



## ESTABLECIMIENTO DE BASE DE DATOS UTILIZANDO MARCADORES GENÉTICOS EN ADN, PARA APOYAR LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y RAZAS GANADERAS DOMÉSTICAS EN CHILE

<b>CODIGO PROYECTO</b>	52 – 14 – 400		
<b>AREA ESTRATEGICA</b> (Ámbitos a los cuales se encuentra asociado el desarrollo del proyecto)	Protección y mejoramiento del recurso genético, su adecuación eco-sistémica y biodiversidad.		
<b>ZONA GEOGRAFICA DE EJECUCION</b> (Áreas geográficas en las cuales se desarrolla el proyecto)	todo el territorio nacional		
<b>MONTO ASOCIADO</b> (Monto propuesto para la ejecución del proyecto en pesos)	\$ 341.434.809	<b>SAG</b> (Aporte SAG)	\$ 201.789.784
<b>FECHA DE INICIO DEL PROYECTO</b> (firma de contrato)	Enero, 2001		
<b>FECHA DE TERMINO DEL PROYECTO</b>	Diciembre 2004		
<b>JEFE PROYECTO EJECUTOR</b>	Nombre	Guillermo Del Campo Campos	
	Teléfono	(2) 6396710	
	e-mail	gdelcampo@entelchile.net	
<b>CONTRAPARTE SAG</b>	Nombre	Alejandra Bustos <sup>(1)</sup>	
	Teléfono	—	
	e-mail	—	
Observaciones: (1) Esta persona ya no trabaja en SAG.			

### I PARTICIPANTES

(Son los actores a nivel institucional que participan de forma directa o indirecta en la ejecución del proyecto)

<b>NOMBRE</b> (Empresas o Instituciones)	<b>NATURALEZA</b> (Publico, Privada, Publico-privada)	<b>ROL DENTRO DEL PROYECTO</b> (Responsable – Asociado – Beneficiarios)
Sociedad Nacional De Agricultura - Federación Gremial (SNA)	Privado	Responsable - Beneficiario
Ganaderos chilenos con criaderos de caballos Criollo, ganado bovino y caprino.	Privados	Beneficiarios

## II RESUMEN DEL PROYECTO

(Breve descripción sobre los contenidos tratados en el proyecto)

El diseño y la creación de una base de datos utilizando marcadores moleculares de ADN en algunas especies de importancia para la economía agrícola chilena, contribuye a mejorar el estado del recurso genético animal, ya que actualmente no existe en Chile una base de datos en ADN, de ninguno de nuestros recursos genéticos animales en el área ganadera. Específicamente, no existe una caracterización genética en Chile de caballos criollos ni bovinos, ovinos y caprinos. Lo cual nos daría una ventaja competitiva y sería un paso crucial en la agilización del proceso de exportación.

La industria equina representa una parte importante de la actividad agrícola chilena. Debido a esto, todo proyecto de investigación que ayude a mejorar la salud y a conservar la pureza de la raza en los caballos chilenos, claramente tiene un positivo impacto en el desarrollo social y económico de la economía rural y agraria. Lo mismo ocurre con proyectos de investigación aplicados a otros tipos de animales como vacas, cabras y camélidos, principalmente si estas investigaciones ayudan a mejorar las condiciones de los mismos, con miras a la exportación a mercados con altas exigencias en el control de calidad.

Muchos países actualmente están analizando la posibilidad de solicitar los perfiles de ADN de todos los equinos, caprinos y bovinos que importen. Si este tipo de medidas son adoptadas y Chile quisiera exportar estos productos, se necesitaría contar con técnicas estandarizadas, personal capacitado, infraestructura adecuada, además de contar con las bases de datos en ADN para poder obtener esta información de forma fluida y precisa.

Así como ocurre en otras especies, los caballos tienen problemas hereditarios que incluyen patógenos genéticamente adaptados, enfermedades alérgicas, y desarrollo de enfermedades en huesos y músculos. Debido a que este tipo de problemas no se han resuelto usando las tecnologías de los siglos XIX y XX, se requiere de nuevos enfoques. Estudios recientes llevados a cabo en ganado, ovejas, cerdos y pollos, desarrollados principalmente en EEUU y Europa, demuestran claramente que la investigación exitosa en el siglo XXI involucra la biotecnología genética. Hasta el día de hoy, en el campo de la ganadería, no existe en Chile ninguna iniciativa para incursionar en el área genética, a pesar del positivo impacto que esto podría tener en la calidad y expansión de las respectivas razas.

En el contexto anterior, este proyecto tiene el propósito de apoyar la conservación de la pureza de la raza Criolla, mediante la creación de una base de datos que genera a su vez un certificado del perfil de ADN para cada animal que se inscriba en la Sociedad Nacional de Agricultura, amén de contar a futuro con la tecnología, infraestructura y personal capacitado para incursionar en el área de tipificación de ADN para especies con potencial para la exportación, como ovejas y camélidos. De igual modo, pretende incursionar en un área de gran perspectiva a futuro, como es el mejoramiento genético de las razas para combatir algunas enfermedades o mantener algunas características o rasgos físicos importantes.

## III OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL PROPOSITO DEL PROYECTO

(Meta que se desea alcanzar con el desarrollo del proyecto)

Mejoramiento de la condición de estado del recurso genético animal, mediante el establecimiento de una base de datos de ADN. La primera etapa del proyecto comprende al caballo criollo chileno, y en la segunda etapa comprende al ganado caprino y ganado vacuno.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

(Metas intermedias que se deben cumplir para lograr el objetivo general planteado para el proyecto)

- A. Diseño e implementación de un laboratorio para el análisis de microsatélites en los recursos genéticos naturales. Implementación de la técnica para el análisis.
- B. Diseñar e implementación de una base de datos de ADN, para 12 marcadores genéticos en el caballo Criollo chileno.
- C. Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en el caballo Criollo chileno. Se emitirá un certificado de ADN para asegurar el mejoramiento y conservación de estos recursos.
- D. Diseñar e implementar una base de datos de ADN para algunos marcadores genéticos en ganado caprino y vacuno.
- E. Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de algunos marcadores genéticos en ganado caprino y vacuno.

<b>IMPACTO SOCIAL</b> (Efectos que el proyecto plantea sobre la comunidad en general)	<b>Consumo</b> Velar por maximizar los bienes para el consumo (son todas aquellas mercancías producidas por y para la sociedad en el territorio del país o importadas para satisfacer directamente una necesidad como: alimentos, bebidas, habitación, servicios personales, mobiliario, vestido, ornato, etc.)	
	<b>Crecimiento</b> Hace referencia al aumento de un sector o sectores en particular, que se verán beneficiados a través de la ejecución del proyecto. Es importante destacar que este sector es de interés social a nivel país.	<b>X</b>
	<b>Empleo</b> Impactos sobre la creación y la transformación del empleo.	
	<b>Redistribución de ingreso</b> Valoriza el alcance sobre la distribución de ingresos y riqueza, para lo cual es preciso identificar los agentes sobre los cuales recaen los efectos (positivos y negativos) de la ejecución y operación del proyecto.	
	<b>Necesidades meritorias</b> Corresponde a la mejora de bienes en el ámbito de la salud, educación, defensa, justicia, pureza del medio ambiente, etc. Determina que se haga tan sólo una mención cualitativa como complemento de la evaluación.	<b>X</b>
OBSERVACION: Sin Observaciones		

#### IV DESCRIPCIÓN METODOLOGICA DEL PROYECTO

(Técnicas y conceptos empleados en el desarrollo del proyecto)

TECNICAS Y/O CONCEPTOS	DESCRIPCION
Etapa de recolección de las muestras	Toma de muestras a partir de pelo para las tres especies estudiadas, en un número no menos a diez pelos por animal. Las muestras son puestas en un sobre y enviadas al laboratorio para su análisis.
Etapa de extracción de ADN	1°. Revisión del folículo piloso y estandarización del largo del pelo. 2°. Realización de la digestión enzimática: Adición a la muestra de proteinasa K y soluciones detergentes incubándose a 56°C por 8 hrs. 3° uso de vortex y microcentrífuga. 4° incubación de la muestra.
Etapa de cuantificación de ADN	Determinación de la cantidad de ADN a través de la utilización de un espectrofotómetro UV/VIS.
Etapa de amplificación de ADN	Multiplicación de las zonas donde se encuentran los marcadores por medio de la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR): Marcación por medio de fluocromos. Utilización de la electroforesis para la resolución de los fragmentos amplificados.
Etapa de análisis de resultados	Rescate de los resultados desde el equipo secuenciador, ingreso de los datos en la computadora y análisis de los marcadores y sus respectivos alelos a través del <i>software GeneScan 3.1.2</i> de <i>Applied Biosystems</i> . Uso del <i>software Genotyper 2.5</i> de <i>Applied Biosystems</i> el cual imprime la información en un formato de análisis denominado electroferograma, en el cual procesa los datos ya analizados separando marcador por marcador para la interpretación. Cálculo del porcentaje de paternidad y maternidad a través de la ecuación de Essen-Moller.

## V PLAN DE TRABAJO

(Procesos que se planificaron para el desarrollo del proyecto)

ACTIVIDADES (Actividades que comprende el desarrollo del proyecto)	DURACION (Tiempo que se emplea en el desarrollo de la etapa en meses)
Diseño e implementación del Laboratorio	Enero 2001 – Marzo 2001
Optimización de la técnica a utilizar en caballos	Marzo 2001 – Junio 2001
Diseño e implementación de una base de datos	Marzo 2001 – Junio 2001
Recolección y análisis de las 800 muestras en caballos Criollos	Marzo 2001 – Octubre 2001
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 800 caballos Criollos chilenos.	Marzo 2001 – Diciembre 2001
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 800 muestras de caballo Criollo chileno.	Enero 2002 – Febrero 2002
Recolección de 1475 muestras e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 2275 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer año.	Enero 2002 – Diciembre 2002
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 2275 muestras de caballo Criollo chileno.	Enero 2003 – Febrero 2003
Recolección de 2150 muestras de caballos criollos, e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 4425 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer y segundo año.	Enero 2003 – Diciembre 2003
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 4425 muestras de caballo Criollo chileno.	Enero 2004 – Febrero 2004
Recolección de 2850 muestras de caballos criollos, e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 7250 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer y segundo año.	Enero 2004 – Diciembre 2004
Optimización de la técnica a utilizar en vacunos y caprinos	Agosto 2004 – Octubre 2004
Recolección y análisis de las 50 muestras en ganado vacuno y 50 de ganado caprino.	Agosto 2004 – Diciembre 2004
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 50 vacunos y 50 caprinos.	Octubre 2004– Diciembre 2004
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en las 50 muestras de ganado vacuno y caprino.	Enero 2005 – Febrero 2005
Recolección y análisis de las 100 muestras en ganado vacuno y 100 de ganado caprino.	Enero 2005 – Diciembre 2005
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 150 vacunos y 150 caprinos.	Enero 2005 – Diciembre 2005
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en las 150 muestras de cada tipo de ganado.	Enero 2005 – Diciembre 2005

## VI RESULTADOS ESPERADOS

(Son los logros que se proyectaba alcanzar mediante el desarrollo del proyecto)

1. Luego de que finaliza la primera etapa se contará con la implementación completa de un laboratorio de biología molecular para el área agrícola.
2. Además contaremos con la técnica optimizada para el análisis de microsátélites en caballos.
3. Al finalizar el proyecto se habrá diseñado e implementado una base de datos.
4. Se contará además con la técnica optimizada para el análisis de microsátélites en vacunos y caprinos.
5. Al finalizar el cuarto año se contará con una base de datos, con las frecuencias alélicas de 7250 muestras de caballos criollos ingresadas. Además de contar con 50 muestras de ganado vacuno y 50 muestras de ganado caprino analizadas.
6. Además contaremos con un estudio poblacional basado en 4425 muestras de caballos, con los datos obtenidos del análisis de las frecuencias alélicas de estos 12 marcadores genéticos.

Observación: la numeración empleada en este punto, se utilizara en las siguientes etapas de la evaluación para hacer referencia a cada uno de estos resultados.

## VII EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

(Contraste de los objetivos específicos propuesto versus los resultados obtenidos al final del proyecto)

#### OBJETIVO A: : Diseñar e implementar un laboratorio para el análisis de microsátélites en los recursos genéticos naturales

<b>RESULTADO ASOCIADO</b> (1 o más resultados pueden estar relacionados a un objetivo)	1 , 2 y 4	<b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION DE GRADO DE LOGRO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El establecimiento del laboratorio se obtuvo a través del acondicionamiento del espacio físico, adquisición del equipamiento y material básico de laboratorio necesario para su funcionamiento además de la contratación de profesionales para las áreas técnicas y administrativas.</li> <li>- Se estandarizan y validan las técnicas para el análisis de ADN en las especies equinas, bovinas y caprinas.</li> </ul>		
<b>DEFASES</b>	No se observan desfases.		
<b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)	Resultados plenamente concordantes con el propósito del proyecto.		

#### OBJETIVO B: Diseñar e implementar una base de datos de ADN, para 12 marcadores genéticos en el caballo Criollo chileno

<b>RESULTADO ASOCIADO</b> (1 o más resultados pueden estar relacionados a un objetivo)	3 y 5	<b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)	<b>64%</b>
---	-------	---	------------

<p><b>INTERPRETACION DE GRADO DE LOGRO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante la elaboración de un programa computacional es almacenada la información generada a partir de los perfiles genéticos obtenidos para la especie equina.</li> <li>- El sistema computacional abarca un sistema de registro y manejo genealógico, un sistema de administración del laboratorio, un sistema de administración de folios y pagos y un sistema de informes de resultados.</li> <li>- Fue desarrollada la base de datos con las frecuencias alélicas para la especie estudiada, para lo cual se trabaja con un menor número de muestras de acuerdo a lo presupuestado inicialmente en la propuesta.</li> </ul>
<p><b>DEFASES</b></p>	<p>Menor número de muestras de frecuencias alélicas calculadas para la especie equina, 7250 muestras presupuestadas v/s 2000 desarrolladas.</p>
<p><b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)</p>	<p>Pese al desfase en el n° de muestras calculadas, los resultados son plenamente concordantes con el propósito del proyecto.</p>

<p><b>OBJETIVO C:</b> Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en el caballo Criollo chileno.</p>			
<p><b>RESULTADO ASOCIADO</b> (1 o más resultados pueden estar relacionados a un objetivo)</p>	<p>6</p>	<p><b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)</p>	<p><b>45,2%</b></p>
<p><b>INTERPRETACION DE GRADO DE LOGRO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de frecuencias alélicas de cada uno de los marcadores en estudio en machos reproductores, hembras y crías.</li> <li>- Cálculo del porcentaje de paternidad y maternidad de los animales en estudio.</li> <li>- Determinación de la probabilidad de exclusión a priori desarrollado exitosamente</li> </ul>		
<p><b>DEFASES</b></p>	<p>Solamente fueron evaluados 2000 de las 4425 muestras presupuestadas.</p>		
<p><b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)</p>	<p>Pese al desfase en el n° de muestras evaluadas, los resultados son plenamente concordantes con el propósito del proyecto.</p>		

<p><b>OBJETIVO D:</b> Diseñar e implementar una base de datos de ADN para algunos marcadores genéticos en ganado caprino y vacuno.</p>			
<p><b>RESULTADO ASOCIADO</b> (1 o más resultados pueden estar relacionados a un objetivo)</p>	<p>3 y 5</p>	<p><b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)</p>	<p><b>100%</b></p>
<p><b>INTERPRETACION DE GRADO DE LOGRO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante la elaboración de un programa computacional es almacenada la información generada a partir de los perfiles genéticos obtenidos para las especies bovina y caprina.</li> <li>- El sistema computacional abarca un sistema de registro y manejo genealógico, un sistema de administración del laboratorio, un sistema de administración de folios y pagos, más no un sistema de informes de resultados.</li> <li>- Fue desarrollada la base de datos con las frecuencias alélicas para las dos especies estudiadas</li> </ul>		
<p><b>DEFASES</b></p>	<p>No se observan desfases.</p>		

<b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)	Resultados plenamente concordantes con el propósito del proyecto.
---	---

<b>OBJETIVO E:</b> Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de algunos marcadores genéticos en ganado caprino y vacuno.			
<b>RESULTADO ASOCIADO</b> (1 o más resultados pueden estar relacionados a un objetivo)	-	<b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)	<b>0%</b>
<b>INTERPRETACION DE GRADO DE LOGRO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)	El objetivo planteado no se encuentra asociado a ningún resultado esperado en la propuesta. Los estudios poblacionales de las especies de ganado bovino y caprino finalmente no son llevadas a cabo, debido al reducido número de muestra y al alto grado de parentesco entre los individuos analizados.		
<b>DESFASES</b>	Bajo número de muestras tomadas para el análisis.		
<b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)	El objetivo no fue logrado.		

<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Mejoramiento de la condición de estado del recurso genético animal, mediante el establecimiento de una base de datos de ADN. La primera etapa del proyecto comprende al caballo criollo chileno, y en la segunda etapa comprende al ganado caprino y ganado vacuno.	
<b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)	<b>62%</b>
<b>INTERPRETACION DE RESULTADO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)	El porcentaje de cumplimiento se la realización efectiva de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilitación de un laboratorio de biología molecular para al análisis del material genético de especies animales.</li> <li>- Implementación y creación de bases de datos de ADN para las especies de ganado bovino, caprino y equino.</li> </ul> Si bien es desarrollado el estudio poblacional en las especie de caballo criollo chileno a través del cálculo del as frecuencias alélicas para cada uno de los marcadores genéticos en estudio, el número de muestras estimadas fue menor a las realmente analizadas.
<b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)	Para el caso del caballo criollo chileno los resultados obtenidos están plenamente concordantes con el propósito del proyecto Para el caso de las especies bovinas y caprinas a pesar de no poder llevar a cabo el estudio poblacional y del bajo número de individuos muestreados si fue analizado el cálculo de las frecuencias alélicas, lo cual se ajusta al objetivo planteado.
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>	
Para el caso de las especies bovinas y caprinas dado en bajo número de muestras analizadas y el alto grado de parentesco entre los individuos muestreados no fue posible realizar el estudio poblacional.	

<b>VIII ANALISIS METODOLOGIA EMPLEADA</b>		
(Verificación de la metodología propuesta versus la empleada para el proyecto)		
Recolección de las muestras	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	Se desarrolló la recolección de las muestras para las distintas especies a evaluar (equinos – bovinos – caprinos)	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la elección del tipo de muestra a recolectar fue realizado a priori una evaluación de diversos factores a considerar: Facilidad para la obtención, transporte, rendimiento (cantidad de ADN/muestra), complejidad en la obtención de ADN, viabilidad y condiciones de almacenamiento de las muestras, llegando a la conclusión de que la utilización de fólculo piloso es la más adecuada.</li> <li>Se tomas los resguardos de registro y conservación de las muestras.</li> </ul>	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	Sin observaciones.	
Extracción del ADN	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología de extracción de ADN de las muestras de fólculo piloso fue desarrollada de acuerdo a lo planteado en la propuesta inicial.	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la ejecución de la metodología planteada se presenta el inconveniente de la baja cantidad de ADN purificado con la utilización de resina de intercambio iónico Chelex.</li> <li>El equipo de trabajo del proyecto valida un nuevo procedimiento utilizando columnas de sílica, a partir del cual extraen ADN con un mayor grado de purificación.</li> </ul>	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	Se genera un cambio en el protocolo de extracción del ADN a partir del cual mejoran la purificación y extracción del este.	
Cuantificación del ADN	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>0%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	No existe evidencia en el informe final sobre la metodología propuesta en el proyecto.	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	No puede ser validada	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	Sin observaciones	



Amplificación del ADN	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	Fue desarrollada la amplificación de los marcadores genéticos para las tres especies consideradas y posterior resolución de los fragmentos amplificados para su separación y visualización.	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En la ejecución de la metodología planteada para la especie equina se presentó una modificación debido al cambio en el formato del <i>kit</i> comercial utilizado, adicionándose 5 pares de nuevos marcadores genéticos. De todas formas se valida la metodología dada la facilidad en su utilización</li> <li>- Para la amplificación de los marcadores genéticos en bovinos no presenta modificaciones, trabajándose con un <i>kit</i> comercial, por lo que es validada de metodología.</li> <li>- Para la amplificación de los marcadores genéticos en caprinos al no existir un kit comercial son sintetizados 6 marcadores genéticos descritos por el <i>International Society for Animal Genetics</i>. La metodología es validada.</li> </ul>	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencias detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	Amplificación de un mayor número de marcadores genéticos para el caso de la especie equina dado el cambio en el kit comercial utilizado.	

Análisis de los resultados	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretación de datos obtenidos por el analizador genético a través del <i>software GeneScan 3.2.1</i> del <i>Applied Biosystems</i>.</li> <li>- Procesamiento de los datos analizados por el <i>software Genotyper 2.5</i> del <i>Applied Biosystems</i> e impresión de la información en el formato de análisis electroferograma.</li> <li>- Cálculo del porcentaje de paternidad según la ecuación de <i>Essen-Moller</i>.</li> </ul>	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	El uso del <i>software</i> facilita la interpretación de los datos a través del procesamiento de los datos ya analizados separando e identificando marcador por marcador	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencias detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	Sin observaciones.	

<b>IX ANALISIS PLAN DE TRABAJO</b>			
<b>ACTIVIDADES</b> (Actividades que comprende el desarrollo del proyecto)	<b>CUMPLIMIENTO PLAZOS</b> (Indica si se cumplen o no los plazos propuestos para la actividad)	<b>CUMPLIMIENTO DE CONTENIDOS</b> (Indica si se cumplen o no los contenidos propuestos para la actividad)	<b>OBSERVACIONES</b> (Explicar los motivos de los problemas detectados en el análisis)
Diseño e implementación del Laboratorio	No se especifica	Si	_____

Optimización de la técnica a utilizar en caballos	No se especifica	Si	_____
Diseño e implementación de una base de datos	No se especifica	Si	_____
Recolección y análisis de las 800 muestras en caballos Criollos	No se especifica	No se especifica	_____
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 800 caballos Criollos chilenos.	No se especifica	No se especifica	_____
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 800 muestras de caballo Criollo chileno.	No se especifica	No se especifica	_____
Recolección de 1475 muestras e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 2275 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer año.	No se especifica	No se especifica	_____
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 2275 muestras de caballo Criollo chileno.	No se especifica	No se especifica	_____
Recolección de 2150 muestras de caballos criollos, e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 4425 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer y segundo año.	No se especifica	No se especifica	_____
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en 4425 muestras de caballo Criollo chileno.	No se especifica	No se especifica	_____
Recolección de 2850 muestras de caballos criollos, e ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra total de 7250 caballos Criollos chilenos al considerar el muestreo del primer y segundo año.	No se especifica	No se especifica	_____
Optimización de la técnica a utilizar en vacunos y caprinos	No se especifica	Si	_____
Recolección y análisis de las 50 muestras en ganado vacuno y 50 de ganado caprino.	No se especifica	No se especifica	_____
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 50 vacunos y 50 caprinos.	No se especifica	No se especifica	_____
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en las 50 muestras de ganado vacuno y caprino.	No se especifica	No se especifica	No existe registro en el informe referido a la realización de las muestras ni análisis planteados.
Recolección y análisis de las 100 muestras en ganado vacuno y 100 de ganado caprino.	No se especifica	No se especifica	No existe registro en el informe referido a la realización de las muestras ni análisis planteados.
Ingreso en la base de datos de ADN, resultados para 12 marcadores genéticos en una muestra de 150 vacunos y 150 caprinos.	No se especifica	No se especifica	No existe registro en el informe referido a la realización de las muestras ni análisis planteados.
Generar un estudio poblacional con las frecuencias alélicas de 12 marcadores genéticos en las 150 muestras de cada tipo de ganado.	No se especifica	No se especifica	No existe registro en el informe referido a la realización de las muestras ni análisis planteados.

## X RESULTADOS

(Son los logros que se proyectaba alcanzar y los que efectivamente se obtuvieron mediante el desarrollo del proyecto)

ESPERADO (Ver punto VI)	OBTENIDO (Resultados conseguidos al final del proyecto)	CONCLUSION
1	Implementación de un laboratorio de biología molecular	Se cumple con el propósito de disponer de un laboratorio con la infraestructura, equipamiento y personal idóneo capaz de determinar perfiles genéticos en animales.
1 y 2	Estandarización de las técnicas para la obtención de perfiles genéticos en equinos	Son validados los protocolos, adquiriendo una nueva técnica la cual permitió aumentar en número de resultados y mejorar la calidad de los perfiles genéticos obtenidos.
1 y 4	Estandarización de las técnicas para la obtención de perfiles genéticos en bovinos	Son validados los protocolos, adquiriendo una técnica la cual permitió obtener perfiles genéticos de alta calidad.
1 y 4	Estandarización de las técnicas para la obtención de perfiles genéticos en caprinos	Se logra estandarizar la metodología trabajando con los marcadores de forma individual, lo cual permitió obtener perfiles genéticos satisfactorios.
6	Cálculo de frecuencias alélicas en caballo criollo chileno	La determinación de las frecuencias alélicas para cada uno de los marcadores en estudio permitió el estudio poblacional basado en las muestras de caballos tomadas.
N/E	Cálculo de frecuencias alélicas en bovinos	El reducido número de muestras y su alto grado de parentesco impidió la realización de un estudio poblacional pese a la determinación de las frecuencias alélicas en bovinos.
N/E	Cálculo de frecuencias alélicas en caprinos	El reducido número de muestras y su alto grado de parentesco impidió la realización de un estudio poblacional pese a la determinación de las frecuencias alélicas en caprinos.
3 y 5	Base de datos para el ingreso de resultados	La creación de la base de datos permitirá la conservación del patrimonio genético de la especie caballo criollo chileno a través de la determinación y registro genealógico de las crías y sus padres.
N/E	Fabricación de un kit para la determinación de perfiles genéticos en equino	Resultado experimental aun en evaluación.

Observación: en caso que se obtengan resultados no esperados, su situación esperada se identificará como "N/E" (No esperado)

## XI EVALUACION ECONOMICA

VAN			OBSERVACIONES
PROPUESTO	OBTENIDO	VARIACION PORCENTUAL	
\$12.217.000	No especificado	_____	El cálculo de este indicador presenta inconsistencias graves las cuales descalifican el resultado obtenido. Para mayor detalle de esto, en el punto XVI de la presente ficha se analiza esta evaluación.
TIR			OBSERVACIONES
PROPUESTO	OBTENIDO	VARIACION PORCENTUAL	
14,59%	No especificado	_____	La TIR es calculada bajo los mismos supuestos del VAN, por lo que su validez es igualmente cuestionada.

## XII EVALUACION SILVOAGROPECUARIA

(Establecer el impacto que tiene el proyecto sobre los recursos del sector silvoagropecuario)

### RECURSO: Recurso genético en las especies equinas, bovinas y caprinas.

#### SIN PROYECTO

(Situación inicial del recurso)

El no incursionar en este tipo de tecnologías Chile quedaría atrás de muchos países que actualmente están solicitando los perfiles de ADN de todos los equinos, caprinos y ganado vacuno que se importen.

Si en un futuro se llegan a exportar estos animales, se necesitaría contar con técnicas estandarizadas, personal capacitado, infraestructura adecuada, y bases de datos de ADN para poder obtener fácilmente esta información. Sin la ejecución de este proyecto se vería afectado el futuro proceso exportador.

Además con la nueva reglamentación de la inseminación artificial en caballos y en otros animales de nuestra ganadería doméstica, podría ocurrir que por error se cruzara un animal que no sea de la misma raza, lo cual tiene consecuencias en el mejoramiento y conservación de nuestras razas criollas, las cuales ya están adaptadas a las condiciones de clima y de resistencia a determinadas enfermedades.

#### CON PROYECTO

(Situación final del recurso)

Este proyecto tiene un beneficio directo sobre los agricultores, debido a que al contar con un certificado del perfil de ADN de sus animales, les asegura la procedencia del semen en casos en los que se realice la inseminación artificial.

Para el país el beneficio lo origina la iniciativa de incursiones en una técnica aún no utilizada como certificado para la exportación de estos animales, anticipándonos al momento en que esto ocurra así estaremos preparados y se agilizará el proceso de exportación.

#### EFECTO

(Cambio que genera en el entorno agrícola la nueva situación del recurso)

Mejoramiento de la salud y a conservar la pureza de la raza en los caballos chilenos.

Conservación de la pureza de la raza Criolla mediante la creación de un certificado del perfil de ADN para cada animal que se inscriba en la Sociedad Nacional de Agricultura, y con el fin de contar a futuro con la tecnología, infraestructura necesaria y el personal capacitado para incursionar en el área de tipificación de ADN para especies con potencial para la exportación, como ovejas y camélidos, al igual que incursionar en un área de gran perspectiva a futuro como es el mejoramiento genético de las razas para combatir algunas enfermedades o mantener algunas características o rasgos físicos importantes.

Obtención por parte de los agricultores de certificados de procedencia de sus animales y/o del semen en casos en los que se realice inseminación artificial.

#### OBSERVACIONES

Sin observaciones.

## XIII EVALUACION SOCIAL PROPUESTA DEL PROYECTO

Proceso de identificación, medición y valorización de los beneficios y costos de un proyecto desde el punto de vista del bienestar social (sociedad en su conjunto)

#### BENEFICIOS

(Considerada beneficios en áreas tales como: Consumo, crecimiento, empleo, redistribución del ingreso y necesidades meritoria)

- **Crecimiento:** el sector posea una ventaja competitiva en caso de querer exportar estos productos en un futuro, en el cual los países importadores exijan los perfiles de ADN.
- **Necesidades meritorias:** conservar la pureza de las razas criollas, su mejoramiento genético y otorgar autenticidad genealógica a los animales.

#### DESCRIPCION

(Explicación sobre como es presentado el beneficio dentro del proyecto)

Este proyecto tiene el propósito de apoyar la conservación de la pureza de la raza Criolla, mediante la creación de una base de datos que genere a su vez un certificado del perfil de ADN para cada animal que se inscriba en la Sociedad Nacional de Agricultura. Por otro lado, actualmente en Chile no existe una base de datos en ADN de ningún recurso genético de animales en el área de la ganadería. Muchos países actualmente están discutiendo sobre el hecho de pedir los perfiles de ADN de todos los equinos, caprinos y ganado vacuno que importen. Si este tipo de medidas fueran adoptadas, y Chile quisiera exportar estos productos a esos países, se necesitaría contar con técnicas estandarizadas, personal capacitado, infraestructura adecuada, y bases de datos de ADN para poder obtener fácilmente esta información. Lo cual nos daría una ventaja competitiva y sería un paso crucial en la agilización del proceso de exportación.

	<p>Además, se pretende el futuro mejoramiento genético de las razas para combatir algunas enfermedades o mantener algunas características o rasgos físicos importantes.</p> <p>Gracias a lo anterior y a la recientemente aprobación en reglamento interno, de la reproducción mediante el método de inseminación artificial en caballos de la raza criolla, la existencia de un certificado del perfil de ADN asegura al agricultor el origen y fidelidad de la muestra, otorgando autenticidad a la genealogía de sus animales, lo que conlleva a la conservación de la raza criolla. Lo mismo es aplicable para el ganado vacuno y caprino.</p>
<p><b>METODOLOGIAS DE CALCULO Y/O ANALISIS</b> (Comprende la revisión de las técnicas de evaluación social propuestas y utilizadas)</p>	<p><b>Línea base definida:</b> No se define</p> <p><b>Metodología:</b> Considerando que gran parte del impacto social propuesto es una variable cualitativa, se proponen diversas actividades que ayudan al área investigativa del ganado equino, bovino y caprino. Estas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar e implementar un laboratorio molecular para el análisis de microsatélites en los recursos genéticos naturales.</li> <li>2. Estandarización de la técnica para el análisis de obtención de perfiles genéticos de ganado equino, bovino y caprino</li> <li>3. Diseñar e implementar una base de datos, mediante el uso de <i>software</i> del perfil genético de ganado equino, bovino y caprino</li> <li>4. Generar un estudio poblacional del ganado equino, bovino y caprino</li> <li>5. En el caso del estudio mencionado en el punto anterior, se propone entregar un certificado de ADN para asegurar el mejoramiento y conservación de estos recursos</li> </ol> <p>La realización de los cinco puntos propuestos es lo que permite que exista un impacto social a largo plazo, ayudando al mejoramiento de la educación y crecimiento (exportaciones) del sector.</p> <p>Por otra parte, respecto de la variable cuantitativa, es propuesta la realización de una proyección sobre las muestras realizadas, con un precio respectivo y una cantidad demandada que aumenta gracias al aporte del SAG, lo que reduce el precio de estas muestras.</p> <p><b>Cálculo y análisis:</b> el cálculo de los indicadores se hace sobre la base de flujos netos que provienen de una situación sin proyecto versus una con proyecto. La primera posee valores cero en cada uno de los puntos que constituyen esta situación, esto debido a que en la propuesta inicial se hace referencia a que, dado que privadamente el proyecto no es rentable al no tener el aporte del SAG, entonces este no se realizaría, por lo tanto, la situación sin proyecto sería la no realización del proyecto completo. Para la situación con proyecto, se realizarían estas muestras (para obtener la certificación) a un precio dado (inferior gracias al aporte del SAG), aumentando su demanda y por ende los ingresos (y sus costos) hasta el año 6, manteniéndose luego constantes por el resto del periodo. Esta evaluación es proyectada a 15 años y se ha considerado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión inicial: La requerida por los ejecutores para la realización del proyecto.</li> <li>• Flujos futuros (+): El alza de los ingresos por venta.</li> <li>• Flujos futuros (-): Sueldos y honorarios, Servicios de terceros, Pasajes y traslados, Viático, Insumos y suministros, Gastos de administración, Costos de continuación.</li> </ul>
<p><b>OBSERVACIONES</b> (Sugerencias alcances y salvedades identificadas)</p>	<p><b>Beneficios propuestos:</b> Dado la naturaleza del proyecto, habría sido de gran utilidad haber efectuado en su momento indicadores acordes a los propósitos del proyecto, los que permitan realizar un seguimiento comparativo del avance del proyecto en el tiempo, evaluando de este modo la efectividad y marcha de los beneficios propuestos. Asimismo, en el intento de realizar un estudio poblacional en el caso de los bovinos y caprinos, el cual no fue exitoso debido al gran parentesco entre ellos mismos, se debió haber consultado esto de antemano con los dueños, pues así se hubiesen buscado otras muestras, dejando ese aspecto del proyecto incompleto respecto de la información genética de aquellas especies.</p> <p>El SNA es de tipo privado, lo cual no permite que la información obtenida se encuentre disponible para la sociedad, del mismo modo, los beneficios de carácter económico relacionados con este no son transferidos en su totalidad a la sociedad ni se puede acceder a ellos abiertamente. La única relación de este tipo sería que los productores reducirían costos en la certificación al incorporar los aportes del SAG. Por lo tanto, el impacto económico social es mínimo, ya que la mayoría de ellos está sujeta a supuestos, como en el hecho de que a futuro se quisiera realizar efectivamente exportaciones de estos productos, y que además los países importadores exijan una certificación genética de estos animales. Sólo en este caso el proyecto otorgaría una ventaja competitiva al sector al encontrarse preparado con infraestructura, tecnología y personal capacitado.</p> <p>Por último en el mercado interno, no es posible dar fe a que la realización del proyecto mejore los ingresos de estos productores, al asegurar un precio de mercado con la certificación genética de sus animales. Sin embargo, en cuanto a los beneficios intangibles mencionados, estos son más factibles de implementar, ya que se asegura la autenticidad genética del ganado que se posee, afirmando al agricultor el valor de su ganado.</p>

Por último no se presenta un análisis estadístico y/o fuentes que respalden el impacto que se propone en el sector.

**Línea base:** No ha sido posible identificar una línea base para el análisis del proyecto por parte de los ejecutores.

**Metodología:** En cuanto a la parte social, la metodología propuesta ayuda al aumento de los conocimientos de las prácticas básicas, mejorando la calidad de ellas, creando una estructura con muestras representativas para el caso equino. Asimismo, la entrega de certificados permite validar la raza de los animales que tienen los ganaderos y por ende, les entrega una herramienta al momento de exportar, sin embargo no se puede realizar un análisis estadístico debido a la falta de una línea base, impidiendo medir el potencial impacto social que puede en el sector.

**Cálculo y análisis:** El cálculo propuesto carece de confianza al tener incongruencias en su desarrollo, carecer de una línea base y/o fuentes que lo justifiquen. Para mayor detalle en el punto XVI se hace referencia a este análisis.

Observación: Sin observaciones

## XIV PROYECCION DEL BENEFICIO SOCIAL

(Estimación del impacto que tendrá el proyecto a nivel social para los 5 años posteriores a su finalización)

### BENEFICIOS

(Considerada beneficios en áreas tales como:  
Consumo, crecimiento, empleo, redistribución del  
ingreso y necesidades meritoria)

- **Crecimiento:** el sector posea una ventaja competitiva en caso de querer exportar estos productos en un futuro, en el cual los países importadores exijan los perfiles de ADN.
- **Necesidades meritorias:** conservar la pureza de las razas criollas, su mejoramiento genético y otorgar autenticidad genealógica a los animales.

### DESCRIPCION

(Explicación sobre cómo se presentado el beneficio  
dentro del proyecto)

Este proyecto tiene el propósito de apoyar la conservación de la pureza de la raza Criolla, mediante la creación de una base de datos que genere a su vez un certificado del perfil de ADN para cada animal que se inscriba en la Sociedad Nacional de Agricultura. Por otro lado, actualmente en Chile no existe una base de datos en ADN de ningún recurso genético de animales en el área de la ganadería. Muchos países actualmente están discutiendo sobre el hecho de pedir los perfiles de ADN de todos los equinos, caprinos y ganado vacuno que importen. Si este tipo de medidas fueran adoptadas, y Chile quisiera exportar estos productos a esos países, se necesitaría contar con técnicas estandarizadas, personal capacitado, infraestructura adecuada, y bases de datos de ADN para poder obtener fácilmente esta información. Lo cual nos daría una ventaja competitiva y sería un paso crucial en la agilización del proceso de exportación.

Además, se pretende el futuro mejoramiento genético de las razas para combatir algunas enfermedades o mantener algunas características o rasgos físicos importantes.

Gracias a lo anterior y a la recientemente aprobación en reglamento interno, de la reproducción mediante el método de inseminación artificial en caballos de la raza criolla, la existencia de un certificado del perfil de ADN asegura al agricultor el origen y fidelidad de la muestra, otorgando autenticidad a la genealogía de sus animales, lo que conlleva a la conservación de la raza criolla. Lo mismo es aplicable para el ganado vacuno y caprino.

### METODOLOGIAS DE CALCULO Y/O ANALISIS

(Comprende la ejecución de técnicas de evaluación  
social)

**Línea base:** No se encuentra definida.

**Metodología:** No es posible identificar una metodología para la cuantificación del beneficio social del proyecto por la carencia de una línea base.

**Cálculo y análisis:** No es posible calcular el beneficio por la falta de antecedentes.

### CONCLUSIONES

No es posible proyectar el beneficio del proyecto por la falta de antecedentes.

Observación: Sin observaciones

## XV CONCLUSION FINAL DEL PROYECTO

Proposición final, a la que se llega después de la consideración de la evidencia, de las discusiones o de las premisas identificadas en el proyecto evaluado

En base a los análisis realizados sobre el proyecto es posible mencionar que:

- Desde el punto de vista investigativo, se genera un importante avance en la determinación del patrimonio genético ganadero del país. La implementación del laboratorio, la estandarización y validación de las metodologías de análisis de muestras, la creación de la base de datos de los perfiles genéticos y estudio poblacional, generan una herramienta para la conservación y mejoramiento de dicho patrimonio para la especie de caballo criollo chileno.
- Por otra parte es cuestionable el bajo nivel de investigación desarrollado con las especies de ganado bovino y caprino, reflejado en el bajo universo de animales con los cuales se trabajó así como en el alto grado de parentesco de los individuos, reflejado analizando un bajo número de muestras a partir de las cuales se imposibilitó el análisis para la determinación de un estudio de la población estudiada. Para ambas especies es necesario el aumento en el número de análisis de manera de generar un estudio de frecuencias alélicas con una población realmente representativa.
- No se propone una línea base con objetivos sociales ni las bases necesarias para que sea definida. Se debe considerar que en este proyecto se trabajó específicamente con la especie de caballo criollo chileno. Si bien, el proyecto consideraba el estudio y establecimiento de una base de datos con marcadores genéticos con las especies bovina para producción de leche (*Holstein*) y caprina (*Saanen*), el estudio no pudo ser finalizado con éxito pues las muestras utilizadas no fueron representativas. Respecto a la influencia del proyecto sobre la exportación pecuaria, no existen registros al respecto, y además se carece de una línea base, por lo tanto, no se puede medir el impacto económico social del proyecto. Asimismo, la evaluación económica propuesta presenta incoherencias y falta de justificaciones, por ende, no aporta información que permita justificar la realización del proyecto.