el desarrollo suficiente de la técnica como para lograr la obtención de preñeces.

Dada la importancia de resolver esta problemática para poder ejecutar otras actividades que dependían de su éxito, durante todo el proyecto se puso un especial énfasis en lograr congelar embriones de llamas y alpacas. De esta forma, el mayor porcentaje de embriones colectados eran destinados a los ensayos de congelación.

Para la congelación de embriones, se utilizó principalmente la técnica de vitrificación, que utiliza altas concentraciones de crioprotectores junto a curvas de congelación super rápidas, lo que impide la formación de cristales de hielo, que son dañinos para el embrión. El

embrión es expuesto a altas concentraciones de crioprotectores por un tiempo reducido, luego es cargado en una OPS o pajuela de 0,25 ml y sumergido inmediatamente en Nitrógeno Líquido. La descongelación también se realiza en forma directa al medio de descongelación, lo que significa una velocidad de descongelación también muy rápida.

Dentro de la misma técnica, se realizaron diversos ensayos considerando distintas variables:

- Tipo de Crioprotector: Etilenglicol, DMSO, Sucrosa
- Concentración de cada Crioprotector
- Tiempo de exposición del embrión al Crioprotector
- Temperatura de exposición del embrión al Crioprotector
- Sistema de envasado del embrión: en pajuela de 0,5 o en OPS
- Medio de descongelación: Sucrosa o Medio de cultivo
- Temperatura de descongelación

La principal dificultad para lograr la congelación de embriones es que, producto de la fisiología reproductiva propia de los camélidos, el embrión llega al útero y por ende puede ser recuperado recién a partir del séptimo día pos cubierta. A esa edad, el embrión ya está eclosionado, por lo que no cuenta con la protección de la zona pelúcida, como es el caso de los bovinos, aparte de tener un tamaño mucho más grande. Este mayor tamaño requiere de mayores concentraciones y tiempos de exposición de crioprotectores para evitar el daño celular durante la congelación. Sin embargo, las concentraciones de crioprotectores por los tiempos requeridos resultaron ser tóxicas para el embrión, lo que impedía su sobrevivencia pos descongelación.

cri
vivo

Si bien en algunos ensayos se obtuvo sobrevivencia in vitro de algunos embriones, no se logró obtener ninguna preñez.

d) Ensayos de Toxicidad de Crioprotectores

Como una forma de evaluar si el daño del embrión durante la congelación era producido por el efecto tóxico de los crioprotectores o por un efecto propio del proceso de congelación, un grupo de embriones fue utilizado en ensayos de toxicidad.

Los embriones fueron sometidos a las mismas concentraciones y tiempos de exposición de crioprotectores que los utilizados durante la congelación, pero sin ser sumergidos en nitrógeno líquido. Luego los embriones eran cultivados y su viabilidad evaluada según el crecimiento in vitro observado, o bien transferidos a llamas receptoras, donde la viabilidad era evaluada de acuerdo a los resultados de preñez.

A pesar de realizarse una gran cantidad de ensayos, no se pudo llegar a conclusiones confiables, ya que los resultados eran muy disímiles. Es decir, ensayos con buenos resultados, al ser repetidos, daban resultados negativos.

e) Ensayos de Refrigeración de embriones

A medida que se fue observando la dificultad de resolver la problemática de la congelación de embriones, se decidió realizar algunos ensayos con embriones refrigerados. La finalidad de este estudio es facilitar la conservación de los embriones por al menos 24 horas, con el objetivo de facilitar un eventual transporte a distancias cortas.

Los embriones colectados fueron mantenidos en el refrigerador del laboratorio de Llamas del Sur (temperatura estimada 4°C) en medio de cultivo (TCM o IMV) durante ya sea 5 o 21 horas. Luego fueron dejados algunos minutos a temperatura ambiente y posteriormente transferidos a una llama receptora.

Para tener un grupo de control, algunos embriones fueron mantenidos por tiempos similares en los mismos medios de cultivo pero a 38,5°C, y posteriormente transferidos a llamas receptoras.

f) Ensayos de Transferencia en fresco

Estos ensayos fueron realizados con el fin de optimizar la técnica de transferencia de embriones fresco, buscando aumentar el porcentaje de preñez y reducir los costos de los materiales utilizados, con el objetivo de contar con una técnica simple y económicamente rentable, que permita realizar transferencias de embriones en fresco con buenos resultados en un plantel de camélidos.

g) Transferencia de embriones

Previo a la transferencia del embrión propiamente tal, se debió preparar a la hembra receptora. Durante el proyecto se utilizaron solo llamas para este fin, tanto para los embriones de llama como para los de alpaca. La preparación de la hembra receptora consistía en la aplicación de una dosis de GnRH en presencia de un folículo preovulatorio, con el fin de inducir la ovulación hormonalmente.

La técnica de transferencia de embriones utilizada durante todo el Proyecto es similar a la descrita para bovinos. El embrión es cargado en su medio de cultivo en una pajuela de 0,25 ml, la cual se coloca en una pipeta especial para transferencia de embriones. Esta pipeta debe ser introducida, con apoyo de palpación rectal, lo más suavemente posible en uno de los cuerno uterinos de la llama receptora.

Resultados

1. Desarrollo y utilización en forma rutinaria del método de colección simple de embriones, sin observarse efectos negativos en hembras donantes que son colectadas en forma repetida
2. Desarrollo de una ficha de colección de embriones, que permite anotar en forma ordenada los datos obtenidos durante el proceso y facilitar su análisis

3. Utilización de un total de 178 hembras donantes de embriones (150 llamas y 28 alpacas), a las cuales se les realizó un total de 741 colecciones de embriones (610 llamas y 131 alpacas), con porcentajes de colección del 73 y 63% para llamas y alpacas respectivamente. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las colecciones realizadas en los años 2001 a 2003:

	2001	2002	2003	Total
Donantes total	62	56	60	178
Llamas	49	49	52	150
Alpacas	13	7	8	28
Colecciones total	281	227	233	741
Llamas	220	193	197	610
Alpacas	61	34	36	131
Embriones colectados	193 (68,7%)	173 (76,2%)	164 (70,4%)	530 (71,5%)
Llamas	156 (71,0%)	153 (79,3%)	139 (70,1%)	448 (73,4%)
Alpacas	37 (60,1%)	21 (61,8%)	25 (69,4%)	83 (63,4%)

Como se puede observar en el cuadro, el porcentaje de colección de embriones se mantuvo bastante parejo a lo largo del período de ejecución del Proyecto. Se observa una leve alza el año 2002, que se produjo debido a que durante ese año algunas hembras fueron preparadas por el método de superovulación, lo que altera un poco los resultados.

4. Colección de un total de 530 embriones (448 de llama y 83 de alpaca), los cuales fueron utilizados en los diversos ensayos, como se resume en el siguiente cuadro:

	Embriones	
	Nº	%
Congelación	233	44,0
Toxicidad	121	22,8
Refrigeración	48	9,1
Cultivo	6	1,1
Fresco	19	3,6
Tripsina	69	13,0
Otros	9	1,7
Malos	19	3,6
Perdidos	6	1,1
Total	530	100

5. Conocimiento y dominio rutinario de la técnica de vitrificación de embriones con OPS, lo que permitió realizar los diversos ensayos dirigidos a adaptar esta técnica a embriones de llamas y alpacas.
6. Producto de los ensayos de toxicidad, se pudo determinar que la Sucrosa en concentraciones de 0,25 y 0,5 molar no afecta la viabilidad del embrión de llama. En cuanto al Etilenglicol, se estimó que concentraciones de un 10% no debieran afectar al embrión, mientras que concentraciones más altas comienzan a tener efectos perjudiciales, aún cuando los tiempos de exposición sean breves. Sin embargo algunos embriones (16%) sobreviven a concentraciones de 40% de Etilenglicol por no más de 20 segundos.
7. Los ensayos de refrigeración indicaron que una refrigeración de 5 horas parece no ser perjudicial para el embrión (100% de preñez). Sin embargo, una refrigeración más prolongada disminuye el porcentaje de preñez (16%), lo que de todas formas es mejor que mantenerlo durante el mismo tiempo (21 horas) a temperatura de cultivo (38,5°C, 0% de preñez).
8. Utilización exitosa de medio Ringer Lactato con Albúmina para la colección de embriones, lo que permite reducir los costos de la técnica, ya que este medio es muy fácil de comprar y mucho más barato que los medios comúnmente usados en transferencia de embriones (PBS y otros).
9. Utilización de solución de tripsina al 0,25% y 6 lavados de medio con 20% de suero durante el procesamiento del embrión en el laboratorio previo a ser transferido, lo que permite lograr un mayor porcentaje de preñez de hembras receptoras. Además, la aplicación de tripsina es requisito sanitario para una eventual exportación de embriones.
10. Determinación de la importancia de elegir una hembra reproductivamente sana como receptora de embriones, lo que se traduce en un mayor porcentaje de preñez de embriones transferidos.
11. Determinación de la importancia de mantener la higiene durante todo el proceso de colección y transferencia, con el fin de evitar infecciones uterinas y contaminación del embrión.
12. Realización en forma rutinaria de transferencias de embriones interespecie, de donante alpaca a receptora llama, con resultados de preñez similares a los obtenidos de llama a llama.
13. Realización de 187 transferencias de embriones durante la ejecución del Proyecto, con embriones provenientes de los diversos ensayos, como se resume en el siguiente cuadro:

	2001			2002			2003		
	Total n	Seca n (%)	Preñada n (%)	Total n	Seca n (%)	Preñada n (%)	Total n	Seca n (%)	Preñada n (%)
Congelación	23	23 (100)	0 (0)	6	6 (100)	0 (0)	7	7 (100)	0 (0)
Toxicidad	3	3 (100)	0 (0)	4	4 (100)	0 (0)	22	16 (72,7)	6 (27,3)
Refrigeración	6	5 (83,3)	1 (16,7)	22	16 (72,7)	6 (27,3)	1	1 (100)	0 (0)
Cultivo				3	2 (66,7)	1 (33,3)			
Fresco	12	9 (75)	3 (25)	4	3 (75)	1 (25)	3	2 (66,7)	1 (33,3)
Tripsina	17	5 (29,4)	12 (70,6)	24	12 (50)	12 (50)	30	10 (33,3)	20 (66,7)
TOTAL	61 transferencias año 2001			63 transferencias año 2002			63 transferencias año 2003		
	187 transferencias de embriones durante el Proyecto								

2.3.3 Capacitaciones

Durante el Proyecto se realizaron capacitaciones al equipo de Llamas del Sur, con la finalidad de conocer y aprender técnicas avanzadas de congelación de gametos y de conocer las experiencias de otros expertos en inseminación artificial y transferencia de embriones.

a) Dr. Virgilio Alarcón

En septiembre del 2001, como parte del esfuerzo tendiente a optimizar la técnica de inseminación artificial, y específicamente el procesamiento y la congelación del semen, vino a Llamas del Sur el experto peruano Dr. Virgilio Alarcón a realizar una capacitación. El Doctor Alarcón contaba con una gran experiencia en terreno en Perú en lo relacionado a colección, procesamiento del semen e inseminación artificial.

Durante su estadía de 10 días, se colectó diariamente semen y se fue perfeccionando la técnica según sus indicaciones. Además se hicieron ensayos de congelación e inseminación, utilizando el protocolo por él sugerido.

Dentro de los cambios sugeridos en la técnica, los más destacados son:

- uso de una diferente vagina artificial, a la cual los machos del Criadero no se adaptaron bien
- uso de colagenasa como enzima dilutora del semen, que debiera provocar un menor daño en el espermatozoide que la tripsina
- adición de glicerol en una segunda etapa de la refrigeración del semen, con el fin de evitar la toxicidad sobre los espermatozoides

b) Dr. Gabor Vajta

En Octubre del 2001 se produjo la capacitación al equipo de Llamas del Sur en materia de congelación de embriones. Para esto se contó con la presencia del doctor Gabor Vajta, experto húngaro de nivel mundial creador de la técnica de vitrificación.

Durante la asesoría del Dr. Vajta, se introdujeron algunos cambios en las metodologías de vitrificación, realizándose diversos ensayos :

- utilización de Etilenglicol, DMSO y Sucrosa como crioprotectores
- bisección del embrión previa congelación
- exposición de los embriones al crioprotector durante distintos tiempos
- exposición de los embriones al crioprotector a distintas temperaturas (37°C, ambiente y 4°C)

Además, el Dr. Vajta corrigió algunos detalles de la realización de la técnica propiamente tal, como son la sumersión en un ángulo de 45° de la pajuela en el nitrógeno líquido, mejoramiento de la forma de almacenaje de las pajuelas en el nitrógeno (la que impide que se pierdan los embriones), y aumento del tiempo de exposición al aire de la pajuela previa descongelación.

c) Dr. Juan Aller

En Septiembre del año 2003 visitó Llamas del Sur el Dr. Juan Aller. El Dr. Aller junto a su equipo de investigación, habían realizado ensayos de congelación de embriones en Argentina, y tenían como resultado el logro de 2 preñeces de hembras transferidas con embriones congelados.

En Llamas del Sur se había estado aplicando el protocolo del Dr. Aller sin éxito. Por ésta razón, su visita era muy importante, ya que podría determinar en qué se estaba fallando. Sin embargo, lamentablemente durante su estadía no se introdujeron cambios fundamentales a lo que ya se estaba haciendo, y a pesar de ejecutar su protocolo al pie de la letra, no se lograron resultados de preñez.

Resultados

1. Conocimiento de las técnicas de colección, procesamiento y congelación de semen utilizadas en Perú, lo que sirvió para adecuar y mejorar las técnicas utilizadas en Llamas del Sur.
2. Mejoramiento de la técnica de vitrificación de embriones con OPS y conocimiento de la metodología utilizada por el Dr. Vajta para la realización de los ensayos de congelación
3. Determinación de la no repetibilidad del protocolo del Dr. Juan Aller en congelación de embriones

2.4 Creación de Centro de Mejoramiento Genético y Biotecnologías Reproductivas de Camélidos (Camel-BioGen)

Esta actividad no se realizó debido a que la utilización de sus instalaciones tenían el requisito previo de un desarrollo exitoso de las técnicas de inseminación con semen congelado y transferencia de embriones congelados, ya que la finalidad de este Centro era la conservación de genes de alta calidad y la colección de semen y embriones en condiciones adecuadas para su exportación. Considerando que el monto destinado a la construcción del centro se elevaba a los \$19.500.000, se decidió construir el Centro solo una vez que se tuviera certeza del éxito de las técnicas mencionadas, lo que lamentablemente no ocurrió durante la ejecución del Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto, se adquirieron algunos equipos que, no habiéndose construido el Laboratorio del Centro de Mejoramiento, fueron utilizados en el Laboratorio de Llamas del Sur, en los ensayos ejecutados para desarrollar las técnicas de inseminación y transferencia de embriones, siendo de gran utilidad para estos efectos. Los equipos adquiridos son:

- Ecógrafo
- Balanza de precisión
- Vórtex
- Agitador magnético
- Estufa de cultivo
- Bidones de nitrógeno líquido
- Bidones de agua destilada

Resultados

- I. Adquisición de equipamiento para laboratorio que contribuyó a la realización de los ensayos de inseminación artificial y transferencia de embriones.

2.5 Creación de Red de Bancos Genéticos Zonales

Producto del retraso en el desarrollo de las técnicas de inseminación con semen congelado y congelación de embriones, no fue posible crear la Red de Bancos Genéticos Zonales tal como se había planteado en el Proyecto. Sin embargo, se realizaron diversas actividades dirigidas a cumplir en parte algunos de los objetivos planteados:

2.5.1 Bancos Genéticos Zonales de Putre y San Pedro de Atacama

a) Selección de reproductores

El objetivo de esta actividad era seleccionar animales con genes de alto valor, utilizables para recuperar y potenciar el patrimonio genético existente en las zonas de Putre y San Pedro de Atacama. De esta forma los ganaderos podían ver en terreno y en su propio rebaño, cuáles animales eran valiosos, lo que los estimulaba a mantenerlos como reproductores, cuidando de no carnearlos o castrarlos en el caso de los machos.

Durante el Proyecto se seleccionaron tanto machos como hembras, los que a su vez fueron utilizados durante las actividades realizadas en los acopios de Putre y San Pedro de Atacama.

La selección se realizó en base a lo descrito en el Manual de Manejo Reproductivo y Genético, utilizando principalmente los siguientes criterios:

- a) conformación correcta
- b) aplomos correctos
- c) ausencia de defectos genéticos visibles
- d) dientes y mordida correcta
- e) antecedentes de la descendencia y otros parientes (en caso de ser posible)

La identificación de los reproductores seleccionados se realizó usando un autocrotal numerado.

b) Habilitación de recintos de acopio

Para poder realizar las actividades, fue necesario acondicionar lugares para mantener a los animales seleccionados durante por lo menos un mes. Para esto fueron construidos corrales especiales en el Centro Internacional de Estudios Andinos de la Universidad de Chile en Putre (INCAS) y en el Liceo Agrícola Lican Antai de San Pedro de Atacama.

c) Acopio de los animales

Los animales seleccionados de los distintos rebaños fueron transportados a los respectivos lugares de acopio. Una de las Médico Veterinario del Proyecto se trasladaba entonces al sector para ejecutar las actividades programadas. Tras una primera experiencia en Putre, se determinó que era indispensable que los animales contaran con un período de adaptación, principalmente para efectos de libido de los machos. Otro problema observado en el caso de Putre, fue que los animales no contaban con el suficiente espacio para moverse, lo que

sumado al cambio de alimentación (bofedal a heno de alfalfa) produjo la enfermedad y muerte de algunos animales que no pudieron adaptarse a las nuevas condiciones de manejo. La muerte de estos animales fue debidamente indemnizada a cada propietario.

d) Montas dirigidas

La principal actividad ejecutada durante el acopio de los animales fue la realización de montas dirigidas. El objetivo era introducir sangre nueva a cada rebaño, de forma de evitar la consanguinidad y los efectos negativos que ésta tiene sobre un rebaño. Para esto, las hembras seleccionadas de un rebaño eran cubiertas con un macho proveniente de otro rebaño, en lo posible además, que contara con características deseables por el dueño de la hembra (color, cobertura de fibra, etc). Como se mencionaba en el punto anterior, en Putre, la realización de las montas dirigidas se vio afectada principalmente por una baja del líbido de los machos producto del cambio de ambiente, lo que disminuyó mucho el éxito de esta actividad. En el caso de San Pedro de Atacama, la principal dificultad fue que muchas de las hembras se encontraban preñadas al momento de realizar la selección, lo que no pudo ser evitado, ya que si se hubiera esperado más tiempo, los animales habrían sido trasladados a la precordillera a lugares inasequibles para realizar la selección.

e) Intercambio de reproductores

Siguiendo los consejos otorgados durante las capacitaciones, dos ganaderos de la región de Atacama realizaron un intercambio de machos por un año, con el objetivo de introducir sangre nueva en sus rebaños.

Por su parte, en la primera región, se crearon dos comisiones de ganaderos, una del sector Visviri y una del sector Caquena, cuyo objetivo era organizar un intercambio de reproductores para la próxima temporada 2004. Esta iniciativa cuenta además con el apoyo del SAG Arica, quienes se ofrecieron para cooperar con el traslado de los animales, aprovechando los viajes que de por sí realiza el SAG en la zona.

f) Colección y transferencia de embriones

En un hecho histórico para la zona de San Pedro de Atacama, una hembra se preparó como donante de embriones. A los 7 días de haber sido cubierta se le hizo un lavado uterino recuperándose 1 embrión de excelentes características. Éste fue debidamente procesado y luego transferido en una hembra seleccionada como receptora por presentar agenesia de orejas. Lamentablemente no se desarrolló preñez en esta hembra. Por su parte, en el sector de Putre se realizaron 3 colecciones de embriones, lamentablemente sin éxito.

g) Colección y congelación de semen

En el acopio de San Pedro de Atacama, los 4 machos existentes aceptaron la colección de semen mediante vagina artificial sujeta por operador, obteniéndose eyaculados de 3 de ellos. Se realizaron un total de 7 intentos de colección, y el semen obtenido fue evaluado solamente en sus aspectos macroscópicos, por no contarse con el equipamiento necesario para una evaluación más detallada. Los eyaculados de buena calidad macroscópica fueron

congelados de manera rutinaria y guardados en un tanque de nitrógeno líquido. Este tanque fue enviado por bus a Llamas del Sur, donde se procedió a descongelar algunas muestras para evaluar los resultados, tras lo cual solo 1 de ellos presentó motilidad. Esta actividad no pudo realizarse en Putre, debido al escaso líbido de los machos.

h) Identificación de crías nacidas de montas dirigidas

En la segunda región se tuvo noticia de al menos 6 crías nacidas producto de las montas dirigidas realizadas en el acopio de San Pedro de Atacama. Por su parte en la primera región, se tuvo noticia de al menos dos crías nacidas producto de las montas realizadas durante el primer. Los resultados de las montas dirigidas del segundo acopio no alcanzaron a conocerse, ya que las crías aún no habían nacido al momento de realizarse el último viaje al sector.

i) Acciones sanitarias

A todos los animales acopiados se le tomó una muestra de sangre, que fue enviada al laboratorio del SAG en Santiago, para análisis de Brucelosis, Leucosis y Leptospirosis. Además, se les aplicó una dosis de Dectomax para control de parásitos internos y externos.

Resultados

1. Selección de 55 reproductores en la I Región (8 llamas y 47 alpacas) y de 46 llamas en la II Región
2. Habilitación de corrales de acopio en el Centro Internacional de Estudios Andinos de la Universidad de Chile en Putre (INCAS) y en el Liceo Agrícola Lican Antai de San Pedro de Atacama.
3. Acopio de 33 alpacas + 4 llamas en Putre y 20 llamas en San Pedro de Atacama en el año 2002; acopio de 32 alpacas y 2 llamas alpacas en Putre el año 2003.
4. Realización de montas dirigidas con los animales acopiados en Putre y San Pedro de Atacama
5. Intercambio de reproductores entre 2 ganaderos participantes del Proyecto en la II Región
6. Creación de comisiones para organizar un intercambio de reproductores entre ganaderos de la zona de Visviri y entre ganaderos de la zona de Caquena
7. Realización de las primeras 4 colecciones de embriones en la I y II regiones, con la obtención de un embrión en San Pedro de Atacama, que fue transferido sin resultados de preñez

8. Realización de 7 colecciones de semen en San Pedro de Atacama, con obtención de 5 eyaculados que fueron congelados, uno de los cuales presentó motilidad pos descongelación
9. Nacimiento de crías producto de las montas dirigidas realizadas en Putre y San Pedro de Atacama. Estas crías resultaron ser de buena calidad, lo que ayudó a demostrar en terreno a los ganaderos propietarios los beneficios de un buen manejo de sus animales, realizando acciones sencillas como la rotación de machos y montas dirigidas.
10. Los resultados obtenidos de las muestras de sangre indican la ausencia de Brucelosis y Leucosis en los animales muestreados en ambas regiones, pero una gran incidencia de Leptospirosis en los animales de la I región.

2.5.2 Banco Genético Zonal Pirque

Las actividades relacionadas con el Banco Genético Zonal de Pirque se iniciaron en Marzo del año 2002.

Para dicho propósito se tomó contacto con la Pontificia Universidad Católica de Chile, a través de su Proyecto de Cría en Cautiverio del Guanaco, estableciéndose la conveniencia de realizar primeros ensayos de adaptación a guanacos de la técnica de colección de embriones.

Con este objetivo viajó a Santiago la Dra. Alejandra von Baer, donde se reunió con el equipo de la Universidad Católica (Médico Veterinario, Agrónomo y Técnico), en primer lugar para conocer el manejo del guanaco y las condiciones de las instalaciones existentes. Es importante destacar que el guanaco es una especie silvestre, por lo que su manejo es mucho más dificultoso que el de llamas y alpacas : se requieren corrales de pastoreo de 1,80 mts. de altura, corrales de manejo totalmente cerrados de por lo menos 2 mts. de altura, mangas de captura especiales para inmovilizarlos y sedación en caso de requerir realizar algún manejo especial.

De un grupo de 10 guanacos hembras, se seleccionaron 4 hembras como donantes de embriones. Para ello se introdujeron las guanacas en la manga de manejo para realizar el examen ecográfico, y determinar el momento óptimo de cubierta, la que fue realizada con el macho que posee el plantel.

De esta forma, se realizaron un total de 3 colecciones de embriones de guanaco. Para esto, la guanaca fue sedada e inmovilizada con lazos. Luego se procedió a la colección de embriones mediante lavado uterino, utilizando la misma técnica desarrollada para llamas y alpacas, lográndose coleccionar 3 embriones (100%). Inmediatamente pos colección, la Dra. von Baer viajó por avión con los embriones a Temuco, donde fueron implantados en llamas receptoras de Llamas del Sur, debidamente preparadas con anterioridad.

Lamentablemente no se pudieron realizar más colecciones, ya que las otras hembras se encontraban destinadas para otros estudios. Por otro lado, el lento desarrollo de la técnica

de inseminación artificial en llamas y alpacas, llevó a postergar los ensayos de colección de semen en guanacos, ya que no tenía sentido intentar estas experiencias sin tener perspectivas de éxito. Además, el hecho de disponer de solo 1 macho reproductor, bastante agresivo, habría dificultado aún más los ensayos.

Finalmente, a fines del año 2002, concluyó el Proyecto que estaba ejecutando la Universidad Católica, por lo que el acceso a los animales se vio dificultado.

Como una forma de poder seguir con los ensayos iniciados, Llamas del Sur decidió solicitar el traspaso de 10 hembras guanaco y el arriendo de un macho desde uno de los predios de la Universidad Católica. Este traspaso se logró concretar en Enero del año 2003, pasando a formar las guanacas parte del Banco Genético Zonal de Llamas del Sur. Los pasos seguidos para la ejecución del traspaso se describen más adelante en el punto 2.5.3.

Resultados

1. Conocimiento del manejo general de guanacos en cautiverio.
2. Realización de 3 colecciones de embriones de guanaco, resultado de gran importancia, ya que no se cuenta con antecedentes de que esto se haya realizado anteriormente en otra parte.
3. Logro de un 33% de preñez (1 de 3 embriones) de embriones de guanaco transferidos a llama receptora. Aunque no es un porcentaje muy alto, este resultado es un gran éxito, ya que es una experiencia inédita. Además, debe considerarse que el embrión debió estar aproximadamente 6 horas en cultivo a temperatura ambiente para poder transportarlo de Santiago a Temuco, por lo que puede esperarse mejores resultados si las transferencias en fresco son directas, es decir, con donante y receptora en el mismo predio. Lamentablemente la llama receptora que estaba preñada, murió de causas desconocidas cuando tenía 5 meses de gestación.

2.5.3 Banco Genético Zonal Llamas del Sur

Al igual que los otros bancos genéticos, el Banco Genético de Llamas del Sur no pudo ser instaurado como se pensaba, producto del retraso en el desarrollo de la inseminación con semen congelado y la transferencia de embriones congelados.

Sin embargo, como una forma de aumentar y mejorar el pool genético existente en Llamas del Sur, se realizaron las siguientes actividades:

a) Compra de llamas y alpacas

Durante el Proyecto se adquirieron llamas y alpacas de muy buena calidad genética, como una forma de complementar el pool genético existente en Llamas del Sur. Estos animales fueron adquiridos tanto en rebaños de la I Región, como en rebaños y Criaderos de la zona sur de Chile.

b) Transferencias de embriones

Los ensayos realizados dirigidos a optimizar la técnica de colección y transferencias de embriones y a desarrollar la técnica de congelación de embriones (punto 2.3.2), produjeron una serie de resultados paralelos muy beneficiosos para el Criadero (ver resultados).

h) Exportación de crías de transferencia de embriones

Gracias a la excelente calidad de las crías obtenidas por transferencia de embriones, 15 de ellas fueron seleccionadas para ser exportadas a Argentina, Guatemala y Unión Europea.

c) Traspaso de guanacos y compra de macho

Para poder tener acceso a guanacos una vez terminado el Proyecto de la Pontificia Universidad Católica, se decidió pedir el traspaso a Llamas del Sur de 10 hembras guanaco, además del arriendo de un macho. Como estos animales perteneces al Estado de Chile, no podían ser vendidos a Llamas del Sur.

El primer paso fue inscribir a Llamas del Sur en el Registro Nacional de Tenedores de Fauna Silvestre, para lo cual se envió la documentación requerida datos del predio, rol, plano de ubicación, características e identificación de la especie, medidas de manejo a que será sometida, etc.

Para poder inscribirse era indispensable además contar con las instalaciones apropiadas para los guanacos. Es así como se procedió a la habilitación de un recinto especialmente diseñado para la tenencia de estos animales, considerando su carácter silvestre. De esta manera se cercaron 5 potreros en una superficie total de 2,2 hectáreas, con cercos de 2 metros de alto, en malla Ursus de 1,4 metros y tres hebras de alambre liso galvanizado N° 12. Además se construyó un área de manejo, que cuenta con un galpón de aproximadamente 9 x 12 metros, con manga, tijera y un sector para guardar los animales en caso de mal tiempo. En el potrero destinado al macho también se construyó una mediagua como resguardo. Finalmente fue necesario instalar una bomba para llevar agua hasta los potreros y el galpón de manejo.

El arribo de los animales se produjo en Febrero del año 2003. Todos los guanacos llegaron en muy buenas condiciones y fueron dejados tranquilos para que se adaptaran a su nuevo ambiente.

Lamentablemente el macho que se trajo desde Santiago resultó tener un libido muy bajo. Durante los 10 meses que estuvo en Llamas del Sur no cubrió a ninguna hembra, a pesar de que se intentara estimularlo de varias formas: presentándole una hembra en período óptimo para ser cubierta, dejándolo solo con varias hembras durante varias semanas, realizando una monta de una llama en el corral contiguo al cual él estaba con una hembra, etc. Esta fue la razón por la cual no pudieron continuarse los primeros ensayos realizados en Pirque en el año 2002.

Por otro lado, 2 de las hembras que llegaron a Llamas del Sur se encontraban preñadas. Una de ellas abortó a causa de una diarrea muy fuerte. La segunda parió un macho en Diciembre del 2003, cría que se encuentra en excelentes condiciones.

A fines del año 2003, se decidió comprar un nuevo macho en un Criadero de la 5ª región, con el objetivo de poder cruzar algunas hembras y de poder realizar algunas transferencias de embriones una vez finalizado el Proyecto. Hasta ahora, este guanaco, si bien es mucho más joven que el otro macho, a mostrado un mayor líbido, por lo que se espera poder desarrollar esta línea en el futuro cercano.

Para aprender sobre el manejo correcto de guanacos en cautiverio y para el diseño de la infraestructura se contó con la asesoría del Médico Veterinario José Luis Riveros y del Agrónomo Benito González, ambos expertos en el tema.

d) Inscripción de llamas y alpacas en Registro Genealógico Oficial

Durante toda la ejecución del Proyecto, se realizó la inscripción de llamas y alpacas de Llamas del Sur en el Registro Oficial de Camélidos de SOFO Temuco. Para inscribir los animales, estos eran revisados por la Dra. Nora Prehn en presencia del señor Rodolfo Pinilla, quien actuaba como Ministro de Fe por parte de SOFO. Los animales eran fotografiados y se les tomaba una muestra de fibra para su análisis de calidad.

Resultados

1. Adquisición de llamas y alpacas de muy buena calidad para ampliar la diversidad genética de Llamas del Sur.
2. Nacimiento, producto de las transferencias de embriones realizadas durante el Proyecto, de 24 crías vivas de llamas y 8 de alpaca, todas ellas de muy buena o excelente calidad.
3. Aumento en la velocidad del mejoramiento genético programado en Llamas del Sur, gracias a la mayor cantidad de crías de buena calidad. Esto se logra ya que la transferencia de embriones permite obtener más de una cría al año de las mejores hembras, junto con utilizar a las hembras de mala calidad como receptoras de embriones.
4. Conservación de material genético en Llamas del Sur: si bien no se ha logrado aún la congelación de embriones, gracias a la transferencia de embriones se logró conservar material genético en Llamas del Sur de dos formas: 3 hembras que fueron utilizadas como donantes de embriones murieron por distintas causas, y, como sus embriones estaban siendo gestados por llamas receptoras, éstos nacieron y se criaron sin ningún problema, permitiendo recuperar algo de la genética perdida con la muerte de la madre. Por otro lado, 2 hembras utilizadas como donantes, fueron exportadas a Argentina, pero sus embriones nacieron meses más tarde en Llamas del Sur, lo que permitió conservar esa línea de reproductores.

5. Exportación de un total de 15 crías de transferencia de embriones:
 - b) 4 alpacas a Argentina
 - c) 1 alpaca y 1 llama a Guatemala
 - d) 1 alpaca y 8 llamas a la Unión Europea (recientemente)
6. Capacitación del equipo de Llamas del Sur en manejo de guanacos en cautiverio (infraestructura necesaria, manejo sanitario, inmovilización, esquila, etc).
7. Traspaso a Llamas del Sur de 10 guanacas hembras y arriendo de un macho
8. Nacimiento de la primera cría de guanaco en Llamas del Sur
9. Compra de guanaco macho en Criadero de la 5ª región
10. Inscripción de 28 llamas y 20 alpacas en el Registro Genealógico SOFO

2.6 Introducción de prácticas básicas de Mejoramiento reproductivo y genético en rebaños altoandinos

2.6.1 Visita a rebaños y evaluación de los animales:

Previa coordinación con los ganaderos, se visitaron y evaluaron rebaños de llamas y alpacas de la I y II región, tanto al comienzo como al final del Proyecto. El objetivo de la primera evaluación fue conocer tanto la calidad de los animales de rebaños de la zona, con sus principales potencialidades y defectos presentes, como también las medidas de manejo a la que estos animales eran sometidos. El objetivo de la segunda evaluación fue determinar el impacto provocado por el Proyecto en los respectivos rebaños altoandinos.

La evaluación de los rebaños se realizó utilizando una pauta de evaluación especialmente diseñada para ello. El sistema de evaluación consistió en la observación del rebaño en general y luego de los animales en forma particular, atendiendo a su composición (especie y tipo de animal), conformación fenotípica (tamaño, aplomos, etc.), características de la fibra (color, cobertura, etc.) y presencia de defectos genéticos. Además, en paralelo, se efectuaban preguntas a los ganaderos tendientes a conocer las medidas de manejo de selección, reproductivas y sanitarias utilizadas en cada rebaño.

Los rebaños de alpacas eran casi en su totalidad del tipo Huacaya, encontrándose muy pocos ejemplares del tipo suri y solo en 2 rebaños, por lo que varios ganaderos manifestaron su interés por la inclusión de alpacas Suri en sus rebaños. Los rebaños de llamas eran de ambos tipos, K'Cara (pelada) y Chaku (lanuda).

2.6.2 Charlas de inducción

Al final de la evaluación inicial de rebaños, se conversó con cada ganadero y sus familiares sobre la importancia productiva y económica que tienen para ellos el poseer ganado con características positivas y sin defectos genéticos y la utilidad de las medidas básicas de manejo. El objetivo fue crear confianzas y lograr un interés de parte de los ganaderos en participar de las actividades del Proyecto.

Cabe destacar que cada año se presentaban en ambas regiones nuevos interesados en participar del Proyecto.

2.6.3 Diseño e impresión de Manual de Manejo Reproductivo y Genético

En el año 2001, el equipo de Llamas del Sur diseñó un Manual de Manejo Reproductivo y Genético de Llamas y Alpacas. Este Manual fue elaborado de la forma más didáctica posible, con gran cantidad de ilustraciones, de forma que incluso personas analfabetas pudieran utilizarlo.

Los principales contenidos del Manual son:

- Anatomía y fisiología reproductiva de la hembra
- Anatomía y fisiología reproductiva del macho
- Defectos genéticos

- Selección de reproductores, con guía ilustrada para la selección de llamas y alpacas
- Medidas básicas de manejo reproductivo y genético
- Registros y su utilización
- Biotecnologías reproductivas

2.6.4 Entrega y explicación de Manual de Manejo Reproductivo

En cada visita a rebaños, durante las capacitaciones o eventos en que participaban ganaderos, se procedió a entregar y explicar los contenidos del Manual de Mejoramiento Genético y Reproductivo diseñado por Llamas del Sur en el marco del Proyecto.

El objetivo era que éste sirviera de guía para que cada ganadero pudiera seleccionar sus animales de acuerdo a las principales características genéticas positivas y negativas, así como aplicar las medidas de manejo apropiadas para fortalecer las primeras y reducir las últimas.

Al entregar el Manual, éste era además explicado en forma muy didáctica, con ejemplos en terreno de ser posible, de manera de estimular a los ganaderos a usarlo, incluso a aquellos que fueran analfabetos.

Por otro lado, algunos ejemplares fueron donados a la Bibliotecas de Putre y a la Biblioteca del Liceo Agrícola Lican-Antai de San Pedro de Atacama. Además, con ocasión de ceremonias y reuniones con autoridades, se aprovechó de entregar a éstas ejemplares del Manual. Finalmente, en el SAG de Arica quedaron algunos ejemplares disponibles para ser entregados a ganaderos interesados.

2.6.5 Capacitaciones

Tanto en la I como en la II región, se realizaron durante la ejecución del Proyecto dos actividades de capacitación:

Capacitaciones en terreno: durante las distintas visitas a los rebaños, se aprovechó de conversar en forma directa con cada ganadero y analizar en forma constructiva su rebaño, la calidad de sus animales y las normas de manejo practicadas. El objetivo era que cada ganadero observara, comprendiera y aprendiera en su propio rebaño, las bases de la selección de reproductores y medidas básicas de manejo reproductivo dirigidas a mejorar la calidad y producción de sus animales.

Cursos de Capacitación: se realizaron cursos de una jornada dirigidos principalmente a los ganaderos participantes del Proyecto, pero abiertos a todo el público. Para lograr reunir a los distintos participantes, fue necesario organizar movilización para llevarlos a Putre o San Pedro de Atacama según correspondiera, además de proporcionarles almuerzo. Los principales contenidos de los cursos fueron:

- diversos usos tradicionales y no tradicionales de llamas y alpacas
- importancia económica de la producción de animales de buena calidad
- defectos genéticos más comunes en los camélidos

- medidas básicas para mejorar la calidad de los rebaños: (selección de reproductores, evitar cruza interespecie, eliminación de animales con defectos genéticos, realización de montas dirigidas, evitar la castración de machos de buena calidad, rotación de machos, utilización de registros)
- biotecnologías reproductivas (inseminación artificial: qué es, beneficios y condiciones para su aplicación; transferencia de embriones: qué es, beneficios y condiciones para su aplicación)

Demostración de amanse: en San Pedro de Atacama se le realizó una demostración de amanse de llamas, dirigido principalmente a los estudiantes del Liceo Agrícola y a los ganaderos que estuvieran interesados. El objetivo era mostrar lo sencillo y práctico que es amansar llamas, pudiendo ser de gran ayuda para el manejo de los animales tanto en los rebaños como para fines comerciales y turísticos.

2.6.6 Inscripción de animales de rebaños altoandinos en Registro Genealógico SOFO-ACASUR

El objetivo de esta actividad era introducir gradualmente una cultura de valoración de la calidad genética, junto con otorgar mayor prestigio y un potencial mayor precio de venta a los ganaderos propietarios de estos animales. De esta forma además se estimula a los ganaderos a mejorar la calidad de sus animales, para lograr tener más “animales inscritos”.

Para registrar un animal, éste era cuidadosamente examinado por una de las Médico Veterinario de Llamas del Sur, haciendo hincapié en que el animal correspondiera con las características descritas para la especie correspondiente, tuviera una muy buena conformación fenotípica, ausencia de problemas cardíacos a la auscultación, ausencia de defectos genéticos visibles y ausencia de defectos genéticos en sus crías en el caso de ser conocidas. Además, el animal era fotografiado y se le tomaba una muestra de fibra. Durante este proceso participaba además un Ministro de fe, usualmente un funcionario del SAG. Cada ganadero debía además ponerle un nombre a su Criadero y a cada animal inscrito.

Los antecedentes fueron entregados luego en la oficina de SOFO-Temuco, quienes son los encargados y responsables del Registro de Camélidos SOFO-ACASUR.

Finalmente, los Certificados de Registro fueron entregados a los ganaderos correspondientes en Ceremonias Oficiales que fueron organizadas conjuntamente con el SAG de cada región, o bien en forma directa a los propietarios.

Resultados

1. Realización de 15 evaluaciones de rebaños de llama y 23 rebaños de alpaca en la I Región, y de 14 rebaños de llama en la II Región, con las siguientes conclusiones:

En las evaluaciones realizadas en los primeros años del Proyecto, se pudo constatar un grado muy avanzado de degradación genética, con una incidencia entre alta a moderada

de defectos genéticos (ojo zarco, prognatismo, agenesia, polidactilia y en menor grado criptorquidea y cola torcida). Sin embargo, una parte de los rebaños evaluados, contaba también con ejemplares de muy buena calidad, que podrían utilizarse en programas sistemáticos de selección de reproductores.

Por el contrario, en la evaluación final realizada, en general se observaron rebaños con animales sanos y correctos, algunos de muy buena calidad y con un bajo porcentaje de defectos genéticos. Esto sin duda indica que las medidas de manejo y selección que fueron enseñadas durante el Proyecto fueron acogidas en buena medida, teniendo un positivo efecto, mejorando la calidad general de los rebaños.

2. Realización de charlas de inducción durante las evaluaciones de rebaño, con la consiguiente motivación de los ganaderos a participar en el Proyecto.
3. Diseño e impresión de 500 ejemplares de Manual de Manejo Reproductivo y Genético.
4. Entrega y explicación del Manual de Manejo Reproductivo y Genético a ganaderos, representantes de servicios públicos y autoridades de la I y II región.
5. Realización de 38 capacitaciones en terreno a ganaderos y sus familias con apoyo del Manual de Manejo Reproductivo y Genético, con ocasión de las evaluaciones de rebaño.
6. Realización de 2 cursos de capacitación en Putre y 1 en San Pedro de Atacama, con aproximadamente 45 personas capacitadas.
7. Realización de un curso de amanse de llamas en San Pedro de Atacama.
8. Inscripción de 23 llamas y 37 alpacas de rebaños altoandinos, pertenecientes a ganaderos de la I y II Región.
9. Entrega de los certificados de Inscripción en el Registro SOFO-ACASUR en ceremonias con autoridades.

2.7 Actividades de difusión

a) Visitas a Llamas del Sur

Durante el desarrollo del Proyecto, se produjo la visita de distintos grupos de personas a Llamas del Sur, ocasión que se aprovechó para explicar el Proyecto SAG y la importancia del desarrollo de las Biotecnologías reproductivas, mostrar los animales y las instalaciones del Laboratorio y galpones.

Algunas de las principales visitas fueron:

- Grupos de estudiantes de diversos cursos y carreras de la universidad de La Frontera, Universidad Católica de Temuco, Universidad de Concepción e Inacap Valdivia.
- Grupos de turistas de Suiza, Eslovaquia, Francia, Estados Unidos, Alemania, entre otros.
- Ganaderos de camélidos de la I Región, como parte de una gira FIA
- Director INDAP IX Región, junto con un grupo de agricultores usuarios de INDAP de la zona.
- Médicos Veterinarios del Gobierno de Guatemala
- Rector y Decano de la Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinarias de la Universidad Católica de Temuco.
- Representantes de Atlantic Alpacas, criadero de alpacas de Inglaterra
- Grupo de agricultores de GTT Sofo Temuco

b) Apariciones en la prensa

En variadas ocasiones aparecieron reportajes sobre actividades relacionadas con el Proyecto en diversos medios de prensa:

- TVN Red Araucanía
- Revista del Campo Sureño
- Diario La Estrella de Arica
- Radio Bio-Bio

c) Presentaciones en Congresos

Como una forma de difundir los logros alcanzados en el desarrollo de las biotecnologías reproductivas, se presentaron trabajos en distintos Congresos relacionados con el tema camélidos, los que fueron además publicados en los respectivos libros resúmenes. Los principales son:

- Seminario sobre Innovación en el rubro Camélidos, organizado por FIA en Arica y Santiago, 2001 (2 trabajos orales)
- Reunión anual de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones realizado en Foz de Iguazú, 2002 (2 posters)
- Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, realizado en Viña del Mar, 2003 (2 trabajos orales)

- Congreso Mundial de Camélidos, realizado en Potosí, Bolivia (2 trabajos publicados, no se pudieron presentar por postergación de la fecha del Congreso)

Por otra parte, en la zona Norte se tuvo en algunas ocasiones acceso a Encuentros Ganaderos y reuniones de Juntas de Vecinos, en las que se aprovechó de difundir las actividades relacionadas con el Proyecto en la zona Norte y explicar brevemente las ventajas de un adecuado manejo reproductivo y genético.

d) Información a autoridades de I y II Región

Al iniciar el Proyecto, se le envió una versión resumida del Proyecto a autoridades y representantes de los organismos públicos de la I y II Región, con el objetivo de que conocieran el Proyecto y realizaran sugerencias en caso de considerarlo pertinente.

Además, durante el proyecto, se intentó mantener permanentemente informados a las autoridades de la zona. Esto se logró muy exitosamente en la I región, en gran parte gracias al apoyo brindado por el SAG Arica y el supervisor del Proyecto Dr. Leonardo Turra. Por el contrario, en la segunda región la comunicación fue menos fluida, a pesar de lo cual se logró establecer un buen contacto con el Proyecto Orígenes de San Pedro de Atacama, quienes están interesados en realizar algunas actividades que le darían continuidad al Proyecto.

3. FINALIZACIÓN DEL PROYECTO



Como se describió en el punto 2, el presente Proyecto ha logrado importantes resultados lo largo de su ejecución, entre los cuales cabe destacar:

- ser el único Criadero de Camélidos del país que se encuentra bajo control oficial d SAG y libre de Brucelosis, Leucosis y Tuberculosis
- obtención de las primeras crías de inseminación artificial en llamas
- manejo rutinario de la técnica de transferencia de embriones en fresco, con tasas d preñez que bordean el 70%
- exportación de crías producidas por transferencia de embriones a Estados Unidos Guatemala, Argentina y Unión Europea
- realización de primeros ensayos de transferencia de embriones en guanacos
- edición y distribución de Manual de Mejoramiento Genético y Reproductivo de Camélidos Sudamericanos
- capacitación de ganaderos e introducción de prácticas de manejo reproductivo en rebaños altoandinos de la primera y segunda región
- inscripción de reproductores de llamas y alpacas de rebaños altoandinos de la primera y segunda región en Registro Genealógico de SOFO-ACASUR

Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos realizados, el equipo de Llamas del Sur se ha encontrado ante la incapacidad técnica de obtener resultados concretos en materia de inseminación con semen congelado y de transferencia de embriones congelados. Cabe destacar que no se tiene certeza de que a nivel mundial alguien haya realmente logrado superar estas dificultades técnicas, ya que se trajeron a Llamas del Sur diversos expertos en materia de biotecnologías reproductivas de camélidos, no pudiendo obtener resultados concretos.

El desarrollo exitoso de ambas técnicas es fundamental para la ejecución de las actividades descritas en el Proyecto, relacionadas con el logro de algunas de las metas planteadas, como son la creación de Centro de Mejoramiento Genético y Biotecnologías Reproductivas (*Camel-BioGen*), la creación de Red de Bancos Genéticos Zonales de Camélidos y la exportación de Semen y Embriones Criopreservados.

Producto de la imposibilidad técnica de obtener preñeces con semen o embriones congelados, y de la por ende imposibilidad de ejecutar algunas de las actividades relacionadas con los objetivos mencionados, se realizaron reuniones entre los Supervisores del Proyecto (SAG) y el equipo de Llamas del Sur, con el objetivo de evaluar la continuidad del Proyecto. En estas reuniones se consideró prudente y responsable dar por finalizado el Proyecto en Diciembre del año 2003, ya que no se tenía certeza de lograr una solución a la problemática presentada en el corto plazo.

4. EQUIPOS DE TRABAJO

Durante el periodo de ejecución del Proyecto, el equipo de trabajo permanente de Llamas del Sur estuvo compuesto por las siguientes personas:

- Dr. Heirich von Baer von Lochow: Jefe de Proyecto
- Alicia Hepp Kuschel: Encargado de Rebaño
- Leonor von Baer Hepp: Médico Veterinario del Proyecto a cargo de la línea de semen, PABCO y de las actividades realizadas en la II Región
- Pamela Poblete: Médico Veterinario reemplazante de Leonor von Baer durante el año 2003; a cargo de la línea de semen, PABCO y de las actividades realizadas en la II Región
- Alejandra von Baer Hepp: Médico Veterinario del Proyecto a cargo de la línea de embriones, adaptación de biotecnologías a guanacos y de las actividades realizadas en la I Región
- Karin von Lochow von Lochow: secretaria contable
- Marcelo Salas Vidal: obrero ayudante para las actividades realizadas con animales en Llamas del Sur

Además, se contó con la asesoría y colaboración esporádica de las siguientes personas e instituciones:

- Dr. Marcelo del Campo: Médico Veterinario asesor en el desarrollo de las biotecnologías reproductivas
- Carlos Pacheco: Médico Veterinario de IC Pronorte-Arica, quien colaboró en las actividades realizadas en la I Región en el año 2002
- Consultora IC Pronorte y Constantino Llusco: contactos en la I región que colaboraron en el contacto con los ganaderos y en la realización de las actividades programadas para esa zona
- Miguel Cortés: contacto en la II Región, quien colaboró en el contacto con los ganaderos y en la realización de las actividades programadas para esa zona
- José Luis Riveros y Benito González: Médico Veterinario y Agrónomo asesores en materias relacionadas con guanacos

5. RECURSOS UTILIZADOS

A continuación se presenta un resumen de los recursos utilizados durante los tres años de ejecución del Proyecto:

AÑO	FONDO SAG (\$)	ADJUDICADO (\$)	TOTAL
2001	48.530.992	31.420.583	79.951.575
2002	30.870.719	29.556.412	60.427.131
2003	29.877.676	21.954.468	51.832.144
TOTAL	109.279.387	82.931.463	192.210.850
%	56,85	43,15	100

6. CONCLUSIONES

Si bien el presente Proyecto no pudo lograr todas las metas propuestas y debió finalizarse en forma anticipada producto de las dificultades técnicas presentadas durante su ejecución, los avances y resultados logrados, así como otros beneficios indirectos, son de gran importancia tanto para Llamas del Sur como para la producción y ganadería de camélidos del país.

Reconocimiento de Llamas del Sur

La ejecución de este Proyecto le permitió a Llamas del Sur un reconocimiento a nivel nacional e internacional tanto como criadero de excelencia, como también como centro de investigación de Biotecnologías reproductivas. Durante todo el proyecto se puso un gran énfasis en la difusión de las actividades que se estaban realizando y de los resultados obtenidos hasta la fecha, lo que llevó a la participación en varios seminarios y congresos nacionales e internacionales.

La seriedad y solidez mostrada por el equipo de Llamas del Sur, así como la infraestructura de laboratorio, galpones y potreros y la calidad, número y variabilidad de animales existentes, ha puesto a Llamas del Sur en una posición privilegiada, que le permite combinar la producción con la investigación. Esto ha llevado a que varias universidades, institutos y profesionales del área, estén interesados en trabajar y realizar estudios junto con Llamas del Sur.

Status sanitario

Gracias a las actividades relacionadas con el PABCO-Camélidos y la práctica de las buenas normas de manejo sanitario aplicadas en Llamas del Sur, hoy en día nuestro Criadero cuenta con un muy buen status sanitario. Esto, aparte de los beneficios productivos que tiene, facilita enormemente los movimientos de animales dentro del país, la participación en exposiciones y los contactos con el extranjero en lo referente a exportaciones y trabajos de investigación.

Biotecnologías reproductivas

A pesar de no haber obtenido resultados exitosos en cuanto a la obtención de preñeces con semen y embriones congelados, los avances que se lograron en el desarrollo de las técnicas de colección de semen e inseminación artificial y de colección y transferencia de embriones son muy relevantes, permitiendo un manejo rutinario de estas técnicas en fresco.

En especial, la técnica de transferencia de embriones en fresco ha permitido a Llamas del Sur la obtención de un gran número de crías de excelente calidad, las que han sido tanto exportadas como mantenidas en el Criadero como reproductores, permitiendo una mayor velocidad de mejoramiento genético. Esto sin duda ha sido de gran importancia económica para nuestra empresa.

Para Llamas del Sur es muy importante perseverar en el desarrollo de las Biotecnologías reproductivas, por lo que se tienen intenciones de continuar realizando ensayos hasta lograr resultados de preñeces con semen y/o embriones congelados. Esto permitiría a la empresa una mayor solvencia económica en el futuro, gracias a la exportación de genética en forma de semen y embriones y no de animales vivos en pie. Los avances obtenidos y el conocimiento adquirido durante la ejecución del presente Proyecto son elementos muy importantes como base para continuar los ensayos y lograr en un futuro próximo la solución de las problemáticas mencionadas.

Aplicación de Biotecnologías a Guanacos

Los primeros ensayos de transferencia de embriones en fresco realizados en guanacos permitieron demostrar la factibilidad de aplicar esta biotecnología a esta especie. Sin embargo, debe considerarse el carácter silvestre de estos animales, lo que hace que su comportamiento no sea siempre el esperado, principalmente en lo relacionado al libido de los machos. Por esta razón, es necesario plantearse metas a un mayor plazo de tiempo, de forma de permitir que los animales se adapten en forma paulatina a un nuevo medio ambiente y a las técnicas reproductivas. Además debe considerarse el escaso número de guanacos que hoy en día se manejan en cautiverio, lo que no permite realizar una selección y utilizar solamente a aquellos animales con mejor carácter y disposición.

Sin embargo, creemos que la realización de transferencia de embriones de guanacos a receptora llama, podría ser una técnica sencilla y económicamente rentable para aumentar el número de guanacos que hoy en día existen en cautiverio.

Por otro lado, creemos que el desarrollo de la inseminación artificial en guanacos puede llevar algo más de tiempo, principalmente por las dificultades presentadas para la colección de semen. Probablemente una vez que esté exitosamente desarrollada la técnica de inseminación con semen congelado en llamas y alpacas, la inseminación en guanacos cobrará una mayor importancia, ya que permitiría intercambiar material genético entre Criaderos, sin necesidad de transportar un animal.

Impacto en la I y II Región

Todas las actividades realizadas en la I y II Región permitieron conocer la realidad actual de la ganadería de camélidos de la zona, en cuanto a calidad genética de los animales, como también al manejo al que son sometidos.

Existe un gran interés de los ganaderos altiplánicos por mejorar la calidad de sus rebaños, lo que debe ir de la mano con la realización de medidas de manejo sencillas como son la selección de reproductores, el descarte de los animales defectuosos, la rotación de machos y el uso de Registros. La realización de los cursos de capacitación, las capacitaciones en terreno, la entrega del Manual de Manejo Reproductivo y Genético y la realización de montas dirigidas contribuyeron en gran medida a que varios ganaderos aprendieran los conceptos básicos para ejecutar estas medidas de manejo y los beneficios que ello produce. Gracias a estas capacitaciones y al Manual, los ganaderos se encuentran en condiciones de realizar en forma independiente estas medidas de manejo. Por otro lado, la inscripción de

animales en el Registro Genealógico Oficial de Camélidos fue un factor de estímulo para que los ganaderos valoraran sus animales y se esforzaran aún más en tener animales de buena calidad.

Es importante destacar que para una futura aplicación de un plan de inseminación o de transferencia de embriones en la zona altiplánica, es básico y de gran importancia que los ganaderos participantes manejen sus animales en forma adecuada y en lo posible lleven registros confiables.

Sin embargo, sería muy importante complementar las actividades de mejoramiento genético con el desarrollo del procesamiento y comercialización de los productos y subproductos de llamas y alpacas, de forma de que el tener mejores animales también implique un ingreso para los propietarios. Otras áreas a desarrollar serían la sanidad y la nutrición de los camélidos en la zona altiplánica.

Consideramos de gran importancia que se sigan ejecutando Proyectos o iniciativas tendientes a seguir con programas de Mejoramiento Genético, ya que este es un trabajo reconocidamente de largo plazo. En la I Región los ganaderos participantes en el Proyecto se reunieron en comités con el objeto de organizar un plan de intercambio de machos que cuenta con el apoyo del SAG de dicha región. En la II Región, el Proyecto Orígenes está interesado en continuar con las actividades iniciadas por Llamas del Sur.

Agradecimientos

Finalmente, queremos agradecer al SAG por la confianza y el apoyo brindados a Llamas del Sur, tanto en el financiamiento como en la ejecución de las actividades del Proyecto "Conservación y Mejoramiento del Patrimonio Genético y Sanitario de Camélidos en Chile".

