

UNIDAD DE PROYECTOS FIA
RECEPCION: 09.01.02
Nº INGRESO 045

Sr.

Santiago, 9 Enero de 2002

**Ignacio Briones**

Fundación para la Innovación Agraria FIA  
PRESENTE

*quoy*

Estimado Ignacio

De acuerdo a lo solicitado, adjunto copia del Proyecto BIOT-01-P-027: "Desarrollo y Aplicación de una Metodología de Sexaje en Ratites mediante Marcadores Moleculares de ADN", firmada en todas sus hojas.

Atte.,



**MANUEL CAMIRUAGA L.**  
Coordinador Proyecto BIOT-01-P-027





FOLIO DE  
BASES

123

CÓDIGO  
(uso interno)

BIOT-01-P-027

## 1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

### NOMBRE DEL PROYECTO:

Desarrollo y Aplicación de una Metodología de Sexaje en Ratites  
mediante Marcadores Moleculares de ADN

Línea Temática:

Rubro:

Región(es) de Ejecución:

Fecha de Inicio:

DURACIÓN:

Fecha de Término:

### AGENTE POSTULANTE:

Nombre :Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Dirección :Av. Vicuña Mackenna 4860 Ciudad y Región: Santiago, R. M.

RUT :

Teléfono :6864142 Fax y e-mail: 5529435 - mcamirua@puc.cl

Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco):

### AGENTES ASOCIADOS:

Nombre :Instituto de Ciencias Biomédicas  
Facultad de Medicina, Universidad de Chile

Dirección :Av. Independencia 1027 Ciudad y Región: Santiago, R. M.

RUT :

Teléfono :6786020 Fax y e-mail: piturra@machi.med.uchile.cl

Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco):

Nombre :Laboratorio ByTech (Apablaza y Santalices Ltda.)

Dirección :Rojas Magallanes 126 Ciudad y Región: Santiago, R.M.

Rut :

Teléfono :2813019 Fax y e-mail: 2813019 – napablaza@123click.cl

Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco):

### REPRESENTANTE LEGAL DEL AGENTE POSTULANTE:

Nombre: Nicolás Velasco F.

Cargo en el agente postulante: Vicerrector Académico

RUT:

Firma:

Dirección: Alameda 340

Ciudad y Región: Santiago, R.M.

Fono: 6862390

Fax y e-mail: 2223386 nvelasco@puc.cl





<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b> (Valores Reajustados)	: \$	<input type="text"/>		
<b>FINANCIAMIENTO SOLICITADO</b> (Valores Reajustados)	: \$	<input type="text"/>	<input type="text" value="49,7"/>	%
<b>APORTE DE CONTRAPARTE</b> (Valores Reajustados)	: \$	<input type="text"/>	<input type="text" value="50,3"/>	%





## 2. EQUIPO DE COORDINACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

### 2.1. Equipo de coordinación del proyecto

(presentar en Anexo A información solicitada sobre los Coordinadores )

COORDINADOR DEL PROYECTO		
NOMBRE Manuel Camiruaga Labatut	RUT	FIRMA 
AGENTE Departamento de Zootecnia Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Pontificia Universidad Católica de Chile		DEDICACIÓN PROYECTO (%/año) 30%
CARGO ACTUAL Profesor Titular		CASILLA ---
DIRECCIÓN Vicuña Mackenna 4860 Macul		CIUDAD Santiago
FONO 6864142 – 6864145	FAX 5529435	E-MAIL camirua@puc.cl
COORDINADOR ALTERNO DEL PROYECTO		
NOMBRE Patricia Iturra Constant	RUT	FIRMA 
AGENTE Instituto de Ciencias Biomédicas Facultad de Medicina Universidad de Chile		DEDICACIÓN PROYECTO %/AÑO 30 %
CARGO ACTUAL Profesor Asociado Programa Genética Humana		CASILLA ---
DIRECCIÓN Independencia 1027, Independencia		CIUDAD Santiago
FONO 6786020	FAX 7373158	EMAIL piturra@machi.med.uchile.cl





**2.2 . Equipo Técnico del Proyecto**  
**(presentar en Anexo A información solicitada sobre los miembros del equipo técnico)**

Nombre Completo y Firma	RUT	Profesión	Especialidad	Función y Actividad en el Proyecto	Dedicación al Proyecto (%/año)
Manuel Camiruaga L. 		Ingeniero Agrónomo M.Sc.	Producción Animal Laboratorio de Análisis Ratites	Coordinador	30%
Patricia Iturra C. 		Tecnólogo Médico M.Sc.	Genetista	Coordinador Alterno	30% (hasta noviembre 2003) 15% (desde diciembre 2003)
Nora Vergara S. 		Bioquímico M.Sc.	Genetista	Investigadora Técnicas de Sexaje en Laboratorio	30% (hasta noviembre 2003)
Eduardo Uribe M. 		Ingeniero Agrónomo	Producción Animal Análisis de Sistemas	Investigador Técnica Sexaje y aplicación en terreno	30% (a partir de junio 2002)
Mónica Santalices 		Bioquímico	Laboratorio de Análisis	Desarrollo y aplicación de técnica a productores	20% (a partir de noviembre 2003)
Nivaldo Apablaza 		Químico	Laboratorio de Análisis	Desarrollo y aplicación de técnica a productores	20% (a partir de noviembre 2003)





### 3. BREVE RESUMEN DEL PROYECTO

*(Completar esta sección al finalizar la formulación del Proyecto)*

En Chile, en los últimos años se ha ido desarrollando rápidamente la industria de los ratites: avestruces, emúes y ñandúes, especialmente. Esto se debe a que la producción de ratites ha sido vista como una posibilidad de diversificar la agricultura chilena, especialmente la producción pecuaria, mediante la cría de especies exóticas. Estas aves son ejemplares cotizados en el mercado, especialmente debido a la amplia cantidad de productos que de ellas se pueden obtener, entre otros, carne, cuero, aceite, huevos y plumas.

Un problema de manejo de este tipo de aves es el sexaje temprano. En la adultez, machos y hembras son perfectamente distinguibles debido al dimorfismo fenotípico en el plumaje, sin embargo, esta diferenciación no es apreciable en emú antes de los 6 meses de edad, y en el avestruz, antes del año.

Se han intentado diversos tipos de sexajes en estas aves, entre ellos, el sexaje japonés, pero es de baja exactitud y sumamente estresante para los animales. El autosexaje tampoco ha sido efectivo y la medición de niveles hormonales es también de baja precisión. Dentro de los estudios de ADN se ha intentado el sexaje por dimorfismo en el cariotipo de los cromosomas sexuales, sin embargo, debido al bajo desarrollo evolutivo de estas especies, no ha sido posible diferenciar el cromosoma Z del W. El sexaje por Fingerprinting del ADN ha sido exitoso en muchas especies aviares, menos en ratites, debido también al leve heteromorfismo presente en los cromosomas sexuales de estas especies. Por último, se han hecho estudios para determinar polimorfismo en los cromosomas sexuales de estas aves y así poder sexarlas mediante marcadores o sondas polimórficas de genes ligados al sexo. En muchas aves domésticas y ornamentales esta técnica es usada actualmente con éxito. Sin embargo, en ratites aún no se han identificado plenamente estos marcadores. En avestruces hay un estudio con resultados preliminares de identificación de una secuencia de ADN asociada al sexo, sin embargo no existe evaluación de su modo de herencia que permita, hasta ahora, su utilización como método de sexaje efectivo. En emúes y ñandúes aún no se han encontrado marcadores polimórficos asociados a los cromosomas. El objetivo de este proyecto es,





entonces, desarrollar, evaluar e implementar a nivel productivo un sistema de sexaje de las ratites comerciales mediante el uso de una técnica molecular que permita identificar marcadores polimórficos en los cromosomas sexuales de las aves.

Para lograr el objetivo el proyecto ha sido dividido en tres etapas. La primera corresponde al desarrollo en laboratorio de la técnica de sexaje; la segunda etapa, paralela a la primera, será la evaluación y validación de la técnica de sexaje en terreno y la definición de la técnica de muestreo; por último, una tercera etapa dentro de la cual se realizará un análisis precomercial, una evaluación económica y un escalamiento de laboratorio de la metodología desarrollada.

Respecto al beneficio económico asociado a la ejecución de este proyecto está primero aquél que favorece a los productores, pues el conocimiento prematuro del sexo de sus aves permitirá hacer más eficientes los sistemas productivos y de manejo mediante el tratamiento individual de las aves de cada sexo que serán destinadas a la producción o a reproductores. También existirá un beneficio para el laboratorio que finalmente adquirirá la técnica para ofrecerla como servicio. Por último, es importante destacar que la tecnología desarrollada a partir de este proyecto sienta las bases para la determinación de genealogías y la diferenciación de líneas vía biología molecular para poderse ofrecer posteriormente investigación relacionada que pueda servir de apoyo en el mejoramiento genético y la selección de cruzamientos que los productores deseen emprender en sus planteles.



## ANTECEDENTES ADICIONALES

### PROYECTO FIA BIOT-01-P-27

De acuerdo a las sugerencias efectuadas en las reuniones sostenidas se adjuntan los siguientes antecedentes.

#### 1. Ampliar antecedentes Estado del Arte

Se efectuó un análisis del Estado del arte presentado originalmente en el proyecto, el cual abarca en forma extensa los antecedentes descritos a nivel nacional e internacional sobre el sexaje mediante marcadores moleculares en Ratites. Sin embargo a modo de complemento se adjunta antecedentes relativos al trabajo descrito y publicado a nivel internacional y trabajos previos realizados por el grupo a nivel nacional.

La búsqueda de marcadores asociados al sexo en ratites, utilizando la herramienta molecular es una estrategia útil par el diseño de procedimientos no invasivos, que permitan el sexaje de estos animales en estados tempranos del desarrollo, en forma expedita y confiable. No existe información pública sobre la existencia de este tipo de marcador para sexaje comercial de ratites (<http://www.genescience.com.au/profile.htm>,<http://ae.innovet.com/articles/2001/0401/01.htm> <http://sorrel.humboldt.edu/~knh21/lab15.html>).

El fundamento teórico que puede explicar la dificultad que existiría en el desarrollo de estos marcadores es el carácter primitivo desde el punto de vista evolutivo de estas aves, como se ha explicado en los párrafos precedentes. Diversos estudios en ratites muestran que sus cromosomas sexuales (ZW) presentan una morfología similar entre ellos. Sin embargo, no es posible descartar que el contenido genético, ya sea de genes codificantes o de secuencias anónimas de DNA haya alcanzado algún grado de diferenciación que no es detectado por los exámenes citológicos de los cromosomas (Solari, 1994). En general se acepta que esta diferenciación inicial **consiste en la**



**acumulación de mutaciones y secuencias repetidas de DNA, siendo esta diferenciación molecular, entre los cromosomas Z y W, susceptible de ser pesquisada.**

La metodología de estudio que se propone es la utilización de RAPD-PCR y análisis de segregación en grupos (BSA) o "DNA pooling". Este enfoque ha resultado útil en la identificación de marcadores ligados al sexo en un gran número de especies de aves (Griffiths y Tiwari, 1993; Lessells y Mateman, 1998).

En este método se realiza un screening del genoma en estudio con partidores al azar para amplificar segmentos discretos mediante PCR, pudiendo detectarse polimorfismos en regiones del genoma de copia simple o de secuencias repetidas. El análisis de segregación en grupos (Bulked segregant analysis) utiliza el ensayo de RAPD para examinar el DNA genómico de dos grupos de individuos que contrastan en un determinado fenotipo, en este caso, el sexo (Michelmore y col., 1991; Cushwa y Medrano, 1996)

Con respecto a ratites, como se ha señalado, recientemente se ha publicado un trabajo en que, utilizando una metodología similar a la que se propone se detectó una secuencia que presenta asociación con el sexo en avestruz (Bello y Sánchez, 1999). Sin embargo, su utilización como marcador útil para sexaje no ha sido evaluada. Esto significa que no se han realizado estudios en familias que demuestren que este marcador sigue el patrón de herencia mendeliana ligado al sexo. Por lo mismo, se desconoce si esta secuencia se localiza en una región de los cromosomas sexuales ZW en que ocurre entrecruzamiento o crossing-over durante la meiosis. Si hay recombinación genética, entonces es necesario estimar ese valor, para poder estimar una probabilidad de error en el sexaje de los individuos.. Tampoco se ha determinado si este marcador presenta algún grado de variación en distintos linajes con diferentes atributos productivos en avestruz.



El grupo de investigación tiene algunos resultados preliminares en la búsqueda de marcadores asociados al sexo en emú. Para esto, se han aplicado dos estrategias que utilizan PCR para examinar el DNA genómico de 5 machos y de 5 hembras de emú debidamente sexados:

a) Estudio de un marcador molecular derivado de pollo (cromosoma W)

Se diseñaron partidores específicos para amplificar por PCR el marcador EE0.6 (Ogawa y col., 1998) dos machos y dos hembras de emú. El producto amplificado fue purificado y secuenciado. El análisis de la secuencia de nucleótidos del fragmento amplificado nos muestra un polimorfismo de nucleótido simple (SNP) entre los machos y hembras analizados. Este resultado, aunque preliminar es alentador ya que apoyaría la hipótesis de diferenciación de secuencias nucleotídicas entre los cromosomas sexuales en emú.

b) Búsqueda de marcadores RAPD

En el DNA genómico de 5 hembras y 5 machos de emú se realizó un screening con 12 partidores RAPD. Hasta ahora se ha podido identificar un marcador RAPD polimórfico. Se observó la amplificación en forma consistente de un fragmento de alrededor de 600pb en las hembras de los emús. Este fragmento no amplifica en los machos estudiados. Este resultado preliminar nos muestra que la estrategia utilizada en la búsqueda de polimorfismos asociados al sexo en ratites es auspiciosa



Figura 1.- Screening de marcadores RAPD en genoma de machos y hembras de emú.

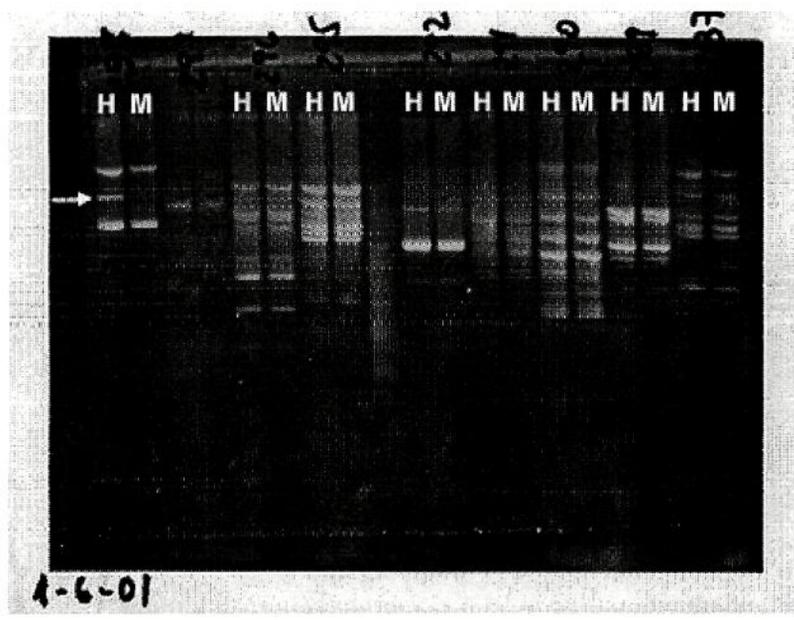
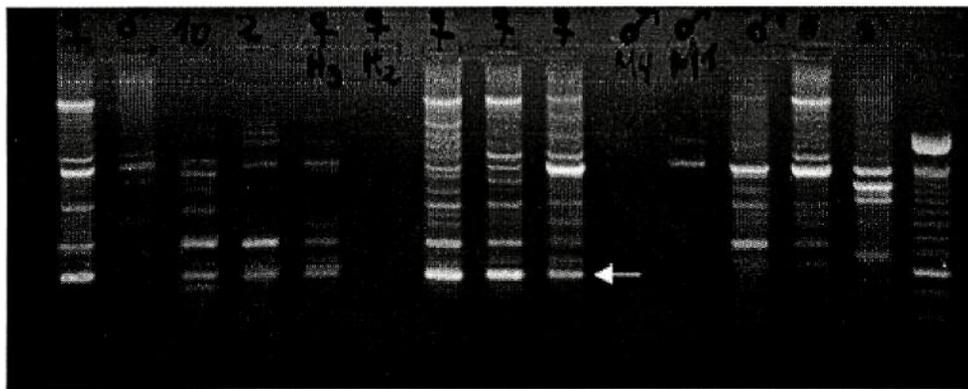


Figura 2.- Marcador RAPD de 600 pb que amplifican sólo en las hembras de hembras de emú estudiadas



\* La flecha muestra un fragmento amplificado en el pool de DNA de tres hembras.



## 2. Antecedentes Resumen Ejecutivo

En base a los argumentos previos se efectuaron algunas precisiones al resumen ejecutivo del proyecto el cual se adjunta.





#### 4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

La explotación de ratites; familia que en Chile está representada por tres especies principales: avestruces, emúes y ñandúes, se presenta en este momento como una nueva alternativa de diversificación de la ganadería chilena. Los productos de estas aves que se pueden obtener para comercialización son carne, cuero, aceite, plumas, huevos y otros. Además, debido al aumento en la demanda por estos animales dentro del país, actualmente se considera que la venta de reproductores, es uno de los negocios más rentables para los productores de ratites.

Actualmente existen explotaciones de estas aves a partir de las cuales se está generando información relevante en cuanto al manejo y al potencial de mercado de sus productos. Sin embargo existe aún un problema de manejo básico que no ha podido ser resuelto en estas especies. Este es la identificación temprana del sexo de los polluelos. Esto se ha tornado complicado hasta el momento debido a que el dimorfismo sexual, dado por el color de las plumas, no se aprecia con exactitud antes de los 6 a 12 meses de edad de las mismas. De hecho, hasta ese momento todas las aves mantienen un plumaje similar, moteado entre negro y café, llamado juvenil. Tampoco existen otras diferencias fenotípicas observables como tamaño, color de patas o pico, entre otras.

Dentro del marco productivo de los ratites se hace relevante poder identificar tempranamente el sexo de los avestruces para poder tomar decisiones tempranas sobre el destino que tendrá cada ave, esto es, si será criada o vendida para reproductor o simplemente para ser engordada y faenada al año de edad. Además se podrían tomar decisiones de manejo relevantes para optimizar la eficiencia productiva del plantel, como por ejemplo, requerimientos nutricionales diferentes para hembras y machos.

Para lograr este objetivo se han hecho diversas pruebas para poder sexar estas aves desde pequeñas. Se ha intentado el sexaje japonés en las aves de edad temprana, sin embargo tiene la desventaja de ser muy poco preciso debido a que machos y hembras poseen *phallus*. Esto implica que se requiere mucha práctica para





lograr un nivel de precisión aceptable. Otro inconveniente del sexaje japonés es el alto nivel de estrés al que se someten las aves pequeñas, lo que adquiere relevancia si se analiza lo sensibles que son estos animales a cualquier factor de estrés dentro del manejo.

Existen también otros tipos de sexaje usados comúnmente en aves pero que no han sido replicables en ratites comerciales como el avestruz, el ñandú y el emú. El autosexaje, utilizado en pollos, es un ejemplo de ello. Se ha intentado también con estas aves hacer sexaje por dimorfismo de los cromosomas sexuales. Sin embargo se ha determinado que debido a la poca diferenciación de dichos cromosomas, el pequeño heteromorfismo existente entre el cromosoma Z y W no es sencillo de detectar en un análisis cariotípico corriente. El sexaje mediante DNA-fingerprinting, es decir, mediante marcadores de minisatélites está restringido a ciertas aves, siendo además una técnica que es laboriosa y de alto costo.

Por último, existe una técnica ampliamente utilizada para sexar aves que se basa en el diseño de sondas que detectan genes o secuencias de ADN específicas para identificar la presencia del cromosoma Z y W en un análisis completo del genoma. Esta técnica se basa en el descubrimiento de genes o secuencias divergentes en los cromosomas sexuales, como consecuencia del proceso de diferenciación de los cromosomas Z y W a lo largo del proceso evolutivo, identificándose así, genes o secuencias específicas y características de los cromosomas Z y W. Dentro de los genes o secuencias comúnmente utilizados para identificar la presencia de un cromosoma W en el genoma de un ave se encuentran CHD, ZOV3, ATP5A1, IREB y EE0,6, entre otros. Sin embargo, estos marcadores o sondas no han podido aplicarse con éxito en ratites, nuevamente debido a la gran similitud tanto morfológica como genética entre los cromosomas sexuales de estas aves. Sin embargo, los estudios cromosómicos y genómicos en ratites indican que existe cierta diferenciación molecular entre los cromosomas Z y W en estas especies, la que podría ser identificada con estrategias de búsqueda de polimorfismos de ADN, ya sea de secuencias anónimas (RAPD-BSA) o de genes candidatos, que se asocian al sexo en estas especies. Evidencias promisorias, aunque incompletas, ya se han obtenido en avestruces, sin





embargo no existen aún resultados similares en el emú y el ñandú.

Como se dijo anteriormente, el conocimiento prematuro del sexo en ratites permitiría la temprana selección de los animales que se dejarán como reproductores para reemplazo o para la venta. Esto sería relevante en el manejo de un plantel especialmente desde dos puntos de vista. El primero, la posibilidad de determinar los futuros reproductores teniendo la certeza de que se está manteniendo la correcta proporción entre los sexos, esto es, de dos hembras por cada macho. El segundo punto de importancia es que se abre la posibilidad de vender futuros reproductores a los pocos días o meses de edad sin necesidad de incurrir en los gastos que implica criarlos y alimentarlos hasta la edad adulta. De hecho, durante los últimos años ha habido una demanda tan elevada por reproductores de avestruces que éstos alcanzaron precios extraordinariamente elevados e irrealistas (FIA, 1996). Según la asociación chilena de criaderos de avestruces, ACAC, en un sistema estabilizado, esto es, con un número fijo de reproductores, los ingresos esperados provendrán aproximadamente en un 60% de la comercialización de cueros, 14% a partir de la carne; 11% a través de las plumas y en un 15% por la venta de otros productos, donde la comercialización de reproductores constituye un rubro importante. Actualmente en Chile el precio de los reproductores nacionales alcanza los US\$ 2000.

Por último, se puede agregar que el desarrollo de una técnica biotecnológica que permita el análisis de los cromosomas sexuales de las ratites sentaría las bases para posteriores investigaciones de genealogías, parentesco y consanguinidad que serían útiles para el desarrollo de programas de mejoramiento genético. Además se podrían establecer las bases para estudios sobre identificación de líneas, especialmente en el avestruz donde existen al menos tres líneas comerciales de aves, y, tal vez, la identificación de caracteres productivos o reproductivos ligados al sexo.





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

### Antecedentes Generales de Ratites

La explotación de las ratites se presenta como una nueva alternativa para diversificar la agricultura en Chile. En nuestro país se ha visto la crianza de estas aves como una gran posibilidad de diversificar el sector agrícola, que con la entrada al MERCOSUR y la apertura en general a los mercados externos, podría llegar a la crisis en muchos aspectos en diversos rubros. Durante los últimos años ha habido una gran demanda por reproductores de avestruces, especialmente, los que han alcanzado precios extraordinarios e irrealistas. Sin embargo, se estima que la crianza de ratite puede ser un negocio rentable en la medida que el productor se capacite, trabaje a conciencia en la explotación y sepa que, además de la excelencia en el manejo de los animales, es indispensable una promoción continua y permanente de los productos que de ellos se obtienen (FIA, 1996).

Las ratites se reproducen prolíficamente hasta los 40 años, y producen anualmente cinco veces más volumen de carne y cuero que lo que produce el ganado vacuno. Además, ocupan poco espacio y tienen una mejor conversión alimenticia. Presentan todas las características necesarias para ser altamente rentables para los inversionistas y agricultores con visión de futuro (FIA, 1996). Los productos que se pueden obtener de esta ave son carne, plumas, piel, aceites, huevos y otros.

La industria del avestruz comenzó hace más de 100 años en África del Sur, como una empresa comercial viable. Actualmente la explotación de esta ave constituye una industria emergente en Francia, España, Canadá, Sudáfrica, Israel, Estados Unidos y Australia, entre otros países. Sin embargo, las otras especies de ratites, como el emú y ñandú también están comenzando a ser explotados comercialmente. Los productos derivados de las ratites muestran gran demanda y, aún cuando la industria sigue creciendo enormemente, la oferta no alcanza a cubrir la demanda. Por ejemplo, el nivel





es de producción actual de carne de emú no alcanzan a satisfacer el 1% de su demanda (FIA, 1996). Los principales países importadores de carne congelada y fresca son Suiza, Francia, Alemania, Japón y Holanda. Anualmente se venden en los mercados mundiales de exportación 1.500 toneladas de carne de avestruz, 180.000 pieles y 160.000 kilos de plumas (FIA, 1996).

La tendencia mundial, especialmente en naciones desarrolladas, se orienta hacia el consumo de carnes magras, es decir, del tipo de carne que ofrecen las ratites. Esta es una de las razones de la fuerte expansión en la crianza y comercialización de estas aves. En Chile, el consumo de carne presenta una tendencia en aumento, con una orientación cada vez más marcada a las que tienen bajo contenido graso, el cual se asocia a los niveles de colesterol y alto contenido proteico. Las carnes de avestruz, emú y ñandú, contrariamente a lo que se cree, son de color rojo, muy similar en apariencia, sabor y consistencia a la de vacuno, pero con bajos niveles de grasa, calorías y colesterol, por lo que en el mercado compite con la carne de vacuno y cerdos, no con carne de aves (FIA, 1996). La carne de ratite puede alcanzar un muy alto. Por ejemplo, en Estados Unidos, el precio de la carne de emú es de 10 dólares por Kg (hasta 12 dólares por Kg).

A diferencia del mercado de la carne, el del cuero de ratite ya existe en la mayoría de los países. El cuero se utiliza para confeccionar prendas como carteras, chaquetas, billeteras, portafolios, guantes, zapatos, botas y gorros. El diseño que le dan los folículos de la pluma es importante en su singular aspecto y calidad. Firmas europeas de alto prestigio en el mundo de la moda, como Christian Dior, Hermes, Gucci y otras, ofrecen prendas confeccionadas con cuero de estas aves. Un cuero de avestruz alcanza a rendir 14 pies cuadrados y su valor puede superar los 3 dólares por pie<sup>2</sup>, mientras que las prendas alcanzan precios superiores a los 200 dólares. Por otro lado, el cuero de emú se cotiza en 15 dólares por pie<sup>2</sup> (FIA, 1996).

En la actualidad, el alto precio de las ratites en stock reproductivo tiende a inhibir el desarrollo de un mercado masivo para la carne y el cuero, ya que el valor de mercado para ambos productos es menor que el valor de los animales vivos. El precio





de un trío de reproductores de avestruz puede oscilar entre 11.000 y 36.000 dólares, puestos en el país de origen, por lo que a ese valor hay que agregarle los costos de traslado, seguros, derechos de internación, cuarentena y otros. La gran variación en el precio de los reproductores se debe al soporte técnico y a la confiabilidad en la información genealógica y de producción de los mismos (FIA; 1996-1997).

Históricamente la explotación de ratites se orientó exclusivamente a la producción de plumas para vestuario de espectáculos y confección de plumeros. En la actualidad la crianza de estas aves se orienta claramente a la producción de carne y cuero, siendo entonces las plumas un producto secundario con escasas aplicaciones. En virtud de que la pluma de ratite no contiene resinas y no conserva estática posee una excelente calidad para recoger polvo y partículas pequeñas, soportando hasta 200 lavados. Por esto existe una demanda en aumento de este producto para la limpieza de equipos de computación e instrumentos electrónicos de alta precisión (FIA, 1996-1997).

El aceite es otro producto valioso que se obtiene de los ratites y se emplea en la elaboración de lociones, cremas y champús. En Estados Unidos se han realizado pruebas muy satisfactorias sobre su rendimiento en la fabricación de alimentos para bebés. También se utiliza con éxito como lubricante en la industria metalúrgica y en variadas aplicaciones farmacéuticas. El aceite de emú es el producto de mayor valor de los ya nombrados, cotizándose en Estados Unidos en un precio promedio de 30 dólares por litro. Este es insaturado, de alta penetración e hipoalergénico por lo cual es altamente valorado por sus propiedades dermatológicas y cosméticas. Además el aceite de emú sus subproductos se encuentran registrados como medicinas terapéuticas en los Departamentos de Salud de países como Nueva Zelanda, Australia, Canadá, Estados Unidos, Francia y Japón. (FIA, 1996)

Por último, los huevos de ratites se preparan para la venta como materia prima para artículos de artesanía, y por ejemplo, el valor de un huevo de avestruz puede alcanzar los 10 dólares por unidad (FIA, 1996).





De las ratites, las especies más importantes desde el punto de vista comercial son el avestruz originario de África, el emú de Australia y el ñandú de Sudamérica. Ratites es un término inglés que comprende un grupo de aves que se caracterizan por ser buenas corredoras, que han perdido su capacidad de volar (por lo que carecen de músculos pectorales y de quilla en el esternón) y que anidan en el suelo. En estas especies, la construcción del nido, la incubación y la cría de los polluelos las realiza generalmente el macho (FIA, 1996).

Las diversas especies de ratites no sólo son diferentes en su origen, sino también en su anatomía, fisiología, requerimientos alimenticios y otros parámetros, lo que hace difícil la explotación mixta. Sin embargo, Casademunt (FIA, 1996) señala experiencias, hasta el momento exitosas, de criaderos en los cuales se está explotando en forma conjunta la cría de avestruces y de emús. Como estos últimos presentan un patrón reproductivo invernal, que corresponde a la época improductiva de los avestruces, la crianza conjunta permite una óptima rentabilidad sobre las inversiones de infraestructura de la explotación. Las principales características de estas aves se presentan en el cuadro 1. Además, se conocen diferentes subespecies o variedades de avestruz, entre las que destacan las de cuello azul y cuello negro. Esta última es más apreciada porque ofrece más facilidad de manejo en cautiverio.

Debido a las características productivas y a las exigencias agroclimáticas para la explotación de estos animales, nuestro país ofrece ventajas comparativas interesantes para desarrollar este nuevo rubro. No se debe olvidar que su hábitat natural corresponde a zonas áridas, con precipitación anual promedio de 200 mm anuales, y con temperaturas que fluctúan entre los -15 y 40 °C. Ésta es posiblemente la razón de su excelente adaptación a diferentes climas de Europa, Asia y América. Sin embargo, es necesario conocer el comportamiento biológico y productivo de las ratites en las diferentes condiciones agroclimáticas del país, ya que una determinada zona puede presentar ventajas comparativas para cierto ciclo productivo, como por ejemplo, la engorda, la finalización o acabado. Debido a lo anterior es indispensable conocer y definir su manejo, precisar las nuevas condiciones de alimentación, observar parámetros productivos de consumo de alimento y agua de bebida, evolución del peso





vivo y la ganancia diaria de peso, mortalidad, enfermedades que las pudieran afectar, rendimiento de canal, etc.

Cuadro 1: Características Generales de los Ratites

Característica	Avestruz	Emú	Ñandú
			
Origen	África	Australia	Sudamérica
Tamaño (m)	2.4	1.5 a 1.8	1.5
Peso (k)	160 a 180	55 a 70	23 a 36
Incubación (días)	42	50 a 52	37 a 38
Temperatura (°C)	15 a 20	20 a 25	25 a 30
Humedad (%)	36 a 36.5	36 a 37	36 a 37
Longevidad (años)	50	35 a 40	20 a 30
Huevos/año	40 a 60	20 a 40	40 a 50
Peso del huevo (g)	1300 a 1600		400 a 800
Peso al nacer (g)	500 a 900		400 a 450
Productos			
Carne (k)	45		
Cuero (pie <sup>2</sup> )	14		2 a 5
Plumas (g)	100		

Fuente: FIA, 1996

Algunas características de las ratites son su larga vida útil, variedad y elevado





rendimiento de sus producciones, así como su adaptación a diferentes ecosistemas. Desde el punto de vista de su nutrición, son calificados por algunos especialistas como animales semi-rumiantes, debido a la cantidad de fibra que son capaces de digerir, gracias a la carga bacteriana del intestino y a la gran longitud de su aparato gastrointestinal, lo que hace que la fibra pueda fermentar y ser aprovechada óptimamente. Por otro lado, estas aves poseen un excelente mecanismo de concentración renal, siendo la economía del agua similar a la de los grandes mamíferos de las sabanas y del desierto (FIA, 1996-1997).

Es posible efectuar, someramente, una comparación entre la actividad ganadera del bovino de carne y del avestruz, como un ejemplo de las ratites. Esta comparación se presenta en el cuadro 2

Cuadro 2: Comparación entre el Bovino y el Avestruz

Factor	Bovino	Avestruz
En una Hectárea	1	5
Gestación/Incubación	9 meses	42 días
Nº Crías al Año	1	12
Producción de Carne (k)	250	540 (12*45)
Producción de Cuero (m2)	5.4	15.6 (1.3*12)
Vida Útil (años)	10	20

Fuente: FIA, 1996

El manejo de las ratites está condicionado al destino de la explotación, la que puede ser de ciclo completo, es decir mantener en el mismo predio a reproductores, cuyos huevos son incubados en la propia explotación, para obtener nuevos reproductores y para la venta de aves a matadero. Otra posibilidad es la de criar sólo las aves para la obtención de carne, adquiriendo los ejemplares para la engorda terminal. Ésta es una posibilidad que puede ser, en el futuro, interesante para pequeños y medianos productores. Finalmente existe la alternativa de destinar la explotación sólo a la incubación de huevos y venta de pollitos de un día o más. En Chile generalmente se utiliza la primera opción.

Por otro lado, existen los más diversos sistemas de organización para la crianza





de avestruces, desde el manejo extensivo, con grandes extensiones de terrenos, incubación y alimentación natural, etc., hasta el intensivo, donde existe un elevado confinamiento, importación de un alto porcentaje del alimento, incubación artificial, etc. Sin embargo, existe una graduación entre ambos sistemas, en función de la intensificación del manejo, siendo las más recomendables, al parecer, las semiintensivas. En ellas se ubican los reproductores al aire libre, se realiza incubación artificial y se crían los pollos en locales confinados, mientras que la engorda se realiza en potreros al aire libre y se termina el proceso en áreas de finalización o acabado, un mes antes del sacrificio, con el objetivo de mejorar y nivelar su peso vivo.

### Diferenciación Sexual y Evolución de los Cromosomas Sexuales en Aves

A pesar que el concepto de reproducción sexual se encuentra en casi todos los eucariontes, el mecanismo por el cual se diferencian los sexos es muy diverso, por ejemplo: la determinación de sexo cromosómico, mono o polifactorial no asociado a cromosomas sexuales heteromórficos, ambiental, citoplásmico y haplo-diplodía. Estos mecanismos pueden estar presentes en los distintos grupos de animales. Por ejemplo, la determinación de sexo por cromosomas sexuales puede utilizarse en taxones filogenéticamente diferentes como Plathelminths, Nemátodos, Crustáceos, Insectos, Teleostomitos, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos, pero no es necesariamente el único mecanismo para determinar el sexo. En tortugas y lagartijas, por ejemplo, algunas especies son de sexo dependiente de temperatura y otras por cromosomas sexuales. La distribución taxonómica de la determinación cromosómico sugiere que ésta ha evolucionando independientemente en muchos grupos de animales. (Fridolfsson et al., 1998)

El desarrollo de los caminos que llevan a la diferenciación sexual puede ser gatillado por factores ambientales por señales genéticas primarios presentes, ausentes o modificadas en embriones en etapas tempranas de desarrollo. Estas señales gatillan cadenas de interacción génica que resultan en la diferenciación de órganos sexuales y otras características sexuales. En muchos casos, la evolución también ha llevado a diferencia establecer específicas en el número, tamaño y morfología de cromosomas





sexuales. Sin embargo, la diferenciación sexual total se logra por la acción de genes específicos durante la historia evolutiva de una especie, sin requerirse cambios globales del cariotipo. (Lucchesi, 1999)

La hipótesis que en general se acepta con respecto al origen de la determinación genética del sexo es que éste habría surgido inicialmente por diferencias alélicas en un locus, en un par homólogo de autosomas. Los dos sexos primordiales consistieron en individuos heterocigotos u homocigotos en el locus que determinaba el sexo. Se piensa que la diferenciación de los autosomas que contenían el gen que determinaba el sexo a un cromosoma sexual heteromórfico, resultaría de la acumulación preferencial de mutaciones de mutaciones en la área del alelo del sexo, la heterocromatinización de estos sectores, reordenamientos cromosómicos y/o la reducción en tamaño del cromosoma Y (o W en aves) (Pigozzi, 1999). Además, la acumulación de mutaciones en las regiones cromosómicas adyacentes al locus determinante el sexo se facilitaría por una reducción de la recombinación genética entre los cromosomas del sexo heterogamético (X e Y, o Z y W) (Lucchesi, 1999). Según esta hipótesis, el cromosoma X (Z) se recombina libremente en el sexo homogamético mientras que el segmento del cromosoma Y (W) que no recombina se mantiene heterocigoto y tendería a acumular mutaciones letales. Aunque este modelo recibió fuertes críticas (Fisher, 1935, citado por Pigozzi, 1999), el concepto del par XY (ZW) como no-recombinante ha persistido e inspirado nuevas teorías para explicar la diferenciación de los cromosomas sexuales que presentan un patrón de recombinación (Solari, 1993, citado por Pigozzi, 1999). La prueba de este comportamiento diferencial durante la meiosis (especialmente en especies con cromosomas sexuales parcialmente homomórficos, como las aves) es la base para asumir que la ausencia de recombinación es el origen y no el resultado de un cambio morfológico de los cromosomas. Un ejemplo se encuentra en la figura 1.

Las aves se caracterizan por la condición heterogamético de las hembras: machos poseen dos copias de cromosoma Z (denominado ZZ) y las hembras tienen una copia del mismo y una copia del cromosoma W (ZW). En general, el cromosoma W es más pequeño que el Z y además muestra características de un cromosoma





Figura 3: Ejemplo de auto-sexaje

Barras ligadas al sexo:  
B = con barra;            b = sin barra  
? = macho;                ? = hembra

a) cruza de un macho sin barra con una hembra con barra

bb? (sin barra) X B\_? (con barra)  
⇒ Bb? (con barra); b\_? (sin barra)

b) en la gallina castellana  
B es de dominancia incompleta sobre b

BB? X B\_?  
⇒ BB? (con barra y gran mancha blanca)  
⇒ B\_? (con barra y pequeña mancha blanca)

En ratites el dimorfismo externo aparece alrededor del año de edad, cuando el macho y la hembra se diferencian morfológicamente y por ende el auto-sexaje no es un método viable para ratites recién nacidas o en edad de crianza.

### 3. Sexaje Quirúrgico

El sexaje quirúrgico o por endoscopia es otro método utilizado en aves doméstica, en el cual se emplea un instrumento óptico (Instrumento Keeler), que es similar a un proctoscopio. Este procedimiento consiste en la introducción de un tubo óptico al intestino grueso del ave y la observación de las gónadas directamente a través de la pared intestinal. El sexo del ave se determina por la detección de dos testículos en los machos y generalmente, de un ovario funcional ubicado al lado izquierdo del intestino en las hembras.

El desarrollo de las técnicas quirúrgicas en general, ha permitido que el sexaje por endoscopia se convierta en un procedimiento relativamente seguro cuando es realizado por profesionales entrenados (Wilson et al., 1997). Además, de identificar el sexo, este método permite ver problemas físicos que pueden presentar las gónadas u otros órganos observables con la endoscopia. Las gónadas son más difíciles de





diferenciar en animales inmaduros, pero este sistema se puede aplicar en aves a partir de las ocho a diez semanas de edad.

Sin embargo, este método presenta varias desventajas. Las manipulaciones y la propia intervención son muy estresantes para el animal. En aves mayores se requiere que el animal este anestesiado por un periodo y el ave puede resultar con serios daños por complicaciones durante el procedimiento, e infecciones secundarias. La probabilidad de infecciones aumenta aun más cuando se no realiza la técnica en un lugar sanitario o un hospital veterinario, por lo cual es necesario desplazarse junto con el animal hasta una clínica veterinaria. También existe un riesgo de error por la edad del animal o cambios estacionales en las gónadas; en ejemplares jóvenes puede resultar indiferenciables las gónadas y además en individuos obesos pueden no ser visibles por la presencia de depósitos de grasa. Además, esta técnica puede resultar muy costosa.

#### 4. Sexaje Japonés

Hasta hace muy pocos años, la técnica más utilizada para identificar el sexo de aves fue el sexaje japonés. Esta técnica fue desarrollada en Japón e introducida a la industria avícola de Estados Unidos en los años treinta. Rápidamente se convirtió en el método más utilizado por esa industria. Requiere capacitación intensiva durante varios meses para ser aplicada correctamente pero una vez dominada esta técnica resulta ser rápida y eficiente (Wilson et al., 1997).

El sexaje japonés se utiliza en aves domesticadas, aves marinas y ratites. En pavos, algunas razas de pollo recién nacidos y la mayoría de las otras especies domesticadas, no se han identificado características de auto-sexaje y, por lo tanto, este tipo de sexaje es muy usado. Esta técnica consiste en el examen visual de la cloaca de las aves recién nacidas (en el caso de aves domésticas) o en etapa de crianza, donde el sexo se puede determinar según pequeñas diferencias anatómicas entre macho y hembra (Wilson et al., 1997). Ambos sexos poseen un *phallus*, pero éste presenta más desarrollo en el macho. En aves marinas y ratites puede resultar útil, ya que el órgano



Handwritten blue scribble or signature.



sexual diferenciado genéticamente como por ejemplo, un número bajo de genes codificantes, heterocromatina constitutiva y ADN altamente repetido (Tone et al., 1982 y Saitoh et al., 1991; citados en Fridolfsson et al., 1998). Dentro de las familias de aves no existen ejemplos de cromosomas sexuales completamente homomórficos, pero el par ZW en aves primitivas muestran muy poco heteromorfismo. Los cromosomas Z y W en ratites son homólogos el nivel del brazo largo eucromático, sin embargo muestran algún grado de heteromorfismo (a veces casi indetectable), dependiendo de la especie (ver figura 2). Este hecho se ha usado como evidencia un estado primitivo de diferenciación de los cromosomas sexuales en este grupo (Pigozzi, 1999).

Figura 1: Posible evolución del par de cromosomas sexuales en aves (Pigozzi, 1999)

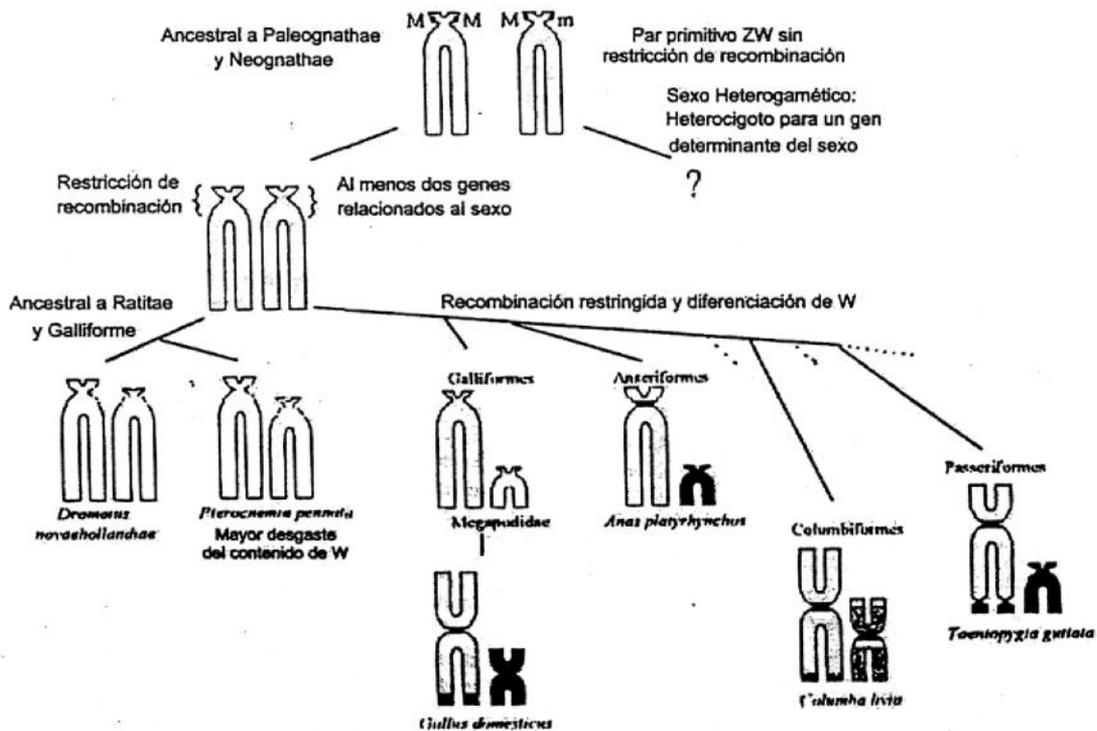




Figura 2: Variación morfológica de par cromosómico ZW en ratites (Pigozzi, 1999)



Sobre la base de los estudios de los cromosomas durante la meiosis y con la determinación de las zonas heterocromáticas del cromosoma W en aves Paleognatas y Neognatas, se ha propuesto un esquema para explicar los cambios que se habrían sucedido a lo largo de la evolución en los cromosomas sexuales de las aves, sobre todo en el W, los que han resultado en la existencia de cromosomas Z y W muy diferenciados en la enorme mayoría de las aves vivientes. Aunque no es posible estudiar los cromosomas sexuales de las especies ya extinguidas, se puede reconstruir su probable historia analizando los grupos de aves vivientes de acuerdo con su posición en el árbol filogenético del taxón aves, desde las más primitivas a las más modernas. Se propone así que, inicialmente y en un grupo ya extinguido, la diferenciación de los cromosomas sexuales se habría originado a partir de cromosomas Z y W morfológicamente idénticos con probabilidad de recombinar en toda su longitud, de manera similar a lo que se observa en las ratites actuales. En el transcurso de la evolución, con la consecuente diversificación de las aves, la zona sin recombinación del cromosoma W se habría extendido por la aparición de nuevos genes relacionados con la determinación sexual, los cuales deben permanecer obligatoriamente en el cromosoma W (lo cual exige evitar el intercambio de estos segmentos con el Z durante la meiosis). A medida que la zona que no recombina en el cromosoma W se vuelve mayor, disminuye la región que intercambia efectivamente segmentos con el Z. (Ciencia Hoy, 2000)

En las aves consideradas más modernas el cromosoma W tiene sólo un pequeño segmento que recombina con el Z. El resto del cromosoma está casi





totalmente constituido por ADN pobre en genes, lo cual se manifiesta como "heterocromatina", visible con técnicas especiales. Cabe preguntarse por qué en la mayoría de las especies Neognatas el cromosoma W es más pequeño. Esto se explica por la pérdida ocasional y aleatoria de esa heterocromatina, ya que dicha pérdida no implica daño para el individuo porque se trata de material genético deteriorado e inerte.

A pesar de las similitudes superficiales entre los cromosomas Z y W de las aves con los cromosomas X e Y de los mamíferos, hay importantes diferencias que demuestran que el par ZW y el par XY se originaron de manera independiente, de la misma manera que las aves y los mamíferos provienen de distintos troncos de antecesores de reptiles. La diferencia más obvia entre los cromosomas sexuales de aves y mamíferos reside en el sexo del individuo que porta los cromosomas sexuales diferentes entre sí (sexo heterogamético). Como ya hemos visto, en las aves esto sucede con la hembra y en los mamíferos con el macho. Durante la meiosis, en los espermatoцитos de los mamíferos los cromosomas X e Y forman un cuerpo denso llamado "cuerpo XY", fácilmente visible al microscopio óptico. Este hecho es bien diferente de lo que aparece en los ovocitos de las aves, donde los cromosomas Z y W nunca se condensan de esta manera. La condensación del par XY está vinculada al silenciamiento de los genes de estos cromosomas en etapas tempranas de la división meiótica, y es de fundamental importancia para la formación de gametos (y por lo tanto para la fertilidad) en los machos de los mamíferos, resultando letal para los espermatoцитos si este estado de "inactividad" se transmite accidentalmente a otros cromosomas. Finalmente, el grupo de genes que lleva el cromosoma X de los mamíferos es sustancialmente diferente del que lleva el cromosoma Z de las aves. Esto último revela que los cromosomas X y Z se han originado en forma totalmente independiente, a partir de una pareja cromosómica que es diferente para las aves y para los mamíferos.

La naturaleza conservadora de cromosoma Z de aves se asemeja al cromosoma X en mamíferos, excepto en ratites. La divergencia evolutiva de ratites ocupa una de las posiciones más basales en la filogenia de las aves existentes (Sibley et al., 1990 y





Mindell et al., 1997; citados en Fridolfsson et al., 1998). La mayoría de las especies de ratites no poseen cromosomas sexuales claramente heteromórficos. El tamaño de los cromosomas Z y W solo difieren levemente, muestran además un bandeo cromosómico similar y ambos cromosomas son eucromáticos, en contraste con aves no-ratites.

A diferencia de no-ratites, la hibridación con los genes CHD1 Y ATP5A1 en el genoma de avestruces, no revela patrones de RFLP específicos al sexo. Existen por lo menos dos explicaciones de esta situación. La primera, es que los cromosomas sexuales de las aves ratites y no-ratites evolucionaron de pares de autosomas distintas. Esto es compatible con la teoría que la divergencia evolutiva de ratites habría ocurrido mucho antes que todas las otra aves existentes e implicaría que los cromosomas sexuales de aves no-ratites se diferenciaron después de la separación de ratites. Por otro lado, puede ser que los cromosomas sexuales de todas las aves se originen del mismo par ancestral de autosomas. Si este fuera el caso, la diferenciación completa de los cromosomas sexuales conlleva a la evolución de genes ligados a los cromosomas Z y W igual debería haber ocurrido después de la separación de las ratites. Además es posible que los cromosomas sexuales de las aves empezaran a diferenciarse en un tiempo cercano a la radiación basal de los linajes existentes.

Por esto las aves vivientes que son consideradas más primitivas en el sentido de ser más cercanas al tronco ancestral de las aves, son las ratites. Las ratites vivientes comprenden dos especies de avestruz, del género *Struthio*, de origen africano; dos especies del género *Rhea*, las ñandú común y ñandú petiso o choique, propias de Sudamérica; y siete especies de ratites propias de la región australiana, que pertenecen a su vez a tres grupos: el emú de Australia (*Dromaius*), tres especies de kiwis de Nueva Zelanda (*Apteryx*), y tres especies de casuarios de Nueva Guinea y Australia (del género *Casuario*). En todos los casos, estas pocas Ratites vivientes son aves corredoras, carentes de la capacidad de vuelo, sin esternón quillado y con un paladar que anatómicamente se considera primitivo. Existe consenso en que todas las especies del grupo de las ratites están estrechamente relacionadas entre sí y que tienen su origen en un antepasado común (monofilético). Esto tiene sustento no sólo





en sus obvios parecidos anatómicos, sino también en el hecho de que sus conjuntos cromosómicos, o cariotipos, muestran una gran similitud en sus cromosomas mayores ("macro cromosomas"; en los cariotipos los diferentes cromosomas están ordenados según su tamaño y su forma). Hasta tal grado llega la uniformidad de los cromosomas mayores de todas estas ratites, que se ha considerado que todas conservan un patrón cromosómico que sería anterior a la diferenciación de las distintas especies de ratites actuales. También los estudios de ADN han mostrado una gran similitud entre sí de las distintas ratites, cuando se mide su capacidad de hibridar mutuamente sus ADN (ver Ciencia Hoy, "Las sondas de ácidos nucleicos", de R. Wettstein, 20: 46, citado por Ciencia Hoy, 2000).

### Antecedentes Generales sobre la Identificación del sexo en Aves

#### Métodos de identificación de sexo

##### 1. Dimorfismo Fenotípico ligado al Sexo

La identificación del sexo (sexaje) en numerosas especies de aves presenta a menudo dificultades debido a la ausencia de dimorfismo sexual, principalmente en estados tempranos de desarrollo. El método más sencillo para identificar el sexo de aves es a través de su dimorfismo sexual, observando las diferencias entre ambos sexos. Se dice que una especie presenta dimorfismo sexual cuando existen diferencias visibles entre los machos y las hembras en dichas especies. Pero esto no es tan sencillo como parece.

En primer lugar no todas las especies presentan dimorfismo sexual, lo que implica que hay especies en las cuales los sexos son indistinguibles por su aspecto externo. En segundo lugar, aun cuando existan diferencias entre machos y hembras, estas no son siempre tan claras como para que cualquiera pueda distinguirlos, se requiere experiencia y muy buen ojo. En tercer lugar, el plumaje de los individuos jóvenes es muchas veces muy similar o idéntico al de las hembras, por lo cual podemos





confundir un individuo inmaduro con una hembra. Por último este método no nos permite diferenciar el sexo de los individuos de manera precoz (puede ser necesario esperar incluso años). Entre las ventajas más destacables de esta técnica de sexaje, están su coste nulo y el mínimo o inexistente estrés para el animal por su manipulación.

## 2. Auto-Sexaje

Otro de los métodos para identificar el sexo en aves es el de auto-sexaje donde se identifica una característica de fácil observación determinado por genes ligados al sexo. El sistema cromosómico de determinación del sexo en aves, se caracteriza porque en las hembras el par sexual consisten en dos cromosomas diferentes, ZW en tanto que los machos el par sexual consiste en dos cromosomas Z. Las características más usadas para este tipo de identificación del sexo son las del plumaje. Por ejemplo, la gallina castellana (Barred Plymouth Rock) posee un locus ligado al sexo que determina falta de melanina dando un plumaje barrado (alelo B) o no barrado (alelos b). En adultos, es posible distinguir que el macho homocigoto ( $Z^B Z^B$ ) tiene un plumaje con barras blancas más anchas que la hembra ( $Z^B W$ ), y por lo tanto, su color es en general, más claro (ver figura 3).

En los pollos recién nacidos sólo es posible distinguir el sexo por esta técnica si se utiliza para el análisis un segundo locus que reduce la pigmentación (mo), exagerando el efecto del alelo B. Esta técnica tiene varias limitaciones aún en esta especie, siendo la más importante la ausencia de estos alelos en muchas razas de pollos. Existe un número limitado de características ligadas al sexo y tampoco están presentes en todas las razas o especies, por lo tanto, no es una técnica aplicable a todas las aves.





sexual de los machos (*phallus*) es grande y fácilmente identificable.

En ratites, el sexaje japonés se puede hacer a cualquier edad, sin embargo es más efectivo cuando la ave tiene entre 1 y 2 meses ([www.farminfo.org/exotic-livestock/ostrich-m.htm](http://www.farminfo.org/exotic-livestock/ostrich-m.htm)), ya que antes de esta edad es más difícil pues las aves son muy pequeñas y los órganos sexuales son poco visibles. El examinador debe levantar la cola del animal mientras con la otra mano aplica presión en la área de la cloaca. Al aplicar presión la cloaca se evierte y el *phallus* (que está en la pared interior de la cloaca, ver figura 4) se evidencia. El *phallus* del macho es más grande, curvado y más cartilaginoso que el de la hembra y por lo tanto, fácilmente identificable. El examen de una ratite se hace mientras el ave está de pie y sujeta firmemente por una segunda persona. Este procedimiento podría constituir una desventaja del método de sexaje japonés debido al estrés a que se somete al animal. Además, en algunos casos, la diferencia anatómica no es suficientemente notable y se debe someter al animal a un segundo examen. Sin embargo, personas capacitadas y entrenadas pueden utilizar esta técnica con un 95% de certeza.

##### 5. Técnicas de Laboratorio

El sexo de las aves también se puede identificar mediante técnicas de laboratorio como análisis hormonales. En algunas especies de aves se puede determinar el sexo, midiendo la actividad funcional de los órganos reproductivos. A nivel experimental se ha tratado de relacionar el sexo de las aves con la presencia de determinadas moléculas o cantidades de éstas en sangre y/o deposiciones. El método que mayor difusión ha alcanzado es la determinación de los niveles de estrógenos, ya sea en sangre o en deposiciones. Por ejemplo, en los loros se puede determinar el sexo por medición de las hormonas esteroidales en muestras de plasma sanguíneo, fecas o desechos del huevo. Se puede decir que los estrógenos son hormonas femeninas, aunque esto no es del todo correcto (también están presentes en los machos aunque en cantidades muy inferiores) y los métodos de determinación se basan en detectar la presencia de determinados niveles de estas hormonas (por encima de cierta cantidad

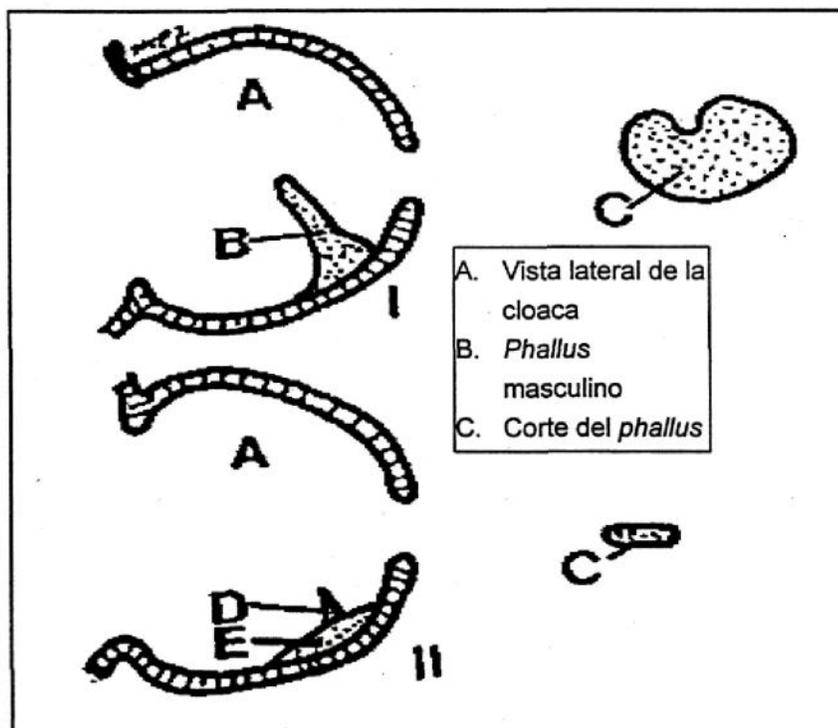


*[Handwritten signature]*



hembras, por debajo machos). Las metodologías utilizadas para su determinación son muy variadas, desde meramente el análisis químico hasta complejos procesos como el radio-inmuno-ensayo (RIA). El método más extendido en busca de estrógenos es el análisis ELISA a partir de muestras de heces. Básicamente el método ELISA consiste en usar moléculas que se unen a los estrógenos y a las cuales a su vez van unidas moléculas coloreadas. Cuanto más color en la muestra mayor cantidad de estrógenos. Las posibles ventajas de este método son, primero, que sería relativamente más barato que los métodos de determinación genética y segundo, que la técnica podría ser aplicable en un mayor número de especies, pero su escasa fiabilidad y los requerimientos de personal técnico especializado para este examen han determinado su caída en desuso, aunque se sigue investigando en este aspecto. Además, no se utiliza comercialmente por su inhabilidad para sexar animales inmaduros o con poca actividad sexual ([www.prettybird.com/sexdeterm.html](http://www.prettybird.com/sexdeterm.html)).

Figura 4: Cloaca de Avestruz Macho (I) y Hembra (II)



Fuente: [www.ostrich.austasia.net](http://www.ostrich.austasia.net)





El futuro de los métodos ELISA podría ser que se dispusiera de Kits de bolsillo mediante los cuales el propio dueño del animal llegaría a sexar con una cierta fiabilidad en su domicilio a partir, por ejemplo, de una muestra de heces, y a un precio que podría ser menor que el de otro tipo de análisis. Estos kits ya se emplean con éxito, por ejemplo, en la detección de celo en ganado vacuno o de ciertas enfermedades como la Leishmaniosis en perros.

Además de la determinación de niveles hormonales, existen métodos bioquímicos o histológicos que consisten en la identificación de cromosomas a través del análisis de un cariotipo o una caracterización bioquímica mediante análisis de ADN.

#### 6. Técnicas de Sexaje mediante Análisis de ADN

Los estudios de la evolución y estructura de los cromosomas sexuales de las aves, han permitido el desarrollo de técnicas de sexaje en laboratorio mediante el análisis de ADN. Entre éstos están: análisis cromosómico, ADN-fingerprinting) y utilización de sondas de ADN (o DNA probe).

##### a. Análisis Cromosómico

El análisis cromosómico es un método directo para identificar el sexo mediante el estudio del complemento cromosómico. En general, en las aves el cariotipo consta de relativamente pocos macrocromosomas, comparables en tamaño a cromosomas de mamíferos, y de un gran número de microcromosomas difíciles de distinguir entre ellos por su pequeño tamaño. En todas las aves cuyo cariotipo se conoce, se ha establecido la existencia de un par de cromosomas sexuales de igual morfología en los machos (ZZ), en tanto que la hembra es el sexo heterogamético (ZW). Los cromosomas Z y W difieren en morfología y en su contenido genético en la mayoría de las aves, especialmente en la sub-clase Carinatae. El cromosoma Z es un macrocromosoma siendo el cromosoma W de menor tamaño. Éste además se caracteriza por presentar heterocromatina constitutiva (Stefos & Arrighi, 1971) y replicarse tardíamente (Schmid





et al., 1989), siendo fácil la identificación de este par cromosómico por procedimientos citogenéticos relativamente sencillos. La obtención de los cromosomas metafásicos se puede realizar a partir de una muestra de sangre, mediante cultivo de linfocitos estimulados a proliferar, seguido de acción de colchicina para la acumulación de células en mitosis. Las preparaciones con los cromosomas se pueden someter a diferentes métodos de tinción y se observan al microscopio óptico donde se realiza la identificación del par sexual, por morfología y por propiedades tintoriales características. En algunas especies con diferencia de longitud de los cromosomas Z y W como en el buitre negro, se ha utilizado la medición de la cantidad de DNA en núcleos de eritrocitos mediante citofluorometría de flujo para identificar el sexo.

Este método resulta muy conveniente para sexar aves que presentan un claro heteromorfismo en los cromosomas Z y W donde estos cromosomas se identifican por inspección al microscopio. Además es un método inocuo para el animal y no se tiene que manejar al aves, sino solo una muestra. Por otro lado, éste tiene la ventaja adicional de identificar mutaciones en los cromosomas que pueden resultar en mortalidad o disminución de su capacidad reproductiva. Algunas de las mutaciones cromosómicas detectables son inversiones, translocaciones, y trisomías. Por ejemplo, un ave con una translocación o una inversión en su cariotipo podría presentar una pérdida de fertilidad del 50% ([www.prettybird.com/sexdeterm.html](http://www.prettybird.com/sexdeterm.html)).

En ratites se ha intentado también hacer sexaje identificando los cromosomas sexuales, sin embargo, a diferencia de lo observado en Carinatae, en la sub-clase *Ratitae*, la diferenciación morfológica del cromosoma W con respecto al Z es escasa. Así, el par sexual es levemente heteromórfico en las hembras de emú (*Dromaius novaehollandiae*), ñandú (*Rhea americana*), la rhea de Darwin (*Pterocnemia pennata*) y kiwi (*Apteryx australis*) y posiblemente también en el avestruz (*Struthio camelus*) (Nishida-Umehara et al., 1999). Contrariamente a lo observado en mamíferos y en los carinates, el cromosoma W en estas especies está en un estado primitivo de diferenciación (Solari, 1994). El análisis del cariotipo no resulta entonces comercialmente recomendable para la identificación del sexo en ratites. A esto se





agrega, que si bien, la obtención de cromosomas es un procedimiento estandarizado en muchos laboratorios, requiere de profesionales especializados para el análisis cromosómico mismo.

El desarrollo de los métodos biotecnológicos ofrece una solución al problema de identificación del sexo en especies de aves monomórficas y en los primeros estados de vida. El uso de marcadores moleculares surge como una herramienta poderosa en la búsqueda y desarrollo de métodos de identificación del sexo en ratites.

*b. DNA Fingerprinting*

Uno de los primeros métodos exitosos en la búsqueda de marcadores moleculares polimórficos en el genoma de diferentes especies fue el método de ADN-fingerprinting o "huellas dactilares de ADN", nombre acuñado por Jeffreys et al., (1985) para referirse al método que revela la variabilidad en el patrón de minisatélites presente en el genoma de un individuo. Un minisatélite (o locus hipervariable/VNTR loci) está constituido por un número variable de secuencias de ADN idénticas, cortas y repetidas una al lado de otra. Los minisatélites están dispersos por el genoma dispuestos en varios loci con distinto número de repeticiones en diferentes pares de cromosomas. Estos loci minisatélites están flanqueados por secuencias de reconocimiento de endonucleasas de restricción. De esta manera, al utilizar una endonucleasa para digerir el genoma en estudio, estas secuencias pueden ser cortadas, y los distintos loci minisatélites separados por electroforesis y ser detectados en forma simultánea mediante hibridación con una sonda que contiene una secuencia núcleo (o secuencia core), homóloga a las secuencias repetidas de los minisatélites. Se obtiene así, un patrón de bandas que son específicas e individuales (Vergara, 1995). La utilización comercial de esta metodología en el sexaje de aves ha tenido un uso limitado a aquellas especies en que los cromosomas sexuales presentan una gran diferenciación tanto morfológica como del ADN que subyace a la estructura cromosómica, en las cuales se ha identificado loci minisatélites localizados en el cromosoma W (Rabenold et al., 1990).





Una ventaja en la utilización de los marcadores minisatélites está dada por el elevado nivel de polimorfismo individual que es capaz de detectarse con una sola sonda. Por este motivo, su aplicación más común es en la identificación de individuos y verificación de paternidad, que puede ser de utilidad para criadores que deseen evitar consanguinidad. Este método es factible de realizar en ratites y es ofrecido por algunos laboratorios (Vita-Tech Laboratories, Avian and Ratite Testing Service) sin embargo conlleva una técnica de alta precisión y costos que no serían aplicable en la producción comercial de estas aves como una práctica común.

c. Sondas de ADN (DNA Probe) o Utilización de Marcadores Polimórficos Ligados al Sexo

Un método ampliamente usado para sexar aves es el uso de sondas de ADN. Esta técnica permite distinguir en forma confiable el sexo genético de un ave. Estas sondas se han desarrollado principalmente en especies que muestran diferencias marcadas entre los cromosomas Z y W. La sonda es un fragmento de ADN marcado y aislado y clonado a partir de los cromosomas Z y/o W, que identifica secuencias complementarias en muestras de ADN de diferentes especies avícolas. El patrón de hibridación de la sonda con el ADN problema es característico y específico para cada raza. Este análisis se realiza con los controles adecuados que otorgan una gran precisión en esta técnica. ([www.prettybird.com/sexdeterm.html](http://www.prettybird.com/sexdeterm.html)).

Entre los inconvenientes de este método está:

- Su costo, que pese a no ser excesivo, supone un desembolso importante con relación al precio de determinadas aves.
- Cada especie tiene secuencias determinadas que hay que identificar y aislar (marcadores), no es un método universal, hay que desarrollar un protocolo cada especie.
- Necesidad de laboratorios especializados.
- Aunque la probabilidad puede ser prácticamente del 100 % en función del número de marcadores buscados, estadísticamente nunca se alcanza esta cifra (será 99.999999... % pero nunca el 100%).



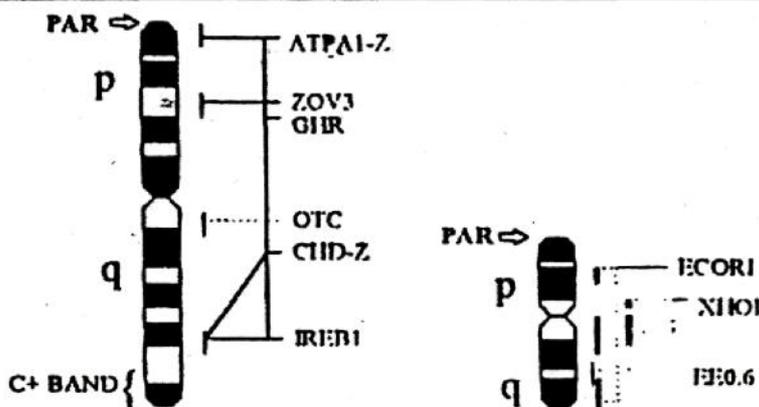


Entre las ventajas:

- Su fiabilidad es muy elevada.
- El animal sufre un estrés mínimo o transiente (como mucho arrancarle una pluma o extraerle una gota de sangre).
- Puede determinarse el sexo en individuos recién salidos del cascarón.
- No hay que desplazarse con el animal

Se han descubierto varios genes ligados a los cromosomas sexuales que pueden ser útiles para identificar el sexo en las aves (ver figura 5 para ejemplo). El más usado, es el gen CHD1 (chromodomain-helicase-DNA-binding gene), que está localizado en el cromosoma W (CHD1W) y en el cromosoma Z (CHD1Z) en todas las aves hasta ahora estudiadas. Sin embargo existen varios otros genes ligados a los cromosomas sexuales que han sido mapeados. (ver Cuadro 3). Por ejemplo, con la técnica FISH (fluorescence in situ hybridization) los genes ZOV3 y IREBP (Acon<sub>2</sub>) han sido mapeados en el cromosoma Z de pollos, emúes, y avestruces (Ogawa et al., 1998) además de la secuencia anónima EE0.6, ligado al cromosoma W en especies carinates. (Ogawa et al., 1997).

Figura 5: Mapa citológico resumido de los cromosomas Z y W de pollo (Pigozzi, 1999).





Cuadro 3: Genes ligados a los cromosomas sexuales y su conservación en distintas ordenes de aves (Pigozzi, 1999)

Gen Ligado a los cromosoma sexuales	Nº de Especies	Nº de Ordenes	Cita
IREBP (=Acon <sub>c</sub> )	12	7	Baverstock et al., 1982 Lacson y Morizot, 1988 Ogawa et al., 1998
ZOV3	8	6*	Saitoh et al., 1993 Ogawa et al., 1998
EE0.6 (y secuencias relacionadas)	18	6*	Ogawa et al., 1997 Ogawa et al., 1998
CHD-Z/CHD-W	20	9	Ellegren, 1996 Griffiths et al., 1996

\* Incluye ratites

*Sexaje de aves utilizando el gen CHD*

El primer gen identificado en aves que se localiza en el cromosoma W fue CHDW, aislado del genoma de pollo. El conocimiento de su secuencia proporcionó la base para el desarrollo de un método de sexaje en un gran número de especies (Ellegren, 1996). A partir de la secuencia de este gen, se construyeron sondas de ADN que identifican al cromosoma W al hibridar mediante Southern blots en el genoma de los ejemplares cuyo sexo se investiga. La aplicación comercial de esta técnica es costosa, requiere de una gran cantidad de trabajo, aunque es muy precisa.

Estudios posteriores demostraron que en el genoma de las aves existe una segunda copia de CHD, localizada en el cromosoma Z (CHDZ) en una región que no recombina con el cromosoma W. Este resultado no es sorprendente, y proporciona sustento a la hipótesis sobre el origen de los cromosomas sexuales en vertebrados. Ésta sostiene que el par sexual se originó de un par ancestral de autosomas que, luego de la interrupción de la recombinación genética en la meiosis, uno de los cromosomas del par, gradualmente pierde la mayoría de sus genes codificantes y sufre mutaciones





que pueden incluir reordenamientos estructurales, originándose los cromosomas Y o W (Charlesworth 1996).

Otra estrategia en la búsqueda de ensayos para la identificación del sexo, fue la utilización de la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa o PCR, que permite la síntesis in vitro de millones de copias de un segmento específico de ADN en presencia de la enzima ADN polimerasa. Utilizando la información de la secuencia de CHDZ y CHDW se diseñaron partidores específicos que flanquean la secuencia que interesa amplificar por PCR. Por ejemplo, Griffiths et al., (1998) diseñaron partidores que amplifican sectores homólogos de ambos genes (CHDZ y CHDW) que incorpora un intrón que es de diferente longitud en cada gen. Al examinar el producto de PCR en un gel se observa un fragmento correspondiente a CHDZ en los machos y dos fragmentos de distinto tamaño en las hembras (CHDZ/CHDW).

Estos métodos han resultado eficientes en el sexaje de diversas especies de aves, con excepción de ratites. Si bien CHD está presente en el genoma de estas aves, no ha sido posible establecer diferencias en su secuencia que permitan el desarrollo de técnicas de sexaje, hasta ahora. Estos resultados se explican por la escasa diferenciación de los cromosomas sexuales en ratites.

#### *Genes ligados al sexo en ratites*

En un estudio dirigido por Ogawa et al., (1998) se utilizaron dos genes aislados del genoma de pollo: ZOV3 (codifica para una proteína miembro de la superfamilia de Ig) y IREBP (codifica para "iron-responsive element-binding protein"), como sondas para establecer su localización en los cromosomas de ratites, mediante la técnica de FISH. Estudios previos habían demostrado que estos dos genes se ubican en el cromosoma Z en pollos. Además, el ligamento de estos genes se comprobó en seis especies de aves de diferentes ordenes. Una tercera sonda utilizada por Ogawa et al., (1998) fue el marcador EE0.6, correspondiente a una secuencia anónima, no repetida, derivada del cromosoma W. El ligamento de EE0.6 con el cromosoma W se ha probado en 18 especies de ocho ordenes distintas (Ogawa et al., 1997).





Lo más destacable de este estudio fue que los tres loci estudiados están localizados en el par correspondiente a los cromosomas sexuales, tanto en el emú como en el avestruz. El locus IREBP en el avestruz sólo está presente en el cromosoma Z., lo cual indicaría que en el proceso de diferenciación del cromosoma W en esta especie, habría ocurrido una pequeña deleción en este cromosoma, con pérdida del locus IREPB. Estos resultados sugieren que los cromosomas sexuales de las aves carinates y ratites se habrían diferenciado de un par común de cromosomas ancestrales (Ogawa et al., 1998).

Estos antecedentes pudieran ser útiles para el desarrollo de técnicas de sexaje en ratites, ya que es posible, por ejemplo, identificar cromosómicamente el sexo en avestruz mediante FISH usando como sonda IREPB. Sin embargo, esta metodología requiere de un trabajo laborioso, de alto costo por los instrumentos necesarios, además de profesionales capacitados.

Los estudios para la identificación molecular del sexo en diferentes especies de aves se han focalizado principalmente en intentar detectar secuencias de ADN repetidas o anónimas específicas el cromosoma W. Uno de los métodos que se ha propuesto para la identificación de marcadores genéticos polimórficos asociados al sexo en aves es el estudio de marcadores RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) (Griffiths & Tiwari, 1993; Lessels & Mateman, 1998).

La técnica RAPD es básicamente una variación del protocolo de PCR, con dos características específicas distintivas: (1) utiliza un partidor único en vez de un par de partidores y (2) el partidor único tiene secuencia arbitraria y por lo tanto su "secuencia blanco" es desconocida. Para que ocurra la amplificación de un fragmento RAPD en el genoma analizado, las secuencias de ADN complementarias al partidor arbitrario deben estar suficientemente adyacentes (<4000 pares de bases) y en orientación opuesta, de manera que sea posible la amplificación exponencial de ese segmento, mediante la ADN polimerasa. En función de la gran cantidad de ADN producido, este fragmento amplificado puede ser visualizado directamente en forma de una banda en el gel de





electroforesis. La electroforesis se realiza, generalmente, en gel de agarosa y la visualización de los fragmentos se realiza por coloración específica con bromuro de etidio y en presencia de luz ultravioleta. Típicamente, cada partidor arbitrario utilizado dirige la síntesis simultánea de varios segmentos de ADN en diversos puntos del genoma, resultando así en varias bandas en el gel. (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

La principal crítica de los marcadores RAPD se ha centrado en su limitada reproducibilidad debido a las condiciones de baja sensibilidad en que se realiza la reacción de PCR (35°C). Sin embargo, este problema se descarta si se realizan ensayos de estandarización adecuados tomando en consideración diferentes variables que pudieran influir en la consistencia del ensayo. Los marcadores RAPD han mostrado su utilidad para caracterizar genéticamente especies cuyo genoma ha sido poco estudiado o es prácticamente desconocido. Otro aspecto que puede resultar una limitación en algunos casos es el desconocimiento previo de la base genética de las bandas RAPD. Estrictamente hablando, una banda RAPD observada en el gel sólo puede ser considerada un marcador de comportamiento Mendeliano después de verificar su segregación de padres a descendientes. Es importante resaltar, sin embargo, que este requisito es necesario, en principio, para todas y cualquier tipo de marcadores moleculares (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

La metodología RAPD se basa en la amplificación de ADN, lo que resulta en una serie de ventajas prácticas que pueden ser resumida en dos grandes atributos: simplicidad y rapidez. La rapidez se debe a la posibilidad de detectar el polimorfismo por visualización directa de las bandas en el gel, eliminando por lo tanto, las etapas de transferencia de ADN a membranas ("Southern blot"), hibridación con sondas y autorradiografía. La simplicidad se da porque la técnica no requiere el desarrollo previo de una biblioteca de sondas específicas para el organismo de interés. Un conjunto único de partidores arbitrarios puede ser utilizado para cualquier organismo y se requiere una cantidad mínima de ADN para analizar un individuo genótipicamente. Además, el RAPD es más bajo en costos que otras técnicas (por ejemplo RFLP) en relación de costo por dato genotípico. Si fuera incluido el costo de desarrollo de la

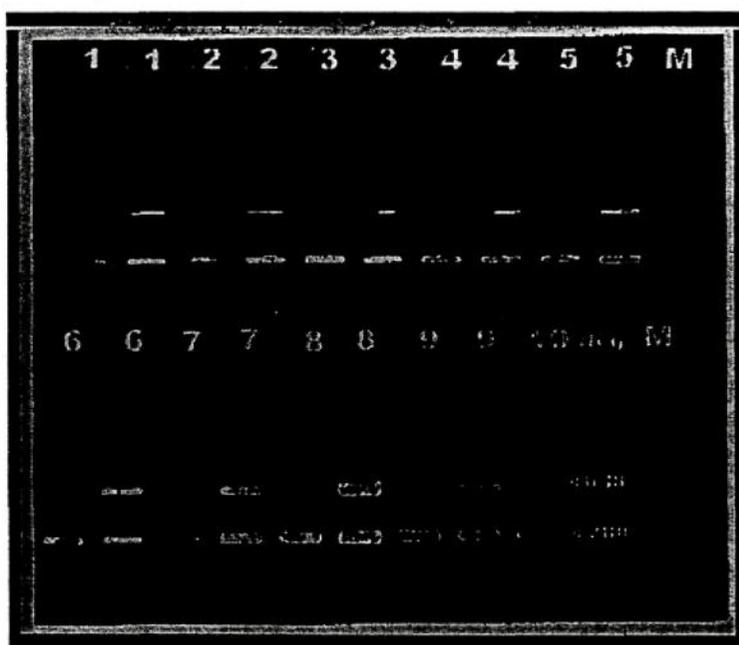




biblioteca de sondas, el costo de RAPD es aún menor. Esto se debe principalmente a la diferencia de gastos con mano de obra y, en menor escala a la distribución de recursos para la adquisición de reactivos y suplementos (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

Bello y Sánchez (1999) utilizaron RAPD en un estudio en avestruz donde identificaron un fragmento polimórfico en las hembras, el cual fue clonado y secuenciado para construir un marcador amplificable por PCR para identificar el sexo en esta especie. Su aplicación en 38 hembras y 33 machos resultó positiva mostrando consistencia entre la presencia o ausencia del marcador y sexo (ver figura 6), en todos los casos, aunque no se ha estudiado el modo de herencia de este marcador para descartar recombinación genética que pudiera inducir a error en la asignación de sexo, como tampoco se ha demostrado mediante FISH, su localización en los cromosomas sexuales de esta especie.

Figura 6: Multiplex PCR que provee de un control interno positivo de la amplificación PCR. Todas la muestras muestran amplificación del microsatélite L014 pero sólo las hembras amplificaron el marcador sexual SCAR.





## Bibliografía

Bello, N., Sánchez A. (1999) Sex identification in the ostrich by PCR. *Molecular Ecology* 8, 667-669.

Bird sexing by DNA analysis. <http://www.udlgenetics.com>.

Bird sexing, surgical versus DNA, Avian and Ratite Testing Service, Vita-Tech Laboratories. <http://www.vita-tech.com/Avian/surgical.htm>.

Charlesworth, B. (1996) The good fairy godmother of evolutionary genetics. *Curr. Biol.* 6, 149-162.

"Conservation Solutions with Molecular Biology", Bird Sexing. Research Laboratory. <http://www.zoo.org.au/conservation/ResearchLab.htm>.

DNA Sexing, avian species. [http://gator.biol.sc.edu/RS\\_Lad/jof/sexing.html](http://gator.biol.sc.edu/RS_Lad/jof/sexing.html).

Ellegren, H. (1996) First gene on the avian W sex chromosome (CHD) provides a tag for universal sexing of non-ratite birds. *Proc. R. Soc. Lond. B* 263, 1635-1641.

Ferreira M. & Grattapaglia D. (1998), Introducción al uso de marcadores moleculares en el análisis genético. EMBRAPA/CENARGEN Eds., 220 pág.

FIA. Explotación del Avestruz. *El Campesino Dic.* 1996 V 127 (12), 14-22; Ene. 1997 128 (1), 14-22, Feb. 1997 V 128(2), 8-13.

FIA. Explotación Comercial del Avestruz. Antecedentes Generales. Santiago, Chile. 1996.

Fridolfsson, A.K., Cheng, H., Copeland, N.G., Jenkins, N.A., Liu, H., Raudsepp, T., Woodages, T., Chowdhary, B., Halverson, J., Ellegren, H. (1998) Evolution of the avian sex chromosome from an ancestral pair of autosomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 8147-8152.

Fridolfsson, A.K., Ellegren, H. (2000) Molecular evolution of the avian CHD1 genes on the Z and W sex chromosomes. *Genetics* 155, 1903-1912.

Griffiths, R., Dann, S., Dijkstra, C. (1996) Sex identification in birds. *Proc. R. Soc. Lond. B* 263, 1251-1256.

Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K., Dawson, R.J. (1998) A DNA test to sex most birds. *Molecular Ecology* 7, 1071-1075

Griffiths, R. & Tiwari, B. (1993) The isolation of molecular genetic markers for the identification of sex. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90, 8324-8326.





History of DNA sexing and diagnostics in Europe, Sexing of birds, Vertark DNA sexing and diagnosis information page. <http://www.vetark.co.uk/birdDNApages.html>.

Iturra, P., Medrano, JF, Bagley, M., Lam, N., Vergara N., & Marin, JC. (1998). Identification of sex chromosome molecular markers using RAPDs and fluorescent in situ hybridization in rainbow trout. *Genetica (The Hague)* 101: 209-213.

Iturra, P., Medrano, JF, Bagley, M., , Vergara N., & Imbert, P. (2000). Development and characterization of DNA sequence OmyP9 associated with the sex chromosomes in rainbow trout. *Heredity (en prensa)*.

Jeffreys, A.J., Wilson, V., Thein, S. (1985) Hipervariable "minisatelite" regions in human DNA. *Nature* 314, 67-73.

Lessels, C.M. & Mateman, A.C. (1998) Sexing birds using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Molecular Ecology* 7, 187-195.

Lucchesi, J. (1999) On the origin of sex chromosomes. *BioEssays* 21, 188-190.

Métodos de sexaje en aves I y II. [Http://www.animalls.net](http://www.animalls.net).

Nishida-Umehara, C., Fujiwara, A., Ogawa, A., Mizuno, S., Abe, S., Yoshida M. (1999) Differentiation of Z and W chromosomes revealed by replication banding and FISH mapping of sex- chromosomes-linked DNA markers in the cassowary (Aves, Ratitae). *Chromosome Research* 7, 635-640.

Non-surgical means of sex determination in Psittacine birds. <http://www.prettybird.com/sexdeterm.html>.

Ogawa, A., Solovei, I., Hutchison, N., Saitoh, Y., Ikeda, J., Macgregor, H., Mizuno, S. (1997) Molecular characterization and cytological mapping of a non-repetitive DNA sequence region from the W chromosome of chicken and its use as a universal probe for sexing Carinatae birds. *Chromosome Research* 5, 93-101.

Ogawa, A., Murata, K., Mizuno S. (1998) The location of Z- and W-linked marker genes and sequence on the homomorphic sex chromosomes of the ostrich and the emu. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 4415-4418.

Pigozzi, M.I. (1999) Review: Origin and evolution of the sex chromosomes in birds. *Biocell* 23(2).

Rabenold ,P.P., Piper, W.H., Decker, M.D., Minchella, D.J. (1990) Polymorphic minisatellite amplified on avian W chromosome. *Genome* 34, 489-493.

Schmid M., Enderle, E., Schindler, D., Schempp, W. (1989). Chromosome banding and





DNA replication patterns in bird karyotypes. Cytogenet. Cell. Genet. 52: 139-146. Sexing monomorphic bird species with DNA, Zoology 310. <http://sorrel.humbolt.edu/~lad5/bird.htm>.

Sexing, Ostrich Main page. <http://www.farminfo.org/exotic-livestock/ostrich-m.htm>.

Stefos K., & Arrighi FE. (1971) Hetrochromatic nature of W chromosome in birds. Exp. Cell. Res. 68: 228-231.

Solari, AJ. (1994) Sex chromosomes and sex determination in Vertebrates. Boca Ratón: CRC Press.

The O Zone - Ostrich Handbook, Reproductive System. <http://www.ostrich.austasia.net/ostrcih/hanbook/anatomy.html>.

Vergara, N. (1995) Estudio de la aplicación de DNA fingerprinting multilocus en la evaluación de progenies ginogenéticas experimentales en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile.

Wilson, H.R., Jacob, J.P., Mather, F.B. (1997) Methods for sexing day-old chicks. FACT SHEET PS-21, of a series of the Dairy and Poultry Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

\_\_\_\_\_ (2000) El esquema evolutivo de los cromosomas sexuales de las aves. Ciencia Hoy 56 (10).





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

### Marco General del Proyecto

La explotación de ratites (avestruz, emú y ñandú) se presenta como una nueva alternativa para diversificar la agricultura en Chile. Durante los últimos años ha habido una gran demanda por reproductores de estas aves, especialmente de avestruces, los que han alcanzado precios extraordinarios. Por ejemplo, el precio de un trío de reproductores de avestruz puede oscilar entre 11.000 y 36.000 dólares, puestos en el país de origen, por lo que a ese valor hay que agregarle los costos de traslado, seguros, derechos de internación, cuarentena y otros (FIA, 1996). Este aumento por ejemplares reproductores de ratites implica que dentro del país esta industria está creciendo continuamente.

### Avestruces en Chile

En Septiembre de 1999 la Asociación Chilena de Avestruces (ACAC) realizó una encuesta sobre planteles de avestruces para conocer los planteles actuales y sus proyecciones en Chile. Se informaron los siguientes resultados:

Aves Reproductoras	
Actuales	147
En el año 2008	874

Fuente: ACAC, 1999

Planteles	
Actuales	37
En el año 2008	504

Fuente: ACAC, 1999

### Incremento Anual 1.500

Ton de Consumo de Alimento	
Actuales	676
En el año 2008	14.687

Fuente: ACAC, 1999





Además, la misma asociación realizó un catastro de avestruces en Mayo de 2000, con una participación del 72% de un total de 32 criadores asociados. Se encontró que a la fecha de la encuesta existía un total de 1.580 avestruces y los resultados fueron los siguientes:

Machos Reproductores	
Entre 0 y 12 meses	208
Entre 13 y 30 meses	133
Reproductores sobre 30 meses	80
<b>Total</b>	<b>421</b>

Fuente: ACAC, 2000

Hembras Reproductores	
Entre 0 y 12 meses	250
Entre 13 y 30 meses	190
Reproductores sobre 30 meses	156
<b>Total</b>	<b>596</b>

Fuente: ACAC, 2000

Proporciones:

Entre 0 y 12 meses: 1.20 hembras x macho  
Entre 13 y 30 meses: 1.43 hembras x macho  
Reproductores sobre 30 meses: 1.95 hembras x macho  
Total Reproductores: 1.42 hembras x macho

En cuanto a la cantidad de aves productivas se encontró:

Animales Para Engorda-Actuales	
Ente 0 y 6 meses	532
Entre 6 meses y 12 meses	31
<b>Total</b>	<b>563</b>

Fuente: ACAC, 2000

Animales Para Engorda-Estimación a Abril del 2001	
Ente 0 y 6 meses	2.340
Entre 6 meses y 12 meses	883
<b>Total</b>	<b>3.223</b>

Fuente: ACAC, 2000



En el año 2001, el 100% de los encuestados habrán completado los procesos de crianza y entre el 2001 y 2002 la gran mayoría de los encuestados estará en condiciones de comenzar el faenamiento.

Considerando el máximo estimado en la encuesta y manteniendo una relación de 1.42 hembras por macho con un rendimiento de 24 pollos vivos por temporada, se hizo una proyección de etapa de crecimiento.

#### Proyección Etapa de Crecimiento

Temporada	Pollos	Reproductores
2000-2001	1.251	236
2001-2002	3.744	329
2002-2003	9.576	652
2003-2004	11.616	825
2004-2005	11.616	825

Fuente: ACAC, 2000

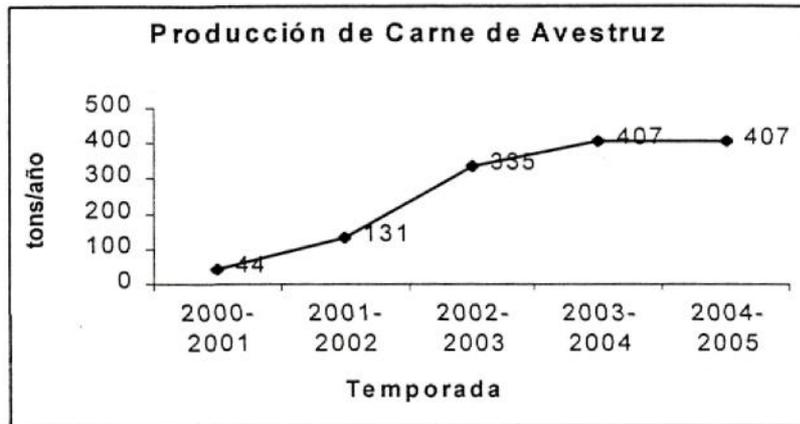
Además, de la encuesta se pudieron sacar conclusiones de oferta versus demanda, bajo los supuestos que cada avestruz produce 35 Kg de carne y 1 m<sup>2</sup> de cuero.

#### Conclusiones de Oferta vs. Demanda

Temporada	Pollos	Carne (tons)	Cuero (m <sup>2</sup> )
2000-2001	1.251	44	1.251
2001-2002	3.744	131	3.744
2002-2003	9.576	335	9.576
2003-2004	11.616	407	11.616
2004-2005	11.616	407	11.616

Fuente: ACAC, 2000





Este gráfico no considera aumentos del consumo pero cápita ni la totalidad de los criaderos en Chile (no considera a quienes no contestaron la encuesta y a quienes no están asociados).

Dada las estimaciones hechas por cada socio, en el año 2004-2005 se podría tener alrededor del 0.05% participación del mercado de carne en Chile.

Demanda de Carne en Chile			Participación de Mercado del Avestruz Proyectado	
Demanda	tons/año		% Mercado	tons/año
Carnes Rojas	650.000	⇒	0.05	422
Carnes Blancas	194.000		0.04	338
Total	844.00		0.03	253
Fuente: INE, 1997			0.02	169
			0.01	84

En el ámbito de la producción de avestruces también se han realizado en Chile diversas actividades destinadas a perfeccionar los conocimientos que se tienen de estas aves en nuestro país. Entre éstas destacan un proyecto de FIA enfocado al estudio del manejo y adaptación de los avestruces en Chile; una gira tecnológica de productores a Francia e Israel en el año 1998; un proyecto FONTEC relacionado con la fabricación de alimentos para avestruces; un convenio de investigación y desarrollo entre la Asociación Chilena de Criadores de Avestruces y la Universidad de Chile y un congreso reciente sobre sanidad y patologías en avestruces.





## Ñandúes en Chile

Las experiencias con criaderos de ñandúes son muy recientes y se han basado en trabajos que se han realizado con otros representantes de los Ratites, esto es, avestruces y emús, para la producción. Se ha obtenido experiencia necesaria a partir de los Sudafricanos que comenzaron a criar avestruces a fines del siglo pasado, produciendo carne, cuero y plumas. Esta estrategia de producción luego se fue expandiendo y abarcando otros mercados, es así como en Estados Unidos comenzó a trabajar con Avestruz, Emú y Ñandúes a fines de los años 70. Australia también se inició en este campo explotando al Emú, luego se incorporaron países como Israel, Canadá, Francia, Bélgica y Costa Rica. (Sarasqueta 1995; citada por Zapata, 2001). Experiencias en Chile, se registran las de Soto (1992) quien trabajó con ñandúes en cautiverio en la región de Magallanes junto a un privado, y proyectos regionales del INIA que se están realizando actualmente. (Zapata, 2001)

Entre los pocos proyectos que se están realizando con estas aves existe uno, en el norte del país, en las zonas altiplánicas, relacionado con la recolección de huevos para el autoconsumo del suri, que es el ñandú del altiplano.

En cuanto a ñandúes silvestres, en la región de Magallanes Milic (1997; citado por Zapata, 2001), señala una estimación de la población de 13.103 ñandúes, una densidad de 0.009 aves/há, en un área de 1.352.730 há, a través de un censo realizado a nivel regional el cual incluyó otras especies que se efectuó recorriendo 12 rutas principales de la Provincia de Magallanes, vía terrestre diurno y nocturno utilizando el método de franjas. Mientras que Balmford (1992; citado por Zapata, 2001), en el Parque Nacional Torres del Paine, realizó un censo en un área de 3000 há el cual estimó una población aproximada de 200 – 250 ñandúes y una densidad de 0,08 aves/há. En un estudio poblacional realizado por Zapata (2001) los resultados indicaron que la densidad promedio de los ñandúes fue de 0,126 aves/há en una superficie de 420 há, diferente a los datos obtenidos en los censos de Milic (1997) y de Balmford (1992).

Esta notable diferencia en los resultados se podría deber principalmente a dos





aspectos. La duración del censo del estudio de Zapata (2001), el cual abarcó toda la estación reproductiva, y a las de observaciones previas que permitieron adecuar el método para la especie considerando el momento óptimo del día para observar a los individuos, como la ubicación de las estaciones de conteo que permitieran visibilidad a toda el área y no alterar el comportamiento de la especie, estas consideraciones no fueron realizadas por los autores mencionados anteriormente.

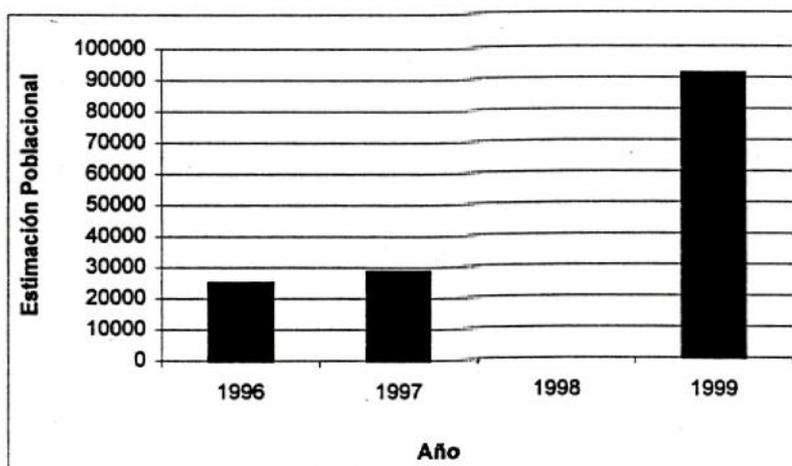
Al realizar censos regulares se aprecia que existe una tendencia a aumentar el número de individuos en la medida que avanza la temporada, principalmente por el aumento en la visibilidad de los polluelos en el área, del mismo modo el método utilizado se debe revisar cuidadosamente ya que estas son aves corredoras y asustadizas que no toleran la presencia humana. Este factor debería tomarse en cuenta en los muestreos de franja fija o variable como los realizados por Milic, (1997), al igual que los de Balford (1992).

Por otro lado, en 1996, el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) realizó el primer Censo de Fauna Silvestre en la Provincia de Magallanes, en el que incluyó 8 especies silvestres incluyendo el ñandú. En el 1997 se realizó un nuevo censo para las mismas especies y en 1999 se ejecutó un censo de ñandúes como especie única. Los resultados son los siguientes:

Estimación Poblacional de Ñandúes en la Provincia de Magallanes

Año	1996	1997	1999
Estimación Pob.	24.971	28.464	91.999

Fuente: SAG





La población de ñandúes mostró un comportamiento dinámico, en el primer caso, la mayor densidad se estimó en el sector Cabeza del Mar de la Comuna de Punta Arenas y en los dos recuentos siguientes en el sector Gallegos Chico de la Comuna San Gregorio y Laguna Blanca. En la actualidad existirían aproximadamente 30.096 individuos en este lugar. (SAG, 2000).

#### Emúes en Chile

No existe mucha información sobre lo que está ocurriendo con los emúes en Chile, ni catastros poblacionales de los mismos. Sin embargo existen criadores conocidos y asociaciones de productores de emúes como EMUSUR y SOCOEMU. FIA, por su parte, financió hace pocos años un proyecto a cargo del Señor Luis Dobson para investigar la introducción de esta especie en Chile y cuenta ahora con una población cercana a las 200 aves.

EMUSUR, como asociación, cuenta con 26 socios y un total aproximado de 730 aves, mientras que SOCOEMU cuenta con criaderos desde Chillán hasta Puerto Montt, con un total de aves cercano a los 300 animales. Por lo tanto se estima que la población actual de emúes en el país es algo superior a los 1000 animales, estando la gran mayoría de los planteles en crecimiento.

#### Bibliografía

ACAC (1999) Resumen de la Gestión de la Comisión de Comercialización: Encuesta sobre Planteles de Avestruces.

ACAC (2000) Resultados del Segundo Catastro de Avestruces.

SAG (2000) Censo de Fauna Silvestre en la Provincia de Magallanes.

Zapata, A.M. (2001) Estudio sobre la caracterización de las interacciones del Ñandú (*Pterocnemia pennata*), con su hábitat en condiciones silvestres y cautiverio con el fin de contribuir al manejo y conservación de la especie en Magallanes. Tesis de titulación, Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.





## 7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

*(Anexar además un plano o mapa de la ubicación del proyecto)*

Las etapas del proyecto que corresponden a coordinación, desarrollo de la técnica de sexaje y evaluación de mercado se realizarán en Santiago en las siguientes localidades:

- Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Zootecnia. Dirección: Av. Vicuña Mackenna 4860, San Joaquín.
- Universidad de Chile, Facultad de Medicina; Instituto de Ciencias Biomédicas. Dirección: Av. Independencia 1027, Independencia.
- Laboratorio Bytech. Dirección: Eliodoro Yáñez 2817, Providencia.

Los predios o asociaciones que prestarán sus servicios para la obtención de las muestras y animales necesarios serán:

- Avestruces: Criadero Aguas Claras, Agrícola AASA. San Esteban, Los Andes, Vª Región.
- Ñandúes: INIA, CRI Kampenaike, Punta Arenas, XIIª Región.
- Emúes: Asociación de Productores SOCOEMU X región. Criaderos en: Chillán y Coihueco (VIII), San Pablo, Osorno, Fresia, Puerto Varas y Puerto Montt (X).





## 8. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 8.1. GENERAL:

Desarrollar, evaluar e implementar a nivel productivo un sistema de sexaje de las ratites comerciales mediante el uso de una técnica molecular que permita identificar marcadores de ADN polimórficos asociados a los cromosomas sexuales.

### 8.2. ESPECÍFICOS:

- Evaluar y desarrollar una técnica de sexaje de ratites basada en el descubrimiento de al menos un marcador polimórfico (SCAR) ligado al sexo específico para cada una de las especies con las cuales se desea trabajar, esto es, avestruces, emús y ñandúes.
- Definir y evaluar en terreno las técnicas de muestreo y de sexaje desarrolladas.
- Realizar una evaluación económica y un escalamiento precomercial de la técnica de sexaje y su aplicación productiva.

*Handwritten signature*





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

*(Describir en detalle la metodología y procedimientos a utilizar en la ejecución del proyecto)*

### Etapa 1: Desarrollo de la Técnica de Sexaje

Durante esta etapa se desea lograr diversos objetivos. El principal es identificar al menos un marcador polimórfico (SCAR) ligado al sexo específico para cada una de las especies de ratites que se crían en Chile, esto es, avestruces, emúes y ñandúes. Estos marcadores deben ser replicables, heredables (a través del cromosoma W) y específicos para la especie. (Esto último evita confusiones durante los análisis si es que la muestra es contaminada con ADN foráneo, por ejemplo, de algún patógeno o al personal manipulador). Para lograr este objetivo último, se deberá primero estandarizar la técnica utilizada en cada una de dichas especies para obtener ADN puro a partir de muestras de diferentes tejidos de las aves, como son plumas y sangre. El segundo objetivo secundario es la identificación de los marcadores RAPD polimórficos o partidores necesarios para la construcción de los marcadores SCAR.

#### 1) Recolección de Antecedentes

Durante esta actividad se llevará a cabo un análisis de todos los antecedentes nuevos que puedan haber surgido en el último tiempo que tengan relación con la selección de genes candidatos para ratites o bien con el uso de sondas o marcadores SCAR polimórficos que puedan acelerar o al menos guiar las siguientes etapas. Esto debido principalmente a que actualmente se está realizando cierto grado de investigación en este tipo de temas que pueden dar resultados durante el tiempo previo al comienzo del proyecto.

#### 2) Estandarización de Técnica de Extracción de ADN

Para llevar a cabo esta actividad se requerirá de un pool de ADN de al menos 6 machos y 6 hembras de cada una de las 3 especies a analizar. Las muestras deberán ser de sangre de animales adultos, los cuales, debido a su dimorfismo fenotípico estarán ya debidamente sexados, sin posibilidad de error al respecto. Mediante el uso de





espectrofotometría y electroforesis en gel de agarosa se determinará la calidad del ADN muestreado y se definirá la forma precisa de extracción que permitirá muestras de material genético menos contaminado. La contaminación más frecuente al respecto es, no tanto aquella por ADN foráneo, sino por proteínas u otros compuestos de la misma célula animal que son difíciles de separar en su totalidad.

Los protocolos base que deberán ser estandarizados se describen a continuación: a partir de glóbulos rojos nucleados, el ADN se extraerá con el método fenol/cloroformo, Proteinasa K y precipitación con etanol y se resuspenderá en tampón TE (Medrano et al., 1990). La concentración se determinará en espectrofotómetro UV/A260. La calidad del ADN extraído se determinará por electroforesis en un gel de agarosa al 0.8% en tampón 1X TBE y tinción con bromuro de etidio. La solución de ADN stock se almacenará congelado a -20°. La extracción de ADN a partir de las muestras de plumas se realizará utilizando Chelex 100 (Iturra et al., 2001). Los dos pools de ADN se confeccionarán mezclando alícuotas de ADN con la misma concentración de 6 machos y 6 hembras respectivamente, en las tres especies en estudio.

### 3) Screening para obtención de Marcadores RAPD polimórficos

El objetivo de esta actividad es la identificación de marcadores RAPD polimórficos. Mediante la utilización de un mínimo de 400 partidores aleatorios se realizará un screening en cada uno de los pools de ADN construidos (Macho/ Hembra), para cada una de las especies en estudio. Se espera obtener fragmentos de ADN (marcadores) amplificados por PCR presente únicamente, o bien, preferentemente en el pool de ADN de las hembras de modo de establecer su asociación con el sexo en cada una de las especies estudiadas. Cada uno de los partidores que generen en los pools de ADN marcadores polimórficos posiblemente asociados con el sexo, será utilizado en un screening del ADN genómico de cada uno de los animales que constituyen cada pool. Una vez confirmada la consistencia del marcador se procederá a continuación a la construcción del SCAR (Sequence Characterized Amplified Region).

El ensayo de RAPD (Williams et al., 1990) está basado en la técnica de PCR y utiliza como partidores oligonucleótidos de 10 mer, de secuencias al azar, para amplificar





fragmentos discretos en el genoma de un organismo. Los polimorfismos son detectados por la presencia o ausencia de fragmentos de ADN productos de PCR, separados por electroforesis en gel de agarosa. La búsqueda de polimorfismos con partidores RAPD se hará aplicando el análisis de segregación en grupo (BSA), estrategia que ha demostrado ser efectiva en la localización de polimorfismos asociados a genes únicos o asociados con cromosomas específicos, como los cromosomas sexuales (Michelmore et al., 1991; Ferreira y Grattapaglia, 1992; Iturra et al., 1998). En esta estrategia se utiliza partidores RAPD para examinar el ADN genómico de dos grupos de individuos que contrastan en determinando carácter, en el presente proyecto, el sexo.

El protocolo base de RAPD es el siguiente: la mezcla de reacción de PCR contiene 1X Buffer PCR, 100µM de cada dNTP (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 2mM MgCl<sub>2</sub>, 0.4 µM de partidor, 0.5 U de Taq-polimerasa, 25 ng de ADN genómico en un volumen de 15 µl. La reacción de PCR se realizará en un termociclador con el siguiente programa de ciclos base: 94° C (2 min), 3 ciclos de 94° C (1 min), 35° C (1 min), 72° C (2 min), seguido de 32 ciclos de 94° C (10 seg), 35° C (30 seg) y 72° C (1 min) y finalmente una última extensión de 72° C (5 min). Este protocolo será estandarizado para su aplicación en las especies de ratites en estudio.

La búsqueda de polimorfismos ligados al sexo también se abordará utilizando como estrategia el estudio de genes candidatos. Un gen candidato lo definimos como un gen o una secuencia de ADN localizado en una región cromosómica de interés, en este caso en los cromosomas sexuales de aves. es posible buscar polimorfismos en la secuencia codificante (o en las intrónicas) del gen candidato y establecer su asociación con el rasgo que se investiga, en este caso, el sexo. Esta estrategia tiene su base en los estudios genómicos que muestran la conservación de genes y regiones cromosómicas entre especies (aún evolutivamente distantes). Paralelamente al screening con RAPD, se reunirá información disponible en las bases de datos públicas sobre las secuencias de genes localizados en los cromosomas sexuales de aves para elegir los posibles genes candidatos que se estudiarán en las especies de ratites.

Una vez elegidos los genes candidatos ( o partes de secuencias de genes, o secuencias anónimas) se analizarán las secuencias publicadas para diseñar los partidores adecuados,





considerándose la construcción de partidores degenerados, si fuere necesario. Estos partidores se utilizarán para amplificar la secuencia de interés en el genoma de machos y de hembras de las especies en estudio. Los fragmentos obtenidos por PCR serán secuenciados para verificar que corresponda a la secuencia esperada. Finalmente se buscarán polimorfismos en estas secuencias utilizando enzimas de restricción o por análisis de polimorfismos conformacionales (SSCP) (Ortí et al., 1997) si los resultados obtenidos lo ameritan. Un protocolo base de PCR (Iturra et al., 2001) deberá ser estandarizado para el estudio de los genes candidatos seleccionados.

- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, J.A., Rafalski, J., Tingey, S. (1990). DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. NAR 18: 6531-6535.
- Michelmore R.W., Paran, I., Kesseli, R.V. (1991). Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked-segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregant populations. PNAS 88: 9828-9832.
- Ortí G., Hare, M., Avise, J. (1997). Detection and isolation of nuclear haplotypes by PCR.SSCP. Molecular Ecology 6: 575-580.

#### 4) Construcción de Sondas (Marcadores SCAR Polimórficos)

El objetivo de esta actividad es construir marcadores polimórficos amplificables que permitan la identificación del sexo en ratites. La construcción de estas sondas es lo que finalmente permitirá el sexaje de las ratites. Esto debe hacerse en forma individual para cada especie en cuestión.

Los fragmentos o marcadores RAPD informativos detectados en los pools de ADN, serán extraídos del gel de agarosa y purificados mediante columnas. A continuación serán clonados en un plásmido bacteriano y usados para transformar células bacterianas competentes (TA Cloning Kit- Invitrogen). El plásmido con el inserto (previamente verificado) se purifica y se procede a la secuenciación de los extremos del inserto utilizando partidores universales. La secuenciación se realiza en forma automática en un secuenciador AB377. Las secuencias nucleotídicas obtenidas serán analizadas y comparadas con los bancos de





datos (Genebank). Si es necesario y dependiendo principalmente de la longitud del marcador SCAR ( por ejemplo, mas de 1000 pb) será necesario construir partidores internos para poder completar la secuencia completa del marcador en construcción. A continuación se diseñarán los partidores específicos para amplificar por PCR el marcador S en el genoma de las especies en estudio y establecer el polimorfismo de este nuevo marcador. El polimorfismo puede ser de longitud, presencia o ausencia, o bien detectado con endonucleasas de restricción (RFLP, Restriction Fragment Length Polymorphism). En este último caso, será necesario analizar el mapa de restricción de la secuencia del marcador para buscar los posibles sitios de restricción polimórficos

#### 5) Verificación de Herencia de los Marcadores SCAR

El objetivo central de esta actividad es determinar si los marcadores previamente encontrados se heredan madre-hija, a través del cromosoma, sin participar en el proceso de recombinación existente entre los cromosomas Z y W durante el proceso de meiosis en el individuo. Esto es de suma importancia para asegurar que la existencia del marcador en un genoma indique la presencia del cromosoma W y por lo tanto, que el individuo en cuestión es hembra. En caso de no encontrarse marcadores que sean 100% ligados al sexo, se estimará el porcentaje de recombinación existente y, por lo tanto, la probabilidad de cometer un error al momento de sexar las aves.

Para lograr este objetivo es necesario que las muestras sean tomadas de familias de aves cuyos sexos ya sean conocidos en los padres y en los hijos. Lo ideal es conseguir muestras de 4 familias de cada especie, cada pareja con al menos 2 hijos, pero idealmente con 5.

Durante esta actividad además se probará qué tipo de muestras dan como resultado una extracción de ADN más pura y de fácil lectura, por lo tanto se analizarán muestras de plumas de diferentes partes del cuerpo de las aves y muestras de sangre, almacenadas de diferentes formas. (Ver actividad 2 de la etapa 2).





## Etapa 2: Desarrollo de Pruebas en Terreno

Durante el desarrollo de la etapa 1, en forma paralela, se irán desarrollando las pruebas en terreno, con cada una de las tres especies con las que se desea trabajar. El objetivo de esta etapa es evaluar diferentes técnicas de muestreo y validar las pruebas de sexaje en aves adultas y pequeñas. Además, esta etapa permitirá proveer de todo el material genético necesario para el correcto desarrollo de la etapa precedente. A la vez, las pruebas en terreno permitirán una retroalimentación permanente hacia la etapa 1 para ir corrigiendo cualquier tipo de errores que se produzcan en la extracción del ADN o en la elección de las sondas a utilizar.

### 1) Selección de Ejemplares y Formación de Familias por Especie

Para apoyar las actividades de la etapa 1 se necesitan animales a partir de los cuales tomar las muestras de sangre y plumas necesarias. El objetivo de esta actividad es primero, identificar los 6 machos y 6 hembras de cada especie de los cuales se tomarán las muestras de sangre necesarias para formar los pooles de ADN necesarios durante la actividad 1 de la primera etapa. Posteriormente se elegirán los reproductores a partir de los cuales se formarán las familias que servirán para analizar el modo de herencia de los marcadores durante la actividad 5 de la misma etapa. Estos reproductores pueden o no ser los mismos individuos a través de los cuales se obtengan las muestras de sangre previas. La larga duración de la primera etapa permitirá que, para cuando comiencen las pruebas de herencia, estos reproductores ya tengan hijos plenamente identificados y posibles de sexar por dimorfismo visual. La ventaja de la posibilidad de formar las familias durante el proyecto es que se asegura la real paternidad de los aves sin necesidad de confiar en la información que poseen los planteles productores de cada una de las tres especies.

### 2) Definición de Toma de Muestras

El objetivo de esta actividad es determinar de qué parte del cuerpo de las aves y de qué forma deben tomarse, almacenarse y transportarse las muestras que permitirán lograr una mejor extracción del ADN y una mayor seguridad en el resultado de la determinación del





sexo. En cuanto al tipo de muestras que deben ser recolectadas se investigará la calidad de resultados que pudieran obtenerse a partir de las plumas y de la sangre. En relación con las plumas se investigará también si existen diferencias en cuanto al lugar del cuerpo desde donde se obtiene la pluma, a si deben contener o no pequeños residuos de sangre en la punta, la forma en que deben almacenarse para no dañar ni dificultar la extracción del ADN, entre otras cosas. En cuanto a la posibilidad de sexar a partir de muestras sanguíneas debe considerarse cuánta sangre debe ser recolectada, de qué parte del animal es mejor, la forma de almacenamiento de las muestras para evitar la contaminación, entre otras. Deberá tomarse en cuenta también la posibilidad de obtener muestras desde otras fuentes como las escamas de la piel, evaluando problemas tales como contaminación por patógenos que pudiera existir en las mismas.

Para lograr lo expuesto anteriormente se tomarán, en las tres especies a evaluar, esto es, avestruces, emúes y ñandúes, muestras de plumas, sangre y escamas provenientes de diferentes partes del cuerpo. Las muestras se almacenarán de diferentes maneras en cuanto a envases, temperatura y humedad del medio y serán llevadas al laboratorio para ser analizadas. Los resultados obtenidos deberán servir como retroalimentación para la definición de la técnica de extracción de ADN que se desarrolla durante la etapa 1. Esto último es fundamental porque no sólo se debe determinar qué tipo de muestreo provee los mejores resultados en laboratorio, sino que debe considerarse también que la toma de muestras debe ser lo más sencilla posible que permita un resultado altamente confiable. Si la toma de muestras se hace muy compleja, aunque los resultados fueran perfectos, la factibilidad de ofrecer el sexaje como una práctica rutinaria para cualquier productor de ratites se vería reducida.

### 3) Validación de la Técnica de Sexaje en Terreno

Una vez realizadas las pruebas de corroboración de la técnica de sexaje desde aves adultas y estando ya ésta corregida se procederá a la toma de muestras desde animales preferentemente recién nacidos, pero siempre de una edad menor a la que permita identificar el sexo en forma visual. Según las estimaciones de tiempo estas pruebas se realizarán entre Noviembre del 2003 y enero del 2004, por lo tanto en avestruces y ñandúes habrían nacimientos periódicamente y se podrían muestrear animales recién nacidos.





Debido a la alta mortalidad de estos individuos es que será necesario obtener ADN de 20 pollos de cada especie aproximadamente, para asegurar que, luego de un seguimiento cercano a un año existan al menos 10 aves con vida que puedan ser sexadas visualmente. En el caso de los emúes, la época de nacimiento es en otoño - invierno, por lo tanto no se podrá obtener muestras de aves recién nacidas pero sí lo suficientemente pequeñas como para no tener posibilidad de ser sexadas en forma visual. Se identificará el sexo de todos estos animales y se realizará un seguimiento de dichas aves hasta la edad en que ellas alcancen la madurez sexual y el dimorfismo sea visible y puedan confirmarse los resultados obtenidos.

Durante este seguimiento aprovecharán de estudiarse la posibilidad de identificar vía análisis del ADN otras características de las aves tales como línea de procedencia, genealogía, susceptibilidad a enfermedades o alguna otra característica que pudiera resultar de interés productivo.

### **Etapas 3: Análisis de Utilización Precomercial**

En el punto 4, esto es, la identificación del problema, se explicó que lo que se desea es ofrecer el sexaje de ratites como un servicio de rutina a los productores que les permita decidir con anticipación cuestiones de manejo tales como si dejar o vender los individuos como reproductores o criarlos para faena. Este interés implica la necesidad de realizar una evaluación precomercial para estimar las reales posibilidades existentes en el mercado actual de ratites en Chile para este tipo de servicios. Todo lo anterior conlleva una necesidad de realizar análisis precomerciales y evaluaciones de mercado que permitan identificar cuál es el interés real de los productores de ratites por este tipo de servicios, junto a una evaluación cabal sobre el beneficio económico que implicaría, dentro de la cadena de producción, el poder sexar los individuos a una edad temprana. También se deberá realizar un escalamiento de la técnica desarrollada en la etapa 1 en la Universidad de Chile a un laboratorio independiente que permita evaluar los costos reales que el sexaje tendría para los potenciales clientes. Por último, durante esta etapa se analizará la posibilidad de ofrecer un servicio de certificación del sexo de animales jóvenes especialmente enfocado a la venta de reproductores en etapas tempranas de vida. El objetivo de esta etapa es, entonces,





realizar la evaluación económica y el escalamiento precomercial de la técnica de sexaje.

### 1) Medición de Parámetros y Determinación de Costos

Una vez concluida la etapa 1 del proyecto y paralelo a la validación de la técnica con las aves pequeñas comenzará un período de medición de parámetros relevantes durante el desarrollo de la identificación del sexo en los ratites y una evaluación de los costos reales en los que se incurre con la técnica. Algunos de los parámetros importantes son la duración de las pruebas, la cantidad y calidad de ADN que se requiere, lo que influye en la toma de muestras, el porcentaje de seguridad en los resultados que se obtienen, entre otros. La determinación de los costos tendrá como fin la estimación del valor real al que se debería ofrecer el servicio al público.

### 2) Análisis del Mercado Potencial

Durante esta actividad se realizará un análisis precomercial que permita identificar qué potencial tiene la metodología diseñada para ser ofrecida como un servicio regular a los planteles productores de ratites. Se realizará una evaluación del mercado potencial existente en nuestro país al cual podría ser ofrecido el servicio, esto es, cantidad de planteles de ratites, número de aves, tasa de crecimiento, nacimientos potenciales al año, entre otros. También se determinará el real interés de los productores por acceder a este servicio de sexaje y la disposición de los mismos a pagar por él.

### 3) Desarrollo de un Programa de Certificación

En forma paralela al seguimiento de los individuos de la actividad 3 de la segunda etapa se desarrollará un programa de certificación de la técnica utilizada especialmente enfocada al negocio de la venta de animales de la familia de los ratites, especialmente para reproductores. El sexaje de los animales permitirá a todo aquél que quiera vender avestruces, emús o ñandús hacerlo antes de la madurez sexual con la posibilidad de certificar el sexo, y tal vez otro tipo de características productivas, como la línea de procedencia, del animal que se desea transar.





#### 4) Escalamiento Precomercial de Laboratorio

Durante el transcurso de esta actividad deberá escalarse la técnica elaborada a un laboratorio independiente que sea capaz de ofrecer el sexaje como una práctica rutinaria dentro del mismo. Se deberá proceder a la calificación del personal del laboratorio en el uso de la técnica de sexaje y se evaluará el costo real de las pruebas para poder definirse así un precio por prueba comercial que sea representativo del costo real por insumos, tecnología y mano de obra necesaria en las pruebas. Ello permitirá definir si el costo de acceder a este servicio de sexaje de ratites esta dentro de la disponibilidad a pagar que tengan los productores, manteniendo una relación costo-beneficio positiva.

#### 5) Elaboración del Plan Estratégico y Evaluación Económica

Junto a la actividad anterior se elaborará el plan estratégico que permitiría desarrollar el mercado potencial para este tipo de servicios y se realizará la evaluación económica del mismo. Se definirán en forma clara los beneficios que implicaría para un productor el hecho de conocer el sexo de sus aves con anterioridad al plazo establecido por la aparición del dimorfismo fenotípico. Para ello se realizará un análisis de costo-beneficio del servicio, esto es, si los beneficios obtenidos del conocimiento prematuro del sexo de los animales justificarían incurrir en el costo que finalmente tendrá la técnica de sexaje. Junto a ello se evaluará la inversión y los costos requeridos para mantener el servicio de sexaje en forma estable en el tiempo.

#### 6) Difusión

El objetivo de esta actividad es difundir los resultados obtenidos durante el proyecto de manera de promover el sexaje como una aplicación de rutina en los planteles productores de ratites en Chile. Además se desea difundir los descubrimientos técnicos que puedan





desarrollarse a partir de la investigación del genoma de estas aves. Para ello se editará un manual con los resultados y las aplicaciones del método de sexaje para avestruces, emúes y ñandúes. Además se realizarán dos seminarios, uno en la Pontificia Universidad Católica de Chile y otro en la Universidad de Chile con el objeto de difundir los resultados obtenidos a nivel de productores y de profesionales del ámbito agrícola y biotecnológico.





**10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO (adjuntar Carta Gantt mensual para la totalidad del proyecto) (El N° de actividad está tomado de la Carta Gantt)**

**AÑO**

Objetivo Especif. N°	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término
1, 2	58	Selección de Ejemplares y formación de familias por especie. Año 2001: Elección de los individuos para muestreo y formación de los pool de ADN en cada especie	15/1/00	28/1/02
1	9	Recolección de Antecedentes relacionados con el uso de marcadores polimórficos para el sexaje de ratites	29/1/02	11/02/02
1	10	Estandarización de la técnica de extracción de ADN. Incluye la extracción, purificación y determinación de la calidad del ADN obtenido para la formación de un pool de ADN para cada especie.	19/02/02	15/04/02
1	18	Screening de Marcadores RAPD polimórficos. Incluye el desarrollo y chequeo de partidores genéticos, junto al screening y estudio de genes candidatos.	16/04/02	25/11/02
1	29, 30	Construcción de Marcadores SCAR polimórficos. Incluye este año la extracción y purificación de los marcadores RAPD y la primera repetición de clonación en vectores del ADN.	26/11/02	27/1/03
1, 2	59, 60, 61, 62a	Selección de Ejemplares y formación de familias por especie. Año 2002: Toma de muestras de sangre, marcado de los reproductores, formación de las familias y seguimiento de los animales.	29/1/02	26/5/03



*Handwritten signature*



**10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO (adjuntar Carta Gantt mensual para la totalidad del proyecto) (El N° de actividad está tomado de la Carta Gantt)**

**AÑO**

Objetivo Especif. N°	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término
1	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.	Construcción de Marcadores SCAR polimórficos. Incluye este año la primera secuenciación del ADN y la segunda y tercera repetición de clonación en vectores y secuenciación del ADN. Además está el período de búsqueda de polimorfismo genético.	28/1/03	15/09/03
1, 2	45	Verificación de Herencia de los marcadores SCAR mediante el uso de familias que confirmen que los marcadores sean ligados al sexo. Incluye la extracción del ADN y la evaluación de las técnicas de muestreo utilizadas.	16/09/03	08/12/03
1, 2	62b	Selección de Ejemplares y formación de familias por especie. Año 2003: Finaliza el seguimiento de los animales.	01/01/03	26/05/03
2	63	Técnicas de Muestreo. Incluye su desarrollo, determinación de lugares de muestreo, cuidado y manejo de las muestras y su traslado y transporte.	27/05/03	10/11/03
1, 2	70, 71, 72, 73a	Validación de la técnica de sexaje en terreno. Incluye este año la selección de los individuos de cada especie a ser muestreados y la primera parte de la toma de muestras.	9/12/03	16/02/04
3	83	Medición de los parámetros implicados en la técnica de sexaje, tales como duración y seguridad, entre otros.	9/12/03	16/02/04





**10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO (adjuntar Carta Gantt mensual para la totalidad del proyecto) (El N° de actividad está tomado de la Carta Gantt)**

**AÑO**

Objetivo Especif. N°	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término
1, 2	73b, 74, 75, 76	Validación de la técnica de sexaje en terreno. Incluye este año la continuación de la toma de muestras, la realización del sexaje por sondeo y el posterior seguimiento de los animales para verificar el resultado.	13/01/04	13/12/04
3	84	Determinación de los costos relacionados con la técnica de sexaje desarrollada.	17/02/04	12/04/04
3	85	Análisis del Mercado Potencial en Chile para establecer el sexaje como un servicio estable dentro de la producción de ratites.	15/03/04	02/07/04
3	86	Desarrollo de un Programa de Certificación de Ratites.	13/1/04	13/12/04
3	87	Escalamiento precomercial de la técnica de sexaje desarrollada a un laboratorio independiente.	24/08/04	13/12/04
3	88, 89	Elaboración de un plan estratégico de implementación del servicio de sexaje en ratites y su evaluación económica.	24/08/04	13/12/04
3	90	Difusión de los Resultados del Proyecto. Incluye la realización de seminarios y la impresión de un manual.	24/08/04	13/12/04

*P*















## 11. RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES

### 11.1. Resultados esperados por objetivo

Obj. Esp. N°	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
				Meta	Plazo
1	Pool ADN Avestruces	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
1	Pool ADN Emúes	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
1	Pool ADN Ñandúes	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
1	Marcadores RAPD Polimórficos Avestruces	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
1	Marcadores RAPD Polimórficos Emúes	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
1	Marcadores RAPD Polimórficos Ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
1	Marcadores SCAR Polimórficos Avestruces	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
1	Marcadores SCAR Polimórficos Emúes	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
1	Marcadores SCAR Polimórficos Ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
1	Marcadores SCAR ligados al sexo avestruces	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
1	Marcadores SCAR ligados al sexo emúes	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
1	Marcadores SCAR ligados al sexo ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
1	Técnica de sexaje desarrollada y evaluada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
1	Extracción de ADN estandarizada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
1	Muestras de sangre ejemplares adultos avestruz	N° muestras	6	6	18/02/02
1	Muestras de sangre ejemplares adultos emú	N° muestras	6	6	18/02/02
1	Muestras de sangre ejemplares adultos ñandú	N° muestras	6	6	18/02/02





1	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, avestruz	Individuos	6	6	04/03/02
1	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, emú	Individuos	6	6	04/03/02
1	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, ñandú	Individuos	6	6	04/03/02
1	Sexo avestruces verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
1	Sexo emús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
1	Sexo ñandús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
2	Marcadores SCAR ligados al sexo avestruces	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
2	Marcadores SCAR ligados al sexo emús	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
2	Marcadores SCAR ligados al sexo ñandús	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
2	Técnica de sexaje desarrollada y evaluada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
2	Extracción de ADN estandarizada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
2	Muestras de sangre ejemplares adultos avestruz	N° muestras	6	6	18/02/02
2	Muestras de sangre ejemplares adultos emú	N° muestras	6	6	18/02/02
2	Muestras de sangre ejemplares adultos ñandú	N° muestras	6	6	18/02/02
2	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, avestruz	Individuos	6	6	04/03/02
2	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, emú	Individuos	6	6	04/03/02
2	Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, ñandú	Individuos	6	6	04/03/02
2	Definición Toma de	1 por especie	3	3	10/11/03





<b>Muestras</b>					
2	Sexo avestruces verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
2	Sexo emúes verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
2	Sexo ñandúes verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
3	Parámetros estimados	Parámetros	8	8	16/02/04
3	Análisis Mercado Potencial	% penetración	30%	30%	2/08/04
3	Costos Determinados	Parámetros	4	4	12/04/04
3	Programa de Certificación	% penetración	50%	50%	13/12/04
3	Escalamiento Laboratorio	% penetración	30%	30%	13/12/04
3	Plan Estratégico	% rentabilidad	40%	40%	13/12/04
3	Evaluación Económica	% rentabilidad	100%	100%	13/12/04
3	Difusión a Productores	Individuos	15	15	13/12/04
3	Difusión a Investigadores	Individuos	10	10	13/12/04
3	Difusión a Alumnos	Individuos	25	25	13/12/04





## 11.2. Resultados esperados por actividad

Obj. Esp. N°	Activid. N°	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
					Meta	Plazo
1	1	Información Recolectada	% información	100%	100%	11/02/02
1	2	Pool ADN Avestruces	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
		Pool ADN Emúes	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
		Pool ADN Ñandúes	Análisis a realizar	2	2	15/04/02
1	3	Marcadores RAPD Polimórficos Avestruces	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
		Marcadores RAPD Polimórficos Emúes	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
		Marcadores RAPD Polimórficos Ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	25/11/02
1	4	Marcadores SCAR Polimórficos Avestruces	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
		Marcadores SCAR Polimórficos Emúes	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
		Marcadores SCAR Polimórficos Ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	15/09/03
1	5	Marcadores SCAR ligados al sexo avestruces	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
		Marcadores SCAR ligados al sexo emúes	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
		Marcadores SCAR ligados al sexo ñandúes	Obtención de marcadores	1	1	08/12/03
		Técnica de sexaje desarrollada y evaluada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
		Extracción de ADN estandarizada	Análisis a realizar	3	3	08/12/03
1	6	Muestras de sangre ejemplares adultos avestruz	N° muestras	6	6	18/02/02
		Muestras de sangre ejemplares adultos emú	N° muestras	6	6	18/02/02
		Muestras de sangre ejemplares adultos ñandú	N° muestras	6	6	18/02/02
		Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, avestruz	Individuos	6	6	04/03/02
		Reproductores seleccionados y marcados	Individuos	6	6	04/03/02



		para formación de familias, emú				
		Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, ñandú	Individuos	6	6	04/03/02
1	7	Sexo avestruces verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
		Sexo emús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
		Sexo ñandús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
2	1	Marcadores SCAR ligados al sexo avestruces	Obtención de marcadores	1	1	09/12/03
		Marcadores SCAR ligados al sexo emús	Obtención de marcadores	1	1	09/12/03
		Marcadores SCAR ligados al sexo ñandús	Obtención de marcadores	1	1	09/12/03
		Técnica de sexaje desarrollada y evaluada	Análisis a realizar	3	3	09/12/03
		Extracción de ADN estandarizada	Análisis a realizar	3	3	09/12/03
2	2	Muestras de sangre ejemplares adultos avestruz	N° muestras	6	6	16/02/02
		Muestras de sangre ejemplares adultos emú	N° muestras	6	6	16/02/02
		Muestras de sangre ejemplares adultos ñandú	N° muestras	6	6	16/02/02
		Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, avestruz	Individuos	6	6	04/03/02
		Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, emú	Individuos	6	6	04/03/02
		Reproductores seleccionados y marcados para formación de familias, ñandú	Individuos	6	6	04/03/02
2	3	Definición Toma de Muestras	1 por especie	3	3	10/11/03
2	4	Sexo avestruces verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
		Sexo emús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04
		Sexo ñandús verificado en terreno	Individuos	6	6	13/12/04





3	1	Parámetros estimados	Parámetros	8	8	16/02/04
3	2	Costos Determinados	% penetración	30%	30%	12/04/04
3	3	Análisis Mercado Potencial	Parámetros	4	4	02/08/04
3	4	Programa de Certificación	% penetración	50%	50%	13/12/04
3	5	Escalamiento Laboratorio	% penetración	30%	30%	13/12/04
3	6	Plan Estratégico	% rentabilidad	40%	40%	13/12/04
3	7	Evaluación Económica	% rentabilidad	100%	100%	13/12/04
3	8	Difusión a Productores	Individuos	15	15	13/12/04
		Difusión a Investigadores	Individuos	10	10	13/12/04
		Difusión a Alumnos	Individuos	25	25	13/12/04





## 12. IMPACTO DEL PROYECTO

### 12.1. Económico

El presente proyecto contempla el desarrollo de la técnica para la determinación del sexo mediante marcadores moleculares de ADN, lo cual permitirá iniciar en el país el estudio a este nivel en ratites. Esta innovación desarrollada por un equipo multidisciplinario permitirá la generación de una serie de análisis y servicios orientados a desarrollar la actividad productiva nacional en esta área. A continuación se describen los principales impactos económicos propiamente tal que generará el proyecto.

a) Servicio de sexaje en Ratites: este servicio consistirá en brindar a los productores la posibilidad de determinar el sexo de las aves en forma temprana mediante una técnica de fácil aplicación. Las ventajas de este servicio para los productores se puede resumir en la posibilidad de seleccionar anticipadamente reproductores tanto para reemplazo como para la venta. Esto facilita el manejo de los animales y hace más eficiente el sistema productivo. Del mismo modo permitirá efectuar manejo separado de sexos.

b) Certificación de sexos: este servicio garantizará por parte de un laboratorio experto el sexo de los animales para ventas de reproductores en forma temprana. La ventaja de este servicio es que el productor no debe incurrir en los gastos de manutención y crianza de los reproductores y brinda al comprador la seguridad de adquirir los animales en la proporción de sexos deseada.

c) Servicio de detección de familias: los resultados obtenidos a partir del estudio del genoma de los ratites, sentará las bases para la determinación de la genealogías y/o línea de procedencia de cada animal. La implementación de este servicio permitirá a criadores especializados en la crianza de animales seleccionados genéticamente, efectuar cruzamientos dirigidos, potenciar vigor híbrido, evitar consanguinidad y mejorar la calidad genética de los animales en general. Este punto es de una importancia relevante si se piensa que las barreras de ingreso de animales al país son cada vez mayores, por lo que se hace imprescindible contar con buen material genético para continuar desarrollando la actividad.

d) Búsqueda de características productivas ligadas al sexo: La investigación desarrollada durante el presente proyecto permitirá brindar el servicio a los productores interesados, de búsqueda de caracteres ligados al sexo que les interesen. Esto se realizará a través de estudios dirigidos en forma experimental por el equipo de profesionales del proyecto





## 12.2. Social

El impacto social derivado del proyecto se centra en dos líneas principales.

a) La primera se refiere a iniciar la investigación y crear las bases de desarrollo de técnicas moleculares de mejoramiento genético en ratites. Esta técnica se basa en los avances científicos desarrollados en otras áreas y que en ratites presentan un alto grado de desconocimiento debido al bajo desarrollo evolutivo del genoma de estas especies que se encuentran muy alejados de otras especies de interés comercial tales como pollos, pavos, patos o aves ornamentales.

b) La segunda se refiere a la formación de una base de profesionales especializados en el área de la biología molecular, así como el inicio de la investigación en dos importantes centros universitarios del país.

Además de lo planteado anteriormente, el proyecto fortalece áreas de innovación productiva abordadas por diferentes organismos públicos y privados, para lograr la reconversión agropecuaria en la cual se encuentra actualmente el país.

## 12.3. Otros (legal, gestión, administración, organizacionales, etc.)

- Fomenta el trabajo interdisciplinario entre entes académicos, de investigación y productivos
- Posibilidad de generar patentes de procedimientos técnicos





### **13. EFECTOS AMBIENTALES**

#### **13.1. Descripción (tipo de efecto y grado)**

Debido a la naturaleza del proyecto que se propone y a la forma en que éste se llevará a cabo es que se considera que es un plan neutro en relación a los efectos ambientales que pudiera tener. Esto es así principalmente debido a que gran parte del proyecto se realizará en laboratorios mediante técnicas conocidas y estandarizadas que no implican ningún tipo de peligro de contaminación o efecto negativo para el ambiente. Cabe destacar que las técnicas de ADN recombinante con el uso de plásmidos que se utilizarán en esta etapa están dentro de lo especificado por el manual de CONICYT respectivo y siguen las normas internacionales.

En relación al trabajo en terreno se debe aclarar que no se harán pruebas que puedan alterar el normal funcionamiento de un plantel, pues sólo se realizarán pruebas para determinar si son mejores las muestras de sangre o plumas y cómo deben manejarse dichas muestras, por lo tanto, durante esta etapa tampoco existirían efectos ambientales pues no existirán alteraciones de ningún tipo para los animales.

#### **13.2. Acciones propuestas**

Debido a las características neutrales del proyecto con el medio ambiente es que no se plantea ningún tipo de acción extra para prevención.

#### **13.3. Sistemas de seguimiento (efecto e indicadores)**

De acuerdo a lo descrito en los puntos 13.1 y 13.2 es que no existirá tampoco ningún sistema específico de seguimiento.





## 16. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

### 16.1. Criterios y supuestos utilizados en el análisis

#### **Indicar criterios y supuestos utilizados en el cálculo de ingresos (entradas) y costos (salidas) del proyecto**

La presente evaluación es de tipo privada, ya que considera la situación con proyecto descontando los efectos existentes en forma previa. Esta evaluación de tipo privado se mide a dos niveles. El primero de ellos es la evaluación de la implementación a escala comercial de una unidad de investigación que preste servicios y análisis. El segundo es la evaluación "social" del proyecto que mide el impacto que significa para los productores la aplicación de estos servicios. En este punto se utilizó para la evaluación un parámetro objetivo que corresponde al ahorro de costo que implica el uso de uno de los potenciales servicios desarrollados. Vale decir es una evaluación conservadora de análisis.

#### **Situación Con Proyecto – Implementación laboratorio de Investigación y Servicio:**

La situación con proyecto se evalúa de la siguiente forma:

Horizonte de Evaluación: 6 años. Esto debido a que es una tecnología que sufre grandes avances y por ende proyectar la situación a más largo plazo no sería válido por el cambio de los supuestos y el mismo avance tecnológico.

Inversión Inicial: se asumió como inversión inicial del proyecto la implementación a escala comercial de un laboratorio de análisis y el costo de desarrollo del proyecto FIA.

Tasa de descuento: se usó una tasa de 12% anual, asumiendo un escenario conservador.

Vida útil: se depreció la totalidad de la inversión a 10 años en forma lineal.

Capital de operación: el capital de operación del proyecto no se considera debido a que se asume una operación que sigue la demanda.

Los servicios desarrollados y que se podrá implementar una vez concluido el proyecto se refieren a :

- a. Determinación de sexaje en ratites (avestruz, emú y ñandú)
- b. Certificación de sexos en ratites
- c. Determinación de familias y líneas en ratites
- d. Investigación y evaluación de características productivas ligadas al sexo en ratites.





El mercado potencial evaluado se calculó con la información recopilada a nivel nacional entre asociaciones de productores, productores líderes del mercado y proyectos de investigación relacionados. Básicamente los supuestos involucran los siguientes aspectos:

- Avestruces. Población reproductiva al año 2004 (fin del proyecto) de 2.000 hembras, con producción promedio de 25 aves. Dado informaciones encontradas y la reciente incorporación productiva de la mayoría de los productores, se utiliza un escenario conservador de sólo 15 aves por hembra. Esto se traduce en un mercado potencial de 30.000 polluelos al año. El porcentaje del mercado al que espera acceder el proyecto es un 10%, lo que implica 3.000 análisis. Para los servicios de certificación de sexo en avestruz, los parámetros estimados indican que alrededor del 10 a 20% de los animales se utiliza para crecimiento interno del plantel o reemplazo o simplemente se vende a otros productores como reproductores. Bajo la perspectiva conservadora del proyecto se asume como mercado potencial de estos análisis el 10% de la población producida al año 2004, lo cual implica 3.000 aves. De este mercado el proyecto apunta a captar el 5% del mercado, vale decir 150 certificaciones.

Para los análisis de determinación de familias y líneas y para el servicio de búsqueda de características productivas (productivas y reproductivas) ligadas al sexo se pretende lograr 2 servicios respectivamente bajo la premisa de captar el 10% de los criaderos top dispuestos a convertirse en criaderos de excelente genética.

- Emú. Población reproductiva al año 2004 (fin del proyecto) de 600 hembras, con producción promedio de 15 aves. Dado a la escasez de información real respecto a la veracidad de estas estimaciones y a la reciente incorporación productiva de la mayoría de los productores, se utiliza un escenario conservador de sólo 10 aves por hembra. Esto se traduce en un mercado potencial de 6.000 polluelos al año. El porcentaje del mercado al que espera acceder el proyecto es un 10%, lo que implica 600 análisis. Para los servicios de certificación de sexo en emú, los parámetros estimados indican que alrededor del 5 a 10% de los animales se utiliza para crecimiento interno de los planteles (principalmente a través de asociaciones de productores) o reemplazo o simplemente se vende a otros productores como reproductores. Bajo la perspectiva conservadora del proyecto se asume como mercado potencial de estos análisis el 10% de la población producida al año 2004, lo cual implica 600 aves. De este mercado el proyecto apunta a captar el 5% del mercado, vale





decir 30 certificaciones.

Para los análisis de determinación de familias y líneas y para el servicio de búsqueda de características productivas (productivas y reproductivas) ligadas al sexo se pretende lograr 1 servicios respectivamente bajo la premisa de captar el 10% de los criaderos o asociaciones mas tecnificadas dispuestos a convertirse en criaderos de excelencia genética.

- Ñandú. La población reproductiva en cautiverio al año 2004 (fin del proyecto) se espera esté en torno a 75 hembras, con producción promedio de 15 aves. Debido a que se trata de una especie nacional bajo protección su producción comercial está dificultada. Sin embargo las investigaciones que se están llevando a cabo para reincorporarla a sus habitats permiten que el uso de las técnicas desarrolladas sirvan para dirigir de mejor forma estos esfuerzos. En la evaluación se utiliza un escenario conservador de sólo 10 aves por hembra. Esto se traduce en un mercado potencial de 750 polluelos al año. El porcentaje del mercado al que espera acceder el proyecto es un 10%, lo que implica 75 análisis. Para los servicios de certificación de sexo en ñandú (con marcaje), se espera efectuar 4 certificaciones.

Para los análisis de determinación de familias y líneas y para el servicio de búsqueda de características productivas (productivas y reproductivas) ligadas al sexo se pretende lograr 1 servicio en total.

#### **Situación Con Proyecto – Productores nacionales de ratites:**

La situación con proyecto se evalúa de la siguiente forma:

Horizonte de Evaluación: 6 años. Esto debido a que es una tecnología que sufre grandes avances y por ende proyectar la situación a más largo plazo no sería válido por el cambio de los supuestos y el mismo avance tecnológico.

Inversión Inicial: se asumió como inversión inicial de la evaluación el 50% del costo de desarrollo del proyecto FIA.

Tasa de descuento: se usó una tasa de 12% anual, asumiendo un escenario conservador.

Parámetro de evaluación-. Ahorro en alimento debido a la venta de animales sexados. No considera el mayor valor de los animales para venta como reproductores.





Los posibles escenarios de evaluación para medir el beneficio económico "social" pasan por cuantificar los siguientes puntos:

- Mayor margen por venta de reproductores
- Mejorías por selección genética
- Ahorro de costo por importación de reproductores (reemplazo de importaciones)
- Ahorro de costo por suministro de alimentos y tratamiento de enfermedades
- Resguardo zoonosanitario del país
- Resguardo de especies en peligro de extinción (ñandú)

Debido a la complejidad de supuestos necesarios de estimar para la evaluación de estas ventajas sociales del proyecto, se optó por evaluar la más objetiva referida al ahorro que se registra para los productores en el suministro de alimento y cuidados en animales destinados a venta como reproductores. Para ello se evaluó el ahorro en costo de alimento desde la edad mínima de venta como reproductor (para cada especie) y hasta que es posible determinar el sexo en forma fenotípica (para cada especie). A continuación se indican los supuestos

Avestruz: Ahorro de 405 kg de alimento a un costo promedio para el productor de \$150, lo que implica un ahorro por animal que ingrese al análisis de determinación del sexo de \$60.750. Del mismo modo se considera el costo de sexar que tendrá un valor de \$26.000 por animal.

Emú: Ahorro de 120 Kg de alimento a un costo promedio para el productor de \$150, lo que implica un ahorro por animal de \$18.000. También se considera el costo de sexaje de \$26.000 por animal.

Ñandú: Ahorro de 60 Kg de alimento a un costo promedio para el productor de \$120 lo que implica un ahorro de \$7.200. También se considera el costo de sexaje de \$26.000 por animal.

### **Situación Sin Proyecto**

Debido a que se trata de una evaluación de tipo privada la situación sin proyecto es nula, ya que el producto del proyecto es un laboratorio de análisis no existente.





## 17. RIESGOS POTENCIALES Y FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO

### 17.1. Técnicos

Los principales factores de riesgo técnicos del proyecto se refieren a la dificultad que presenta el desarrollo de la técnica de sexaje molecular mediante el uso de partidores en ratites. Sin embargo experiencias previas realizadas por este equipo investigador apuntarían a que la metodología aquí planteada permitiría lograr los resultados propuestos.

Otro factor de riesgo técnico se refiere a estacionalidad de la postura en diferentes épocas dependiendo de la especie que se utilice. Para ello se trabajará en forma desfasada y por etapas para lograr los objetivos propuestos, sobretodo en la línea de investigación N°3.





### **17.2. Económicos**

Los factores de riesgo en el ámbito económico han sido minimizados debido al desarrollo de una metodología de evaluación de tipo conservadora. Sin embargo es probable que se generen ciertos problemas si en el transcurso del desarrollo del proyecto se logra:

Obtención de resultados similares en proyectos a nivel internacional (no reportados hasta el momento)

Baja de las perspectivas comerciales de las actividades productivas en ratites.

Sin embargo la cercanía que presentan los investigadores del proyecto a la problemática del rubro hacen pensar que no debieran haber problemas relevantes en esta área

### **17.3. Gestión**

No se vislumbran factores de riesgo en este ámbito ya que se han potenciado en el equipo investigador aquellas áreas consideradas débiles, tales como el desarrollo de estudios de mercados, plan de negocios y análisis estratégico.

Del mismo modo se ha potenciado el trabajo multidisciplinario a través de la formación de un equipo de investigación complementario pertenecientes a las universidades más importantes del país.

### **17.4. Otros**

No se vislumbran otros factores de riesgo potencial para el proyecto







## 18. ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Una vez terminado el desarrollo de la técnica de sexaje y comprobada en terreno su validez como un método seguro y confiable se hará el escalamiento de laboratorio descrito en la etapa 3 de la metodología. Este será un laboratorio independiente de las universidades que están participando en este proyecto. Esto permitirá que el sexaje pueda ser ofrecido como un servicio más dentro de las funciones de dicho laboratorio. Este servicio será ofrecido a los criadores y productores de ratites en dos formas diferentes. Se ofrecerá un servicio básico de sexaje, donde se le indicará al cliente la forma en que deberán tomar, almacenar y transportar las muestras hasta su llegada al laboratorio. Luego en éste se realizarán las pruebas del sexo y se entregará al cliente un reporte con los resultados que el productor podrá utilizar para su propio beneficio.

LA segunda forma de ofrecer el sexaje será bajo un programa de certificación. Esto estará enfocado especialmente a aquellos criadores que desean vender aves vivas y les permitirá hacerlo con un certificado de su sexo. Para ello personal especializado del laboratorio deberá viajar al plantel a tomar por sí mismo las muestras y, junto con eso, deberá marcar los animales a través de chips para evitar cualquier posibilidad de cambio de identidad de los mismos. Las muestras serán analizadas en el laboratorio y se entregará un certificado oficial de los resultados donde se indique específicamente la identificación de cada animal. Este programa de certificación será desarrollado durante la etapa 3 del proyecto.





## 19. CAPACIDAD DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 19.1. Antecedentes y experiencia del agente postulante y agentes asociados

*(Adjuntar en Anexo B el Perfil Institucional y documentación que indique la naturaleza jurídica del agente postulante)*

#### La Pontificia Universidad Católica de Chile

La Pontificia Universidad Católica de Chile, durante sus 113 años de vida ha creado una tradición de prestigio y relevancia, demostrada en sus egresados; ellos son quienes han recibido una formación que les ha preparado para guiar y otorgar una fisonomía propia a este país.

Esta casa de estudios fue fundada a fines del siglo pasado, en una época de grandes convulsiones políticas y sociales. A nivel mundial, se cimentaban las bases que darían inicio al primer gran conflicto bélico. Paralelamente, se arraigaba en filósofos y pensadores políticos una intensa preocupación por el hombre; en cuanto a persona que se orientaba a vivir en una sociedad industrial de masas ajena a valores trascendentales e inmutables.

Los cursos iniciales que dictó la Universidad fueron dos: un Curso de Leyes y un Curso Preparatorio de Matemática. En 1889 se creó la Facultad de Ciencias Jurídicas; el Pensionado de San Juan Evangelista y dos escuelas profesionales: Internado Literario Comercial de San Rafael y Escuela Industrial Nuestra Señora del Carmen, para alumnos no acomodados. En 1894 habría de comenzar a dictarse un Curso de Arquitectura, que fue el que dió origen a esa disciplina en Chile.

Hoy en día en la Pontificia Universidad Católica de Chile hay 2.089 profesores, los que corresponden a 1.254 jornadas completas equivalentes y el 84.5% de ellos posee estudios de postgrado, realizados en prestigiosas instituciones nacionales y del extranjero. Los profesores realizan una importante actividad de investigación y creación artística contribuyendo al avance del conocimiento en todas las disciplinas, desarrollo de la capacidad científica y tecnológica nacional y de la cultura en general.

Estos académicos junto a investigadores invitados nacionales y extranjeros, y





alumnos en calidad de ayudantes y tesistas son los que desarrollan los proyectos de investigación. Durante el año 2000 hubo 412 proyectos de investigación vigentes financiados con fondos estatales (Fondecyt, Fondef, Fondart, Fontec, FIA, Ministeriales y otros), privados (Fundación Andes, etc.), internacionales (CNRS, ECOS, Fundación Rockefeller, Fundación Ford, Comisión Europea, etc.) e internos. El Concurso Nacional de Proyectos Fondecyt 2001 aprobó para esta Universidad 53 proyectos de investigación, cifra que representa el 16,8% del total de proyectos aprobados en el país.

El trabajo de investigación de los académicos de la PUC queda reflejado en la gran cantidad de artículos y publicaciones en revistas especializadas, tanto del país como del extranjero. Es así como en durante el año 2000 se registraron 462 títulos de artículos en el ISI (Institute for Scientific Information), organismo que centraliza las publicaciones a nivel mundial, lo que representa el 24,4% del total de las publicaciones registradas que se producen en las universidades del país.

La Pontificia Universidad Católica de Chile se ha destacado por ser la universidad chilena de mayor preferencia entre aquellos jóvenes que optan por ingresar a los estudios superiores. La mayoría de los alumnos con mejor puntaje en la Prueba de Aptitud Académica optan, en su primera preferencia de postulación, a la PUC.

En cuanto a infraestructura la PUC cuenta con el Sistema de Bibliotecas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (SIBUC), líder entre las bibliotecas universitarias del país, que se ha incorporado en sus servicios los últimos avances tecnológicos. Su colección, compuesta por más de un millón y medio de volúmenes, contiene todo tipo de recursos de información (libros, revistas, tesis, discos compactos, planos, videos, partituras, etc.) y es fácilmente accesible a través de la Red PUC, en el catálogo en línea que se encuentra en el sitio Web del Sibuc. El catálogo en línea del Sistema de Bibliotecas recibe un promedio de 10.500 búsquedas diarias. Su tecnología WEB incorpora los últimos avances tecnológicos en materia de automatización. Permite buscar por palabras, relacionar temas y distintas bases de datos, refinar, ordenar, delimitar y combinar búsquedas así como moverse de un registro a otro por distintos enlaces y conectarse a través de una misma pantalla con bases de datos internacionales. El préstamo automatizado, con más de 7.000 transacciones diarias, permite solicitar, renovar y devolver material bibliográfico de colección general en





cualquiera de sus diez bibliotecas.

Además, la Universidad Católica cuenta con la más alta tecnología en computación y telecomunicaciones, por intermedio del cual, se estimula la productividad en el trabajo, la creatividad de sus alumnos y profesores, la comunicación entre las personas y la actividad e investigación docente. Se cuenta con computadores personales, distribuidos en red a través de todas la Universidad, lo que ha permitido el desarrollo de una amplia cultura tecnológica, actualmente presente en todas las disciplinas del conocimiento. Las facultades tienen equipamientos propios para sus alumnos y algunas poseen laboratorios de computación con software especializados en su área. También, existen los laboratorios y servicios del sistema CRISOL: laboratorios Apple Macintosh y PC compatible, que consisten en salas con computadores personales en red y software requerido para el procesamiento de texto, gráfica, planilla de cálculo, manejo de base de datos, acceso a Internet y otros. La mayoría de las salas son multimediales, con capacidad para escuchar audio y ver vídeo. También hay salas cuyos equipos tienen capacidad de procesamiento de cálculo intensivo, simulación, diseño y otros. En todos los campus hay centrales de apoyo que poseen unidades de lectura de CD-ROM (Compact Disk), con enciclopedias multimediales y diccionarios en inglés, traductores y otros software. También hay digitalizadores de imágenes o scanners donde se puede llevar fotos, ilustraciones o planos al computador, para modificarlas en medio digital. Toda esta infraestructura está disponible para los alumnos desde su primer día de clases.

En los laboratorios especializados y dotados de moderna tecnología, los alumnos de la Pontificia Universidad Católica de Chile pueden constatar, en todo momento, el progreso alcanzado en su especialidad, ejercitándose individualmente o con supervisión docente. La Universidad dispone de 303 laboratorios de especialidades, talleres y salas especiales en sus diversas facultades e institutos.

#### Facultad de Agronomía y Ciencias Forestales

La Carrera de Agronomía en la Pontificia Universidad Católica de Chile fue creada en 1904. Desde esa fecha ha titulado a más de 2.300 ingenieros agrónomos, muchos de los cuales han tenido una destacada trayectoria profesional, tanto en el ámbito público, como



*Handwritten signature or initials in blue ink.*



privado. Desde 1960, la Carrera de Ingeniero Agrónomo ofrece las especialidades de Economía Agraria, Fruticultura y Enología, Ciencias Vegetales y Zootecnia.

En la actualidad, la Facultad cuenta con una población estudiantil de más de 1.000 alumnos, y está empeñada en entregar la mejor formación profesional, a través de un currículo flexible, con énfasis en las ciencias básicas y los aspectos más fundamentales de la agricultura. El nivel alcanzado por las carreras se ve reflejado en la alta preferencia de los postulantes por ingresar a esta Facultad, en primera opción, y que, además, cuentan con los mejores puntajes de selección. Esta Facultad dispone de un excelente cuerpo docente; buena infraestructura; ambiente grato y participativo en que se desarrollan las carreras; liderazgo de la Facultad en disponibilidad de computadores para los alumnos, y utilización de modelos y programas específicos para el desarrollo de los cursos.

La Facultad cuenta con un activo programa de investigación, estrechamente ligado a los cursos de especialización y postgrado. Aproximadamente, un 40% de la labor académica está dedicada a la investigación, en la que participan activamente los alumnos, a través de sus proyectos de Tesis y ayudantías de investigación. Las principales áreas de investigación en la Facultad de Agronomía son: producción frutal y de hortalizas; fertilidad de suelos y riego; fisiología de cultivos y de post cosecha; sanidad vegetal; biotecnología y fitomejoramiento; producción animal; manejo de recursos naturales; economía y administración agropecuaria

#### La Universidad de Chile

Los orígenes de la Universidad de Chile son los mismos que los de las más antiguas universidades americanas: Santo Domingo, San Marcos de Lima y Santa Fe de Bogotá, fundadas en 1538, 1551 y 1580, respectivamente. En esas fechas se cursaron las correspondientes autorizaciones reales para que los conventos dominicos de aquellas ciudades, que tenían estudios de filosofía y teología, pudiesen conferir grados.

Cinco facultades-academias tenía la Universidad: Humanidades y Filosofía, Ciencias





Matemáticas y Físicas, Leyes y Ciencias Políticas, Medicina, y Teología. La función científica de las facultades quedó claramente definida en el discurso que Andrés Bello pronunció en la ceremonia de instalación de la Universidad, el 17 de septiembre de 1843. A partir de 1850 la Universidad comienza a mantener activo intercambio con centros universitarios de todo el mundo.

Durante el período rectoral del profesor Juvenal Hernández Jaque, aumentó el número de institutos y facultades, así como las carreras, bibliotecas, talleres y laboratorios. Se crearon las facultades de Comercio y Economía Industrial, Medicina Veterinaria, Arquitectura, Odontología, y Química y Farmacia. La Universidad de Chile se convirtió, además, en un centro de investigación científica e irradiación cultural de primera importancia en América. La expansión de la Universidad se refuerza durante la gestión rectoral del profesor Juan Gómez Millas. Especialmente relevante es el desarrollo de la ciencia en este período, en que se crean institutos de investigación y la carrera que permite a los investigadores la dedicación exclusiva al trabajo científico.

Hoy la universidad mantiene acciones ineludibles por su carácter nacional, realizando tareas e investigaciones que ni el Estado ni el área privada desarrollan.

Como parte de la reestructuración de la Vicerrectoría de Asuntos Académicos y Estudiantiles, el Departamento de Investigación y Desarrollo (DID), fue creado en 1996. La misión del DID es: "Establecer una política de estímulo al desarrollo de la investigación científica y tecnológica en todas las áreas del conocimiento de la Universidad de Chile, a través del fomento de las áreas deprimidas y el fortalecimiento de aquellas que contribuyan a resolver temas de país. De igual forma, apoyar la investigación de alto nivel existente, desarrollar nuevas áreas de investigación, integrar áreas y disciplinas, facilitar el intercambio académico de investigación, así como evaluar en forma permanente el estado de la investigación dentro de la Universidad de Chile, en función de parámetros internacionalmente validados, de calidad y productividad.". Las funciones principales de este Departamento son el fomento, orientación, fortalecimiento y planificación de la investigación científica y tecnológica en la Universidad de Chile. Además administra el Fondo Central de Investigación, a través del cual se financian mediante concurso, proyectos específicos de investigación de la Universidad y ayudas parciales para viajar a realizar actividades





relacionadas con investigación. Se otorgan otros apoyos complementarios para reparación de equipos, gastos de publicación y otros.

De igual forma, promueve y coordina acciones de carácter institucional y multidisciplinario a través de Programas de Desarrollo, orientados a la investigación de grandes problemas nacionales. Estos programas se estructuran sobre la base de grupos multidisciplinarios de académicos provenientes de varias disciplinas y organismos universitarios.

El Departamento brinda asimismo apoyo central para la presentación de proyectos de los investigadores al concurso anual de FONDECYT y a otras fuentes de financiamiento de la investigación, nacionales y extranjeras.

#### Instituto de Ciencias Biomédicas

El Instituto de Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina (ICBM) se creó en 1997 bajo el decanato del Dr. Eduardo Rosselot. Oficialmente reemplazó, en la estructura de la Facultad, a los Departamentos Básicos y Pre-Clínicos a partir del 1 de Septiembre de 1997. El ICBM se constituyó para cumplir tres grandes objetivos: excelencia, renovación e integración.

El ICBM se generó por la fusión de 12 Departamentos Básicos y Pre-Clínicos que a su vez se originaron en cátedras e institutos que existieron en la Facultad de Medicina antes de la reforma de 1968. Se fundamenta en la tradición de excelencia y de esfuerzo de los muy distinguidos Profesores que fueron pioneros en desarrollar la docencia e investigación en las ciencias biomédicas. En la sala de su Consejo se ha instalado una galería para honrar la labor fundacional de 10 de estos profesores, elegidos por cada uno de los Programas Disciplinarios.

El Instituto de Ciencias Biomédicas es una nueva estructura, pero tiene cimientos profundos y antiguos. En el ambiente universitario es necesario renovarse constantemente, en ideas, en personas, en estructuras, en técnicas. Pero al mismo tiempo, tenemos que tener presente nuestra tradición y nuestro pasado como fuentes de inspiración, como





recuerdo de nuestros objetivos primordiales y como memoria de lo mucho que le debemos a nuestros maestros y antecesores.

El ICBM está fundado en la rica tradición de la Facultad de Medicina, que ha cumplido 165 años de vida. Podemos decir, sin exagerar, que somos la cuna donde nació la investigación científica como actividad académica permanente y profesional en Chile. Las ciencias biológicas y biomédicas en el país surgieron en los laboratorios de esta Facultad. Aquí se creó la escuela de maestros y discípulos que ha brindado al país el liderazgo de la investigación biológica en América Latina. Debemos estar orgullosos de nuestra tradición y al mismo tiempo debemos sentir un profundo agradecimiento por los grandes maestros que le dieron sustancia a esa tradición.

El Instituto aspira a la excelencia en el cumplimiento de las funciones académicas de docencia, investigación y extensión o servicio a la comunidad. Con el propósito de facilitar el cumplimiento de este objetivo, simultáneamente con la creación del ICBM se inició una importante renovación de sus cuadros académicos y se generaron políticas para asegurar que esa renovación sea una característica permanente del Instituto. La renovación también incluye una constante modernización de los programas y técnicas docentes, de los temas y métodos en la investigación y del diálogo con la comunidad en las tareas de extensión y servicios.

La integración tiene varias dimensiones para el Instituto de Ciencias Biomédicas. Se busca la integración transversal de todas las ciencias biomédicas, disciplinas cuyas tradicionales separaciones se han ido borrando debido al avance de la ciencia mundial hacia los enfoques moleculares en toda el área biológica.

Los 240 académicos que componen el Instituto se agrupan en diez Programas Disciplinarios que orientan el desarrollo de las siguientes disciplinas: Biología Celular y Molecular, Farmacología Molecular y Clínica, Fisiología y Biofísica, Genética Humana, Inmunología, Microbiología y Micología, Morfología, Parasitología, Patología y Virología.

Las políticas del ICBM estimulan la colaboración de estos distintos grupos disciplinarios en todas las tareas académicas y para facilitar estas interacciones existen





también otras instancias de asociación en torno a problemas relevantes de la biomedicina. Algunas de estas áreas son: Neurobiología, Epidemiología de infecciones prevalentes en Chile, Biología de las membranas y transducción de señales, Toxicología y medio ambiente, Patología de la hipoxia y la isquemia, Enfermedad de Chagas, Fisiología en Condiciones Extremas, Genómica Funcional, Cáncer, Bioinformática, Envejecimiento, Desarrollo embrionario y reproducción y Trasplantes e inmunocompatibilidad.

El Consejo del ICBM (integrado por los 10 Directores de Programa, el Presidente de la Comisión de Docencia, Consejeros a título personal, y el Director y Sub Directora del ICBM) es un organismo que integra, a través del estudio y aprobación de las principales políticas y actividades del ICBM. Las Comisiones de Docencia, Extensión e Investigación del Instituto, cumplen similar función. El ICBM, como parte de la Facultad de Medicina, también propicia la integración con las áreas clínicas y de salud pública de la Facultad. El Instituto impulsa el desarrollo de una sólida colaboración con estas áreas en la docencia y extensión, mientras que en investigación considera indispensable trabajar con las otras áreas de la Facultad en el estudio de relevantes problemas que afectan la salud de los chilenos.

El Instituto de Ciencias Biomédicas cuenta con los siguientes servicios:

- a. Laboratorio Central de Diagnóstico Parasitológico.
- b. Centro de Diagnóstico de Microbiología.
- c. Centro de Toxinas Marinas
- d. Centro de Diagnóstico de Virología.
- e. Unidad de Análisis Celular Integral.
- f. Centro de Producción de Anticuerpos monoclonales y policlonales.
- g. Microscopio Electrónico.
- h. Centro de Microsecuenciación de Biomoléculas.
- i. Laboratorio de Farmacodinamia y Fitofarmacología.





## **19.2. Instalaciones físicas, administrativas y contables**

### **1. Facilidades de infraestructura y equipamiento importantes para la ejecución del proyecto.**

#### **Pontificia Universidad Católica de Chile**

*La Facultad de Agronomía y Ciencias Forestales cuenta con las siguientes instalaciones:*

- 5 Módulos de Oficinas (60 m<sup>2</sup> c/u) de los Departamentos de Economía Agraria, Fruticultura, Fitotecnia, Zootecnia y Ciencias Forestales, con 5-15 oficina y una sala de reunion cada una
- Oficinas de Decanato y Dirección de Asuntos Estudiantiles (300 m<sup>2</sup>) con 1 sala de espera (30 m<sup>2</sup>), 11 oficinas (6-10 m<sup>2</sup> c/u), bodega y sala de fotocopiado
- Salas de clases: los cursos de las asignaturas basicas se dictan en las dependencias de las respectivas facultades dentro del Campus Universitario "San Joaquin". Los ramos específicos se dictan en las salas ubicadas en las instalaciones de la Escuela: 3 salas de catedra (25 m<sup>2</sup>), 1 auditorio (100m<sup>2</sup>) y salas dentro de las instalaciones de cada Departamento.
- 4 Laboratorios de Docencia (tres de 6 m<sup>2</sup> y uno de 30 m<sup>2</sup>) equipados con microscopios y otro material pertinente

Equipamiento de Docencia: la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal cuenta con:

- 2 salas de computación (30 m<sup>2</sup> c/u) con 24 computadores y un proyector DataShow cada uno
- 2 computadores y 2 equipos de proyección Data Show para presentaciones en PowerPoint
- 2 proyectores de diapositivas

*El Departamento de Zootecnia, cuenta con la siguientes instalaciones:*

- Módulo Oficinas de profesores (60 m<sup>2</sup>) con las siguientes instalaciones: 10 oficinas, 4 baños y una sala de reunión.





- Salas de clases: los cursos de las asignaturas básicas se dictan en las dependencias de las respectivas facultades dentro del Campus Universitario "San Joaquín". Los ramos específicos se dictan en las salas ubicadas en las instalaciones del Departamento: 3 sala de clase (60 m<sup>2</sup>) (una en la Facultad y dos en la Unidad Metabólica).
- Unidad Metabólica: 2 salas de clase (40 m<sup>2</sup>); 7 oficinas de alumnos de postgrado (42 m<sup>2</sup>); 1 sala de laboratorio (100 m<sup>2</sup>); instalaciones de investigación con pollos, vacas y ovinos (100 m<sup>2</sup>); sala de incubación (6 m<sup>2</sup>); 1 oficina (6 m<sup>2</sup>), 2 salas de reunión (20 m<sup>2</sup>); 1 sala de preparación de alimentos (con molino, pesa, mezclador de alimento; 25 m<sup>2</sup>); 1 sala de faenamiento, desposte y almacenamiento de carne (25 m<sup>2</sup>) y 3 baños.
- Instalaciones de Laboratorio: 1 sala secado (6 m<sup>2</sup>), 2 salas de balanzas (12 m<sup>2</sup>), 1 bodega (6 m<sup>2</sup>), 1 sala de microscopia (6 m<sup>2</sup>), 3 oficinas de laboratorio (15 m<sup>2</sup>), 1 sala de reuniones (20 m<sup>2</sup>), 5 laboratorios:
  - Laboratorio de forraje (18 m<sup>2</sup>)
  - Laboratorio de energía (6 m<sup>2</sup>)
  - Laboratorio de ecología (20 m<sup>2</sup>)
  - 3 Laboratorios de Servicios (20 m<sup>2</sup> c/u):

Los laboratorios ofrecen servicios de análisis de alimentos y cuenta con los equipos necesarios para hacer los siguientes tipos de análisis:

- ✓ Bromatológico: proteína, fibra cruda, extracción etéreo, cenizas, humedad
- ✓ Microbiológico: recuento total, recuento de hongo y levadura, determinación de *salmonella* y *staphilococcus*
- ✓ Productos grasos: rancidez, punto fusión, humedad
- ✓ Productos lácteos: humedad, proteína
- ✓ Análisis Microscópico: cualitativo y cuantitativo
- ✓ Análisis Biológico: determinación de energía metabolizable (aves), digestibilidad *in vitro*





## Universidad de Chile

*El Instituto de Ciencia Biomédicas cuenta con las siguientes instalaciones:*

- Laboratorio Central de Diagnóstico Parasitológico
- Centro de Diagnóstico de Microbiología
- Centro de Toxinas Marinas
- Centro de Diagnóstico de Virología
- Unidad de Análisis Celular Integral
- Centro de Producción de Anticuerpos monoclonales y policlonales
- Sala se Microscopio Electrónico
- Centro de Microsecuenciación de Biomoléculas
- Laboratorio de Farmacodinamia y Fitofarmacología

El Laboratorio de Citogenética y Genética de Vertebrados cuenta con:

1 microscopia de contraste de fases Leitz con equipo para microfotografía; 1 microscopio Optiphot Nikon con contraste de fases, fluorescencia con epi iluminación y lampara de Hg, platina electrónica, monitor de TV, filtros y equipo para microfotografía; Software Scantrol y conexión para PC; 4 fotográfico con ampliadora; 1 campana de flujo laminar Nuaire (Modelo NU-201-430E); 1 balanza analítica Sartorius (Modelo MC-1); 1 centrifuga clínica BHG Hermle (Modelo 320-17) con microfuga Eppendorf (Modelo 5415 C); 1 Transiluminador UV Viber-Lourmat (Modelo TFX-20 M); Espectrofotómetro UV Hewlett-Packard (Modelo 8452A); 1 Secador de geles Labconco; 1 pHimetro Bantex (Modelo LCD-5); 1 horno microondas; incubadores 60°C; 2 baños termoreguladores Lab-Line (Modelo Shak-R-Bath) y Polyscience (Modelo 5L-M); 2 fuentes de poder Labconco 1000 v. y Bio-Rad (Modelo 500/2000); Bomba de vacío; Freezer -20°C; 4 refrigeradores Vortex Termoline (Modelo 16700 Maxi-Mix); Estufa para hibridación (Modelo 1012); 1 campana de extracción; 2 computadores con conexión a la Red; Destilador de agua Jenko; 1 Lupa Wild M3





## Laboratorio ByTech

*El laboratorio Bytech* cuenta con los equipos necesarios para hacer los siguientes tipos de análisis:

- ✓ Bromatológico: proteína, fibra cruda, extracción etéreo, cenizas, humedad
- ✓ Microbiológico: recuento total, recuento de hongo y levadura, determinación de *salmonella* y *staphilococcus*
- ✓ Productos grasos: rancidez, punto fusión, humedad
- ✓ Productos lácteos: humedad, proteína

## 2. Capacidad de gestión administrativo-contable.

La capacidad de gestión administrativa contable la ejerce la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile a través de una unidad especializada en el manejo de cuentas de proyecto. Para ello la Universidad a puesto a disposición de cada unidad un sistema contable online en el cual se registran todos los ingresos y egresos presupuestarios. Dichos movimientos son monitoreados y autorizados por el coordinador del proyecto el cual es el responsable de su correcta utilización.





**20. OBSERVACIÓN SOBRE POSIBLES EVALUADORES**

*(Identificar a el o los especialistas que estime inconveniente que evalúen la propuesta. Justificar)*

Nombre	Institución	Cargo	Observaciones
NO HAY OBSERVACIONES RESPECTO A POSIBLES EVALUADORES			





## ANEXO A

### ANTECEDENTES DEL EQUIPO DE COORDINACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

*Handwritten mark*



# CURRICULUM VITAE

## ANTECEDENTES PERSONALES

NOMBRE	<b>MANUEL CAMIRUAGA LABATUT</b>
FECHA DE NACIMIENTO	7 de Febrero de 1944
DIRECCION PARTICULAR	Manuel Castillo 2333, Peñaflores
DIRECCION OFICINA	P. Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal-Departamento de Zootecnia. Casilla 306 Santiago 22
PROFESION	Ingeniero Agrónomo, P. Universidad Católica de Chile (1969)
GRADOS	Magister Sci., IICA – Universidad de Chile (1972)
POSTITULO	Food Technology, JICA – Japon (1978)
AREA DE ESPECIALIDAD	Nutrición Animal, Producción Avícola, Tecnología Alimentos

## ACTIVIDADES ACADEMICAS Y PROFESIONALES

- Académico desde 1969 a la fecha, en las Cátedras de Nutrición de No Rumiantes, Avicultura, Tecnología de la Carne, Fundamentos de Producción Animal, en el Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la P. Universidad Católica de Chile.

- Investigador desde 1969 a la fecha en las áreas de nutrición, alimentación y producción de aves y tecnología de alimentos.

- Participación en eventos científicos y profesionales: VI Jornadas Científicas del Área Biológica (Chile); Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA; Jornadas de la Sociedad Agronómica de Chile; Animal Producción Seminal, Newport Inglaterra; XXII Congreso Europeo de Investigadores de la Carne (España); Reunión Latinoamericana de Producción Animal ALPA



(Chile); The 5th. World Conference on Animal Production (Japan); IX Congreso Latinoamericano de Avicultura.

- Actividades de representación profesional: Comisión Nacional Avícola; Instituto Nacional de Normalización INN; Gira Técnica Fabrica de Alimentos Balanceados para Peces (España); Gira Técnica a la Estación Experimental De Gansos en Artiguieres, Francia y a la Estación Experimental de Aves en Tours, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INRA; Gira Técnica INRA Rennes, Clermont Ferrand, Reims y Bélgica para Producción de Fructosa; Gira Tecnológica Proyecto FIA, Francia e Israel, Producción Avestruces; Gira técnica Francia, Empresas Grimaud Freres y Bayle, Producción de Patos.

- Asesorías técnicas en: Producción de Huevos; Formulación de Dietas de Mínimo Costo por Computación; Evaluación Biológica de Harinas de Pescado para detectar Vomito Negro; Evaluación Biológica de Disponibilidad de Fósforo en Suplementos Comerciales; Evaluación Biológica de Ensilajes de pescado; Evaluación de Pigmentos vegetales para huevos y carne de ave; Evaluación de Dietas Peletizadas para Truchas; Evaluación de concentrado proteico en base a pescado para broilers y terneros; Evaluación de Núcleos de Vitaminas y Minerales para Avestruces; Formulación de Dietas para Avestruces con productos Extruidos.

- Consultor técnico y evaluador: Revista Agricultura Técnica INIA; Revista Ciencia Investigación Agraria; Proyectos FONDECYT, FONDEF, FIA.

## **PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INVESTIGACION**

1990 - 1992    Coordinador Principal. Proyecto CORFO. Método de control microbiológico de carne de vacuno fresca y envasada al vacío.

1993 - 1996    Investigador Asociado. Proyecto FONDEF PI-21. Desarrollo de productos alimenticios alternativos y sistemas de producción sobre la base de desechos de pescado.

1996 - 1997    Investigador Asociado. Proyecto FONTEC. Sistema prototipo de procesamiento de desechos de la industria salmonera.



1997 - 1999 Director. Proyecto Fondef D96 I 1014. Producción de fructosa y oligosacáridos a partir del cultivo de topinambur (*Helianthus tuberosa*) en la Novena y Décima Regiones.

1997 - 1999 Dirección Proyecto FONTEC. Desarrollo de productos extruidos a partir de harinas y sémolas de maíz.

1998 - 2002 Jefe de Proyecto FIA C97-3-P-002. Evaluación de la Adaptación y Desarrollo de un Sistema de Producción de Avestruces en la Zona central (V, VI y RM), para la Producción de Carne, Cuero, Aceite y Plumas de Calidad de Mercado.

1998 - 2001 Investigador Asociado. Proyecto FONDEF. Desarrollo de herramientas de gestión y capacitación agropecuaria y software de educación multimedia.

1999 - 2001 Director Alterno Proyecto FONDEF. Desarrollo de un sistema para la producción de pollo orgánico como producto de especialidad para el mercado interno y de exportación.

2000 - 2003 Investigador Asociado Proyecto FIA : COO-1-P178. Implementación de un núcleo de producción y procesamiento de carne de pato broiler con alto valor agregado.

2000 - 2003 Agente Asociado: P.Universidad Católica de Chile, Depto. Zootecnia, Coordinador Alterno, Proyecto FIA : COO-1-P023. Procesamiento de carnes exóticas para el mercado nacional y el de exportación.

## PUBLICACIONES

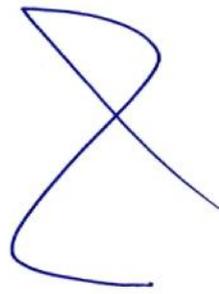
- **Camiruaga M.;** Castro, E. 1978. Evaluación química y biológica de soap-stocks de cartamo y pescado (ensayo en Broilers). II Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (Sochipa). Ciencia e Investigación Agraria 5(4):249-251.
- **Camiruaga, M.;** de la Vega, J.; Burdiles, S. 1979. Alimentación de pollos broilers con altos niveles de soap-stock acidulado de cartamo (*Carthamus tinctorius*) y pescado. I Efecto sobre crecimiento y composición química de la carcasa.



- **Camiruaga, M.;** Cañas, R.; Innocenti, E. 1981. Efectos de la forma del alimento y m, todo de peletizado en la respuesta de Broilers alimentados con diferentes niveles de fibra cruda. Ciencia e Investigación Agraria 8(3):143-153.
  
- **Camiruaga, M.;** Uribe, R. 1982. Efecto del plano energético de la dieta y edad de sacrificio sobre absorción de agua de la canal de Pollos Broilers, durante el enfriado. Ciencia e Investigación Agraria 9(2):69-74.
  
- **Camiruaga, M.;** Masson, L.; de la Vega, J. 1984. Alimentación de pollos Broilers con altos niveles de Soap-Stock acidulado III. Efectos de la vitamina E y BHT incorporados en la dieta, sobre la estabilidad de la grasa de la canal. Ciencia e Investigación Agraria 11(1):3-7.
  
- **Camiruaga, M.;** 1987. Determinación Biológica de la Energía Metabolizable para Aves. Ciencia e Investigación Agraria 14(2):137-141.
  
- **Camiruaga, M.;** 1987. Alimentación y Manejo de Gansos. Revista del Campo, El Mercurio. Sept. 14 - Sept. 21 y Sept. 28.
  
- **Camiruaga, M.** 1988. El Ganso. Clasificación, usos y reproducción. Libro: Sistemas en Agricultura. Zootecnia, U. Católica. IISA 17-88, 85P.
  
- **Camiruaga, M.;** Mardonez, 1988. Factores que inciden en el rendimiento y calidad de canal de pollos broilers. Industria Avícola. U.S.A. Vol. 35(7), Julio.
  
- **Camiruaga, M.** 1989. El Ganso. De Ave Sagrada a solicitado producto de consumo mundial. Próxima década. Año 7 # 77, Mayo (Entrevista).
  
- **Camiruaga, M.** 1989. Crianza de gansos reproductores. Próxima Década. Año 7 #80, Agosto. (Entrevista).
  
- **Camiruaga, M.;** Lecaros, J. 1989. Producción de hígado graso de ganso. Efecto de la suplementación con colina antes del cebado. Ciencia e Investigación Agraria 16(3):187-192.



- Aguilar, C. y **Camiruaga, M.**, 1989. Sistema de Formulación de Dietas de Mínimo Costo. Sistemas en Agricultura. Zootecnia, U.C. IISA Vol. 8 #1.
- **Camiruaga, M.**; Lecaros, J. 1990. Efecto de diferentes niveles en la dieta, de ácidos grasos y melaza, sobre el comportamiento de Broilers en engorda. Ciencia e Investigación Agraria 17(1-2):65-69.
- **Camiruaga, M.** 1990. Producción de plumas de ganso. Revista del Agro, La Tercera. Febrero. (Entrevista).
- **Camiruaga, M.** 1991. El Ganso. Una nueva alternativa de producción. Panorama Económico de la Agricultura. # 76.
- **Camiruaga, M.** 1991. Producción intensiva de gansos. Libro editado por la Facultad de Agronomía de la P. Universidad Católica de Chile. 136. p.
- **Camiruaga, M.** 1992. Importancia de la producción de gansos. Revista El Tattersall. 4-7 p.
- **Camiruaga, M.**; Venegas, R. 1993. Extracción de semen e inseminación artificial en gansos. Ciencia e Investigación Agraria. 20(3):163-170.
- **Camiruaga, M.**; Olivares, M. 1993. Evaluación de un lignosulfonato como aglomerante de pellets para aves. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de producción Animal. Ciencia e Investigación Agraria. 20(2):106-107.
- **Camiruaga, M.** 1993. Comparación de extractos de Marigold (*Tagetes erecta*) saponificados y no saponificados, en la pigmentación de la piel de Broilers. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Ciencia e Investigación Agraria. 20(2):107.
- **Aranibar, M.** ; **Camiruaga, M.** 1995. Efecto de la restricción alimenticia, contenido de grasa y proteína en la dieta, en el engrasamiento de pollos Broilers. XIV Congreso Latinoamericano de Avicultura Chile-1995.



- **Camiruaga, M.**; Arancibia, C. 1995. Extracción de pigmentos desde ovas de salmonídeos. Evaluación de diferentes metodologías para la elaboración de ensilajes de vísceras de pescado. Tesis Pre-grado. P. Universidad Católica de Chile. 151 pag.
- Barrera, V.; Aguilar, C.; Cañas, R.; **Camiruaga, M.** 1995. Comparación de cuatro alternativas de manejo de un sistema de producción de leche de pequeños productores de la zona del Carchi, Ecuador. Modelo de Simulación. XIV Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina.
- Medel, M.; García, F.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.** 1995. Utilización proteica neta de harina de ensilaje de vísceras de salmón a diferentes tiempos de incubación del ensilado. XIV Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina.
- Navarro, R.; Cañas, R.; **Camiruaga, M.** 1995. Dinámica de las fracciones nitrogenadas del ensilaje de vísceras de salmón a diferentes tiempos de incubación. XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina.
- **Camiruaga, M.**; Arancibia, M.; Navarro, R. 1995. Evaluación de métodos de extracción de pigmentos desde ovas de salmón. XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina.
- Cubillos, G.; Cañas, R.; Medel, M.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.**; Aguilar, C. y García, F. 1995. ENERBOS. Energy product for ruminant feeding with a total energy value of 7.00 Mcal/kg and 6.5 Mcal/kg of metabolizable energy. The First APEC-TECHNOMART. V. Food and Biotechnology. Kiniti. Taejon, Korea. p. 278.
- García, F.; Medel, M.; Cubillos, G.; Cañas, R.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.** y Aguilar, C. 1995. ENERLAC. Energy product for high producing dairy cows, characterized by a total energy value of 7.10 Mcal/kg and metabolizable energy of 6.70 Mcal/kg. The First APEC-TECHNOMART. V. Food and Biotechnology. Kiniti. Taejonn, Korea. 1995. p. 278.
- Cañas, R.; Cubillos, G.; Medel, M.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.**; Aguilar, C. y García, F. 1995. USE OF PIG SLURRY FOR FEEDLOT PRODUCTION. Condensation, formulation and incorporation of additives necessary for maximum ruminant production under



confinement. The Firest APECT-TECHNOMART. V. Food and Biotechnology. Kiniti. Taejon, Korea. 1995. p. 278.

- Navarro, R.; Aguilar, C.; **Camiruaga, M.**; Cañas, R.; Cubillos, G.; García, F. y Medel, M. 1995. Evaluación química-biológica de esteres de aceite de ensilaje de desechos de pescado. IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Universidad de Concepción. Concepción - Chile.
- Cubillos, C.; Medel, M.; García, F.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.**; Cañas, R. y Aguilar, C. Tasa de desaparición en licor ruminal de esteres de calcio elaboradas a partir de ensilaje de desechos de salmón. SOCHIPA, 20:57-58. 1995.
- Navarro, R.; Medel, M.; Cubillos, G.; Cañas, R.; **Camiruaga, M.**; García, F. y Aguilar, C. Estimación de la utilización proteica neta de ensilajes de vísceras de salmón en función del contenido de proteína verdadera. SOCHIPA, 20:79-80. 1995.
- Navarro, R.; Medel, M.; Cubillos, G.; Cañas, R.; **Camiruaga, M.**; García, F. y Aguilar, C. Evaluación productiva productiva de un suplemento energético en dietas para salmones. SOCHIPA, 20:81-82. 1995.
- **Camiruaga, M.**, Cubillos, G., Medel, M., García, F. Metodología para la evaluación de biológica de ésteres cálcicos. SOCHIPA, Nov. 1996
- García, F., Coronado, J., Medel, M., **Camiruaga, M.** Soluble de proteína de desechos de pescado en dietas para terneros.
- García, F.; Cubillos, G.; Medel, M.; Navarro, R. y **Camiruaga, M.** Uso de grasas protegidas elaboradas a partir de aceite de desechos sólidos de salmón en rumiantes. 47º Congreso Agronómico. Nov. 1996.
- Cañas, R.; Navarro, R.; **Camiruaga, M.**; y García, A. Uso del soluble proteico de ensilajes de desechos sólidos de salmón. 47º Congreso Agronómico. Nov. 1996.



- **Camiruaga, M.**; Navarro, R.; Aguilar, C. y Cañas, R. Procesamiento y uso de desechos sólidos de la industria salmonera. 47º Congreso Agronómico. Nov. 1996.
- **Camiruaga, M.**, García, F. y Acevedo, D., 1998. Efecto de la inclusión de un bloqueador beta-adrenérgico inespecífico en la ración de pollos broiler, sobre la digestibilidad de la materia orgánica del alimento. Ciencia e Investigación Agraria. 25(3):169.
- **Camiruaga, M.**, García, F., Elera, R. y Simonetti, C., 2001. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. Ciencia e Investigación Agraria. 28(1).

## CURRÍCULO VITAE

### I. Identificación

Nombre Completo: Iris Patricia Iturra Constant

Título Profesional : Tecnólogo Médico

Universidad de Chile 1968

Grados Académicos : Magister en Ciencias Biológicas Mención Genética.

Facultad de Ciencias Universidad de Chile, 1981

Dirección: Independencia 1027- Santiago

Teléfono: 2-6786020

Fax:: 2-7373158

Correo electrónico: piturra@machi.med.uchile.cl

Fecha de nacimiento: 22/09/44

Evaluación académica: Profesor Asociado

Programa de Genética Humana Instituto de Ciencias Biomédicas

Facultad de Medicina. Universidad de Chile

### Antecedentes Académicos

#### Investigación

#### Proyectos de Investigación

FONDECYT. 1970421 1997-2000 : Marcadores polimórficos de DNA asociados a cromosomas sexuales en dos especies de salmónidos  
Investigador Responsable.

FONDECYT 1940371 1994-1997 : Identificación de marcadores moleculares ligados al sexo en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*).  
Investigador Responsable

FONDAP en Oceanografía y Biología Marina 1997-1999 : estudios básicos y aplicados de biotecnologías para el control de enfermedades y manejo reproductivo-genético de peces.  
Investigadora

FONDEF PI-10 Manejos reproductivos aplicados a la producción de salmonidos.  
Investigador responsable del Área: Manipulación genética y su evaluación en salmones: poliploidías y ginogénesis.



FONDECYT Sectorial. Ecología y Ciencias Ambientales 5960021 1996-1997: Catastro georeferenciado de especies de la fauna de la segunda región. Fundamentos de un sistema de información utilizable en la gestión ambiental. Investigadora

### Publicaciones

Colihueque, N., **P. Iturra**, A. Veloso, N. Díaz, F. Estay. Karyological analysis and identification of heterochromosomes in experimental gynogenetic offspring of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Rev. Bras. Genet. 15:535-546. 1992.

**Iturra, P.**, A. Veloso, N. Díaz, N. Colihueque, F. Estay. Citogenética de salmonideos. Rev. Bras. Genet. 15 (Suppl):228-221. 1992.

Díaz, N., **P. Iturra**, A. Veloso, F. Estay, N. Colihueque.. Physiological factors affecting triploid production in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 114:33-40. 1993.

**Iturra, P.**, A. Veloso, P. Espejo, J. Navarro. Karyotypic and meiotic evidences for a robertsonian chromosome polymorphism in the lizard *Liolaemus fuscus* (Tropiduridae). Rev. Bras. Genet. 17:171-174. 1994.

Colihueque, N., **P. Iturra**, A. Veloso, N. Díaz. Further evidence of chromosome abnormalities in normal and haploid gynogenetics progenies of rainbow trout. J. Experimental Zoology 276: 70-75 1995.

**P. Iturra**, A. Veloso, N.F. Díaz, G. Dazarola. "Metodologías de cambios cromosómicas aplicadas a la salmonicultura". Serie Publicaciones para la Acuicultura N° 3. 35 págs. 1996

Vergara, N., **P. Iturra**, R. Aguirre. Multilocus DNA-fingerprinting using the oligonucleotide probes (GGAT) and (GATA) in the rainbow trout. Genetics and Molecular Biology 21: 179-184 . 1998

**Iturra, P.**, J. Medrano, M. Bagley, N. Lam, N. Vergara, J.C. Marin.. Identification of sex chromosome molecular markers using RAPD and fluorescent in situ hybridization in rainbow trout. Genetica (The Netherland) 101: 209-213. 1998

**Iturra, P.**, Medrano, J.F, Bagley, M., Vergara, N. and Imbert P. "Development and characterization of DNA sequence OmyP9 associated with the sex chromosome in rainbow trout". Heredity (en prensa MS0056) 2001

Colihueque, N., **P. Iturra**, F. Estay, N. Díaz.. "Diploid chromosome number variation and sex chromosome polyorphism in five cultured strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)". Aquaculture 198: 63-77 2001

**Iturra, P.**, N. Lam, M. de la Fuente, N. Vergara, JF Medrano. Characterization of sex chromosomes in rainbow trout and coho salmon using fluorescent in situ hybridization (FISH). Genetica (The Hague): En prensa 2001.



## Capítulos de libros

P. Iturra . " Herencia ligada al sexo, cromosomas sexuales y determinación del sexo". En "Elementos de Biología Celular y Genética". Departamento de biología celular y Genética. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. 1993 Págs. 215-221.

P. Iturra y M. Acuña. Cromosomas sexuales, determinación del sexo y herencia ligada al sexo En "Problemas de Genética". (Editora general LI Walker). Manuales Universitarios, Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 1998

## Trabajos presentados a congresos con publicación de resúmenes (Nacionales)

Colihueque, N., P. Iturra, A. Veloso, N. Díaz, F. Estay. Anomalías cromosómicas no inducidas en *Oncorhynchus mykiss*. XXV Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. La Serena, Agosto 1992.

Navarro, J. A. Veloso, P. Iturra, P. Espejo, H. Núñez. Variabilidad cromosómica en lagartijas del grupo del *Liolaemus nigromaculatus* (Squamata, Tropicuridae). XXV Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. La Serena, Agosto 1992.

Iturra, P. y Medrano, JF. Identificación de marcadores moleculares del sexo en peces utilizando RAPD-PCR: datos preliminares. XXXVI Reunión de la Sociedad de Biología de Chile. Puyehue, 1993

Iturra, P., N. Vergara, R. Aguirre. Métodos moleculares para la identificación de progenies ginogenéticas en salmónidos. Jornadas de Ciencias del Mar. I Jornadas de Salmonicultura. Puerto Montt, Mayo, 1994.

Iturra, P., N. Colihueque, N. Díaz, A. Veloso. Resultados de inducción de triploidía y ginogénesis en salmónidos. Jornadas de Ciencias del Mar. I Jornadas de Salmonicultura. Puerto Montt, Mayo, 1994.

Iturra, P., N. Vergara, R. Aguirre. DNA-fingerprinting con oligonucleótidos sintéticos (GATA)<sub>4</sub> y (GGAT)<sub>4</sub> en trucha arcoiris. XXXVII Reunión de la Sociedad de Biología de Chile. Puyehue, 1994.

Colihueque, P., Iturra, P. Caracterización cariotípica mediante bandeado fluorescente en la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). XXXVII Reunión de la Sociedad de Biología de Chile. Puyehue, 1994.

Marín, J., P. Iturra, J. Medrano, N. Vergara.- Caracterización de polimorfismos moleculares asociados al sexo en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), usando RAPD-PCR. XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile. Viña del Mar, 1995.

Iturra, P., N. Vergara, N. Lam, J. Medrano, R. Modo de herencia y localización cromosómica de una secuencia de DNA que esta asociada a los cromosomas sexuales en trucha arcoiris. II Jornadas Argentino -Chileno de Genética. XXXIX Reunión Anual de La Sociedad de Biología de Chile.. Viña del Mar, Octubre de 1996.

Vergara, N., Iturra, P. Está conservada la secuencia de DNA P9all en salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*)?. XXX Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile, Octubre, Puerto Varas, 1997

Imbert, P., Vergara, N., Araneda, C. Iturra, P. Patrones de RFLPs del marcador P9all asociados a los cromosomas sexuales en distintas cepas de cultivo de trucha arcoiris. XXX Reunión de la Sociedad de Genética de Chile. Octubre, Puerto Varas, 1997



Marré, C., Curotto, Barría, N., Alliende, M.A., **Iturra, P.** Anormalidades cromosómicas e infertilidad en yeguas fina sangre de carrera (F.S.C.) XXX Reunión de la Sociedad de Genética de Chile. Octubre, Puerto Varas, 1997.

Vergara, N., **Iturra, P.** y E. Pereyra. Marcadores moleculares asociados al sexo en salmónidos. XVII Congreso de Ciencias del Mar, Mayo, Iquique, 1998

De la Fuente, M., N. vergara, N. Lam, Iturra, P. Búsqueda de los cromosomas sexuales en salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) mediante FISH. XLII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile. Pucón, 1999.

Lam, N., **P. Iturra.** Localización del DNA ribosomal 5S en el cariotipo de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) XXXIII Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. Octubre, Tomé, Chile. 2000

Araneda, C., **P. Iturra,** R. Neira. Búsqueda de marcadores polimórficos de DNA asociados a determinantes genéticos de la pigmentación del salmón (*Oncorhynchus kisutch*) XXXIII Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. Octubre, Tomé, Chile. 2000

**Iturra, P.- LECCIONES: Marcadores moleculares de DNA.**  
XXXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile  
Puyehue, Noviembre 1994

#### Trabajos presentados a congresos con publicación de resúmenes (Internacionales)

Colihueque, N., **P. Iturra,** A. Veloso, N. Díaz . Meiotic segregation and robertsonian rearrangements in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). XVII International Congress of Genetics. Birmingham, United Kingdom. Agosto, 1993.

Vergara, N., N. Lam, **P. Iturra.-** Ginogénesis inducida en salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) analizada por DNA-fingerprinting multilocus. I Jornada Argentino-Chilenas de Genética .XXVIII Reunión de la Sociedad de Genética de Chile. San Carlos de Bariloche. Argentina. Octubre de 1995.

**Iturra, P.,** N. Vergara, N. Lam, J. Medrano, R. Aguirre. Marcadores genéticos polimórficos aplicados en salmonicultura. Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Octubre, Coquimbo 1996.

**Iturra, P.,** N. Vergara y A. Veloso. RAPD en la búsqueda de marcadores moleculares en herpetozoos. IV Congreso Latinoamericano de Herpetología. Octubre, Santiago 1996

**Iturra, P.-,** J. Medrano, M. Bagley, N. Lam, N. Vergara, P. Imbert.. Identification and *in situ* localization of a molecular marker, SCAR P9all fragment , in the sex chromosomes of rainbow trout. Cytogent. and Cell Genetics.:110. 13<sup>th</sup> Chromosome Conference. Ancona, Italia. Septiembre 1998.

**Iturra, P.,** N. Lam, N. Vergara, J.F. Medrano .Characterization of sex chromosomes in salmonid species by *in situ* hybridization using molecular markers. - Genetics in Aquaculture VII. Townsville, Australia 15-22 de Julio de 2000



Vergara, N., Araneda, C., **Iturra, P.** Use of DNA molecular markers for the identification of species in Chilean salmonid elaborated products. - Genetics in Aquaculture VII Townsville, Australia 15-22 de Julio de 2000

Díaz, N.F., N., Vergara, **P. Iturra** Microsatellite variation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, from Chile. Genetics in Aquaculture VII Townsville, Australia 15-22 de Julio de 2000

### Conferencias

- 1999 Invitada por la Sociedad de Genética de Chile para dictar la Conferencia "Danko Brncic", en la Ceremonia Inaugural de las II Jornadas Argentino-Chilenas de Genética y XXXII Reunión de la Sociedad de Genética de Chile. Septiembre, Rosario, Argentina.
- 2000 LXIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile  
Conferencia "Evolución de los cromosomas sexuales en Vertebrados. Estudios citogenéticos y moleculares".  
Pucón, 14-18 de Noviembre

### Participación en Simposia

**P. Iturra.** Citogenética de salmonideos

Simposio: Genética de Peces.

X Congreso Latinoamericano de Genética. Rio de Janeiro, Brasil. Abril 1992.

**P. Iturra.**

Simposio : Genética de Peces

I Jornada Argentino-Chilenas de Genética.

XXVIII Reunión de la Sociedad de Genética de Chile. San Carlos de Bariloche. Argentina.

**P. Iturra**

Simposio: Variabilidad cromosómica y especiación en Reptiles

Tema: Diversos sistemas cromosómicos de determinación del sexo en Anfibios y reptiles.

Consideraciones evolutivas.

IV Congreso Latinoamericano de Herpetología. Santiago, Octubre 1996.



## Otras actividades académicas:

**Sociedad de Genética de Chile** Vicepresidenta 1994-1996  
Presidenta 1997-1988

## Docencia de Pregrado

### a. Coordinación de cursos.

- 1992.- Jefe de Trabajos Prácticos. Curso: Biología Celular y Genética Carrera: Química y Farmacia y Bioquímica
- 1995.- Coordinador de Trabajos Prácticos Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura
- 1996.- Coordinador de Trabajos Prácticos Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura
- 1997.- Coordinador de Trabajos Prácticos Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura
- 1998.- Encargada de Curso Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura
- 1999.- Encargada de Curso Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura
- 2000.- Coordinador de Trabajos Prácticos Curso: Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura

### b. Participación en cursos, clases.

- 1992.- Clases teóricas: Curso: Biología Celular y Genética Carreras: Medicina, Obstetricia y Puericultura, Kinesioterapia y Terapia Ocupacional, Odontología  
Clases teóricas y Trabajos Prácticos. Curso: Biología Celular y Genética. Carrera: Química y Farmacia y Bioquímica
- 1993.- Clases teóricas: Biología Celular y Genética Carreras: Medicina, Obstetricia y Puericultura, Ingeniería en Alimentos  
Clases teóricas y Trabajos Prácticos. Curso: Biología Celular y Genética.: Carrera: Química y Farmacia y Bioquímica
- 1994.- Clases teóricas Biología Carreras: Odontología, Ingeniería en Alimentos  
Clases teóricas y Trabajos Prácticos. Curso: Biología Celular y Genética.: Carrera: Química y Farmacia y Bioquímica
- 1995.- Clases teóricas y Trabajos Prácticos (Seminarios) Curso : Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura, Tecnología Médica  
Clases Teóricas Curso: Biología Celular y Genética Carrera: Fonoaudiología
- 1996.- Clases teóricas y Trabajos Prácticos (Seminarios) Curso : Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura, Tecnología Médica  
Clases Teóricas Curso: Biología Celular y Genética Carrera: Fonoaudiología
- 1997.- Clases teóricas y Trabajos Prácticos (Seminarios) Curso : Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura, Tecnología Médica  
Clases Teóricas Curso: Biología Celular y Genética Carrera: Fonoaudiología
- 1998.- Clases teóricas y Trabajos Prácticos (Seminarios) Curso : Genética Carrera: Obstetricia y Puericultura, Tecnología Médica  
Clases Teóricas Curso: Biología Celular y Genética Carrera: Fonoaudiología



*[Handwritten signature]*

CURSO: Técnica Histológica. Carrera : Tecnología Médica. Clases Teórico-Prácticas de **Citogenética. 1994-1995-1996**

CURSO: Citogenética . CARRERA Tecnología Médica.  
1997 Encargada de curso 1999 Encargada de curso  
1998 Coordinadora de curso 2000 Coordinadora de curso

CURSO: Biología. Carrera : Bachillerato en Ciencias. Universidad de Chile  
Clases y Seminarios. I Semestre **1994 -1995 - 1996**

CURSO: Taller de Biotecnología. Carrera de Biotecnología. Facultad de Ciencias. Universidad  
de Chile. Clases teóricas. II semestre **1995 - 1996- 1997 - 1998**

CURSO: Tópicos en Biología Celular . Carrera de Bioquímica. Clases teóricas. 1996

CURSO: Bioquímica 300. Carrera de Tecnología Médica. Dirección de Unidad de  
Investigación. 1996.

c. **Preparación de protocolos de trabajos prácticos, seminarios, etc.**

Elaboración de Guías de Seminarios de Genética **1995-1996**

d. **Participación en comisiones docentes.**

Miembro de la Comisión de Docencia del Departamento de Biología Celular y Genética.  
1990-1992

Miembro del Comité Editorial. Segunda edición del libro "Elementos de Biología Celular  
y Genética". 1993.

e. **f.- Dirección de Tesis. Tutorías**

Tutoría

Sr. Marcelo Ramirez. Tutora del Ensayo requisito para la obtención del **Grado de  
Bachiller con mención en Ciencias**. Universidad de Chile.

Tema: " Mejoramiento genético en peces: modificaciones del genoma y su aplicación en  
salmonicultura". II Semestre 1995.

Srta. Nora Vergara. Dirección de Memoria, requisito para optar al título de **Bioquímico**.  
Universidad de Chile. 1995.

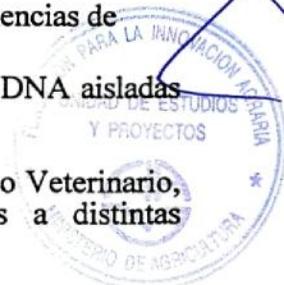
Tema: "Estudio de la aplicación de DNA-fingerprinting multilocus en la evaluación de  
progenies ginogenéticas experimentales en trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) "

Srta. Paula Imbert E. Dirección de tesis para optar al Grado de Licenciado en Educación y  
Pedagoga en Biología y Ciencias Naturales. Universidad Metropolitana de Ciencias de  
la Educación. **1997-1998**

Tema: "Caracterización y modo de herencia de secuencias polimórficas de DNA aisladas  
del genoma de trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) "

Srta Cecilia Marré : Profesor Consejero de Memoria para optar al título de Médico Veterinario,  
Universidad de Chile **1998**. Tema:"Estudios cariotípicos asociados a distintas  
condiciones de fertilidad en yeguas fina sangre de carrera"

Srta. Maneth de la Fuente .- Trabajo de Investigación para optar al título de Tecnólogo Médico



1998 -1999

2. **Resuma labor docente de post-grado.**

a. Dirección de tesis de doctorado.

Sr. Cristian Araneda. **1998-** en curso

b. Dirección de tesis de Magister.

Sra. Natalia Lam 2000 - en curso. Magister en Ciencias de la Acuicultura. Universidad de Chile

Sr. Nelson Colihueque. Tesis: " Estudio familiar y meiótico de la variación cromosómica en trucha arcoiris, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). **Magister en Ciencias Biológicas mención Genética.** Facultad de Medicina. 1991.

Sra. María Angélica Alliende. Tesis: "Aberraciones cromosómicas asociadas a cáncer gástrico "**Magister en Ciencias Biológicas mención Genética.** Facultad de Medicina. 1990. .

c. Participación en Cursos de Post-Grado; **Error! Marcador no definido.**

GENETICA BASICA. Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Medicina. Clases teóricas y dirección de Seminarios. Años **1992 a 1998.**

CITOGENETICA AVANZADA. Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Medicina. Clases teóricas. Años **1992 - 1994 -1996.**

GENETICA DE PECES: GENETICA EN PISCICULTURA. Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Clases teóricas. **Julio 1992**

GENETICA DE PECES: TOPICOS DE GENETICA DE POBLACIONES DE PECES.  
Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Clases teóricas. **Septiembre, 1994 ; Agosto 1998**

PROCESOS EVOLUTIVOS. Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Clases teóricas: Citogenética Molecular. 1995.

SEMINARIOS DE GENETICA Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Dirección de Seminarios: Marcadores moleculares en genética de poblaciones de peces. II Semestre de 1995

CURSO AVANZADO: BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION . Programa de Magister y Doctorado. Facultad de Medicina. Clases teóricas: Diferenciación sexual. Genética del sexo. 1996- 1997



*Handwritten signature in blue ink.*

## Cursos de Post-Título

Dirección de Cursos:

INTRODUCCION A LA CITOGENETICA.- Facultad de Medicina. Coordinador.  
Clases Teóricas y Prácticas. 25 horas. Enero 1992

CITOGENETICA: Núcleo y cromosomas. Programa Diplomado en Ciencias Biológicas.  
Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Antofagasta. Profesor Invitado. Octubre 1992

## Participación en Cursos de Post-Título

ESPECIALIZACION EN CITOGENETICA CLINICA. INTA, Universidad de Chile.  
Clases Teóricas. 1995-1996 - 1997- 1998

## Dirección de Unidades de Investigación

Sr. Juan Carlos Marín. Estudiante Magister en Genética, Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Tema: "Identificación de un posible marcador ligado al sexo en trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss, cepa escocesa) utilizando RAPD-PCR." II semestre 1994.

Srta. Juana Capietillo. Estudiante de Magister en Genética. Universidad Austral de Chile. Tema: "DNA-fingerprinting multilocus y análisis genético de paternidad en un problema reproductivo en el roedor Abrotrix olivaceus". II semestre. 1995

Sr. Enrique Pereyra. Estudiante de Doctorado en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Tema: "Marcadores moleculares obtenidos por RAPD-PCR y su localización cromosómica mediante hibridación in situ (FISH) en trucha arcoiris." II Semestre 1995.

Sr. Cristian Araneda. Estudiante de Doctorado en Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Tema: "Caracterización de secuencias de DNA polimórficas asociadas al sexo en peces salmónidos". II Semestre 1996.

Sr. Eduardo Soto. estudiante de Magister en Ciencias, mención Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile I Semestre 1998

## Comisiones de grado.

Miembro de la Comisión Informante de Tesis y Examen para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Genética. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Sra. Luz Patricia Pérez A. 1992

Miembro de la Comisión Informante de Tesis y Examen para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Sr. Javier González. 1996.

Miembro de la Comisión Informante de Proyecto de Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Genética.. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Sr. Marco Yevenes. 1997.



Miembro de la Comisión Informante de Proyecto de Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Genética.. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Sra. Zulita Prieto L. 1997

#### 4. **Resuma labor de extensión universitaria**

Taller : "Ingeniería Cromosómica aplicada a la Salmonicultura"  
Castro, X Región. Noviembre de 1995

Curso: Biología para Nivelación de Licenciaturas. Facultad de Medicina. Clases teóricas. 1995.

##### Otras actividades de extensión

Comisión Organizadora de Reuniones Científicas:

I Jornadas Argentino-Chilenas de Genética. XXVI Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. San Carlos de Bariloche. 1995

II Jornadas Argentino-Chilenas de Genética. XXVI I Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. Viña del Mar, 1996

IV Congreso Latinoamericano de Herpetología. Santiago, Octubre 1996.

#### 5. **Resuma sus actividades de perfeccionamiento**

Estadías de entrenamiento. Indique lugar y duración.

Estadías de Investigación en University of California, Davis. Molecular genetics Lab. Department of Animal Science, USA.

1993.- Dos meses - 1995 ( Beca Fundación Andes) 2 meses - 1996- 2 meses

Cursos de capacitación docente

Curso Taller para el Programa de Tutores de la Facultad de Medicina

Noviembre de 1996. 20 horas.

#### **Becas recibidas**

Fundación Andes. Beca de Asistencia a Congreso Internacional 1992

Fundación Andes. Beca de estadía de Investigación. University of California, Davis, Department of Animal Science. USA, 1995.

#### **Sociedades científicas y Académicas a las que pertenece.**

Sociedad de Genética de Chile

Sociedad de Biología de Chile



## CURRICULUM VITAE

**NOMBRE:** NORA ISABEL VERGARA SILVA

**CEDULA DE IDENTIDAD:**

**ESTADO CIVIL:** SOLTERA

**FECHA DE NACIMIENTO:** 24 de Julio de 1964

**DOMICILIO:** BOLDO 702. PUENTE ALTO, SANTIAGO

**FONO:** 3185480

**TITULO PROFESIONAL:** BIOQUIMICO  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**PRACTICA PROFESIONAL:** HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE.  
LABORATORIO ENDOCRINOLOGIA,  
LABORATORIO DE HEMATOLOGIA  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA,  
15 de Marzo- 5 de Abril, 1993  
INSTITUTO DE NUTRICION Y TECNOLOGIA DE  
LOS ALIMENTOS (INTA). UNIVERSIDAD DE CHILE,  
DEPARTAMENTO DE VIROLOGIA.  
Junio de 1993

**TESIS DE TITULO:** "ESTUDIO DE LA APLICACION DE DNA FINGERPRINTING MULTILOCUS EN LA EVALUACION DE PROGENIES GINOGENETICAS EXPERIMENTALES EN TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*).". Departamento de Biología Celular y Genética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Septiembre 1993 - Enero 1995. Directos de Tesis: Prof. Patricia Iturra C.

**MAGISTER:** INGRESO AL MAGISTER EN CIENCIAS DE LA ACUICULTURA. FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS Y FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS-INSTITUTO DE NUTRICION Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS (INTA). UNIVERSIDAD DE CHILE. Abril, 2000.

### EXPERIENCIA LABORAL :

- PROYECTO FONDECYT 1940371. "IDENTIFICACION DE MARCADORES MOLECULARES LIGADOS AL SEXO EN TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*).". investigador Responsable: Patricia Iturra C. Departamento de Biología Celular y Genética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. 1994 -1997
- PROYECTO FONDECYT 1970421 "MARCADORES POLIMORFICOS DE DNA ASOCIADOS A LOS CROMOSOMAS SEXUALES EN DOS ESPECIES DE SALMONIDOS." Investigador Responsable: Patricia Iturra C. Departamento de Biología



Celular y Genética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. 1997 -Marzo 2000

- PROYECTO FONDAP EN OCEANOGRAFIA Y BIOLOGIA MARINA. ESTUDIOS BASICOS Y APLICADOS DE BIOTECNOLOGIA PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES Y MANEJO REPRODUCTIVO GENETICO DE PECES. Investigador Responsable: Ana María Sandino (USACH). Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina y Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 1997-Septiembre 1999
- PROYECTO: WRAC grant. DEVELOP MOLECULAR MARKERS FOR IDENTIFICATION OF SEX AND DEVELOP A BREEDING APPROACH TO PRODUCE MONOSEX PROGENY IN WHITE STURGEON. Investigador Responsable: Dr. Juan F. Medrano. Department of Animal Science. University of California, Davis, USA. Enero 2001- 31 Octubre 2001.

Estadía de perfeccionamiento:

- University of California, Davis. Department of Animal Science. USA. Agosto 1998-Mayo 1999 Dr. Prof. Juan F. Medrano.  
- Construcción de una biblioteca genómica de trucha arcoiris.

Experiencia Docente:

- CURSO GENETICA BASICA: UNA VISION ACTUALIZADA. Docente de trabajo práctico. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Programa Genética Humana. Enero 1998
- CURSO: GENETICA BASICA: UNA VISION ACTUALIZADA. Docente de trabajo práctico. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Programa Genética Humana. Enero 2000

#### ASISTENCIA A CURSOS

- II CURSO INTERNACIONAL DE GENETICA DE PECES. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE CHILE. 1-15 de Septiembre, 1994.
- III CURSO INTERNACIONAL DE GENETICA DE PECES. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE CHILE. 14 de Agosto- 06 de Septiembre de 1996.
- CURSO DE INGLES BASICO. INSTITUTO CHILENO-NORTEAMERICANO DE CULTURA. 19 de Noviembre - 28 de Enero 1998.
- CURSO DE INGLES INTERMEDIO. HIGH SCHOOL. Davis, USA. Septiembre-Diciembre 1998
- CURSO DE MANEJO RADIATIVO. Universidad de Chile. Agosto, 1999.
- CURSOS DEL PROGRAMA DE MAGISTER. UNIVERSIDAD DE CHILE 2000



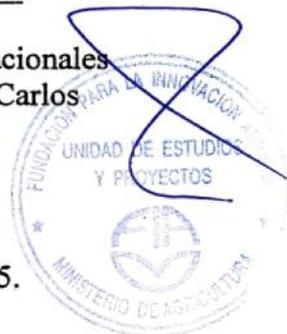
*Handwritten signature or scribble in blue ink.*

## PUBLICACIONES

- 2001 Iturra P., Medrano, J.F, Bagley, M., **Vergara, N.**, Imbert P. "Development and characterization of DNA sequence OmyP9 associated with the sex chromosomes in rainbow trout. **Heredity** En prensa
- 2001 Iturra, P., N. Lam, M. de la Fuente, **N. Vergara**, JF Medrano. Characterization of sex chromosomes in rainbow trout and coho salmon using fluorescent *in situ* hybridization (FISH). **Genetica (The Hague)**: En prensa
- 1998 **Vergara, N.**, P. Iturra, R. Aguirre. "Multilocus DNA-fingerprinting using the oligonucleotide probes (GGAT)<sub>4</sub> and (GATA)<sub>4</sub> in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)". **Genetics and Mol. Biol.** 21: 241- 243.
- 1998 Iturra, P., Medrano, J.F, Bagley, M., Lam, N., **Vergara, N.**, Marín J.C.. Identificación of sex chromosome molecular markers using RAPDs and fluorescent *in situ* hybridization in rainbow trout. **Genetica (The Hague)** 101: 209-213

## PRESENTACIONES A CONGRESOS (Nacionales e Internacionales)

- Iturra, P., **Vergara, N.**, Aguirre, R. DNA-fingerprinting con oligonucleótidos sintéticos (GATA)<sub>4</sub> y (GGAT)<sub>4</sub> en trucha arcoiris. XIV Jornadas de Ciencias del Mar. I Jornadas De Salmonicultura. Puerto Montt, Mayo 1994. Expositora
- Vergara, N.**, Iturra, P., Aguirre, R. DNA-fingerprinting para identificación de progenies ginogenéticas en trucha arcoiris. Encuentro Científico de Estudiantes. Departamento de Biología Celular y Genética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. 13-14 Enero 1995. Expositora
- Vergara, N.**, Lam, N., Iturra, P. Ginogénesis inducida en Salmon coho (*Oncorhynchus kisutch*) analizada por DNA-fingerprinting multilocus. I Jornadas Argentino-Chilenas de Genética de Chile. San Carlos de Bariloche. Argentina. Octubre de 1995. Expositora
- Pereyra, E., Díaz, N., **Vergara, N.** Uso de DNA fingerprinting en estudios de poblacionales de salmónidos en Chile. I Jornadas Argentino-Chilenas de Genética de Chile. San Carlos de Bariloche. Argentina. Octubre de 1995.
- Marín, J.C., Iturra, P., Medrano, J., **Vergara, N.** Caracterización de polimorfismos moleculares asociados al sexo en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile, Viña del Mar, Noviembre, 1995.
- Iturra, P., **Vergara, N.**, Lam, N., Medrano, J. Modo de Herencia y localización cromosómica de una secuencia de DNA que esta asociada a los cromosomas sexuales en



A large, stylized blue handwritten signature or scribble, possibly the initials 'P' or 'V', located in the bottom left corner of the page.

trucha arcoiris. XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile, Viña del Mar, Octubre, 1996.

P. Iturra, N. Vergara, N. Lam, J. Medrano, R. Aguirre. Marcadores genéticos polimórficos de DNA aplicados en Salmonicultura. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Octubre, Coquimbo, 1996. Expositora

Iturra, P., Vergara, N., Veloso, A. RAPD en la búsqueda de marcadores moleculares en herpetozoos. IV Congreso Latinoamericano de Herpetología, Octubre, Santiago, 1996.

Vergara, N., Iturra, P. Secuencia de DNA P9ALL en salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*). XXX Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Octubre, Puerto Varas, 1997. Expositora

Imbert, P., Vergara, N., Araneda, C., Iturra, P. Patrones de RFLPs del marcador P9ALL asociados a los cromosomas sexuales en distintas cepas de cultivo de trucha arcoiris. XXX Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Octubre, Puerto Varas, 1997.

Veloso, A., Vergara, N. Estructura genética y diferenciación de poblaciones de *Rhinoderma darwini* (Amphibia Rhinodermatidae). XXX Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Octubre, Puerto Varas, 1997. Expositora

Vergara, N., Iturra, P. y E. Pereyra. Marcadores moleculares asociados al sexo en salmónidos. XVII Congreso de Ciencias del Mar, Mayo, Iquique, 1998. Expositora

P. Iturra, J.F. Medrano, M. Bagley, N. Lam, N. Vergara and P. Imbert. Identification and in situ localization of a molecular marker, Scar P9all fragment, in the sex chromosomes of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*).

Vergara, N., Díaz, N.F. e Iturra, P. Amplificación de microsatélites heterólogos en salmon coho, *Oncorhynchus kisutch*. XXXI Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Octubre, La Serena, 1998.

Vergara, N., Díaz, N.F. e Iturra, P. Amplificación de microsatélites heterólogos en salmon coho, *Oncorhynchus kisutch*, Plant & Animal Genome VII, January, USA, 1999.

De la Fuente, M., Vergara, N., Lam, N., Iturra, P. Búsqueda de los cromosomas sexuales en salmon coho (*Oncorhynchus kisutch*) mediante FISH. (Search of sex chromosomes in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* using FISH. XLII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile, Noviembre, Pucón, 1999.

Vergara, N., Araneda, C., Iturra, P. Use of DNA molecular markers for the identification of species in Chilean salmonid elaborated products. VI Aquaculture in Genetics. Australia, Julio, 2000.



*Handwritten signature or initials in blue ink.*

Iturra, P., N. Lam, N. Vergara, J.F. Medrano .Characterization of sex chromosomes in salmonid species by *in situ* hybridization using molecular markers. - Genetics in Aquaculture VII Townsville, Australia 15-22 de Julio de 2000

Díaz, N.F., N., Vergara, P. Iturra Microsatellite variation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, from Chile. Genetics in Aquaculture VII Townsville, Australia 15-22 de Julio de 2000



## CURRICULUM VITAE

Nombre del Funcionario : Nibaldo del Carmen Apablaza Reyes  
Fecha de Nacimiento : Abril 16 de 1967  
Nacionalidad : Chilena  
Profesión : Químico, Licenciado en Química

---

### ANTECEDENTES LABORALES Y DOCENTES

- Ayudante de Computación, 1986. facultad de ciencias Químicas y Farmacéuticas, universidad de chile.
- Ayudante Bancario de Radioquímica. 1990. facultad de ciencias Químicas y Farmacéuticas, universidad de chile.
- Profesor ayudante de Química. 1991. universidad mayor.
- Oficial Científico proyecto aerosoles Antárticos. 1991. base TTE Carvajal territorio Antártico.
- Químico Ejecutivo de las Areas Análisis Térmicos y elemental, Biotecnología y software para instrumentación de laboratorio (instalación y manejo). weisser analítica y CIA LTDA. 1991- 1993.
- Servicios profesionales como contratista consultor en el Area del medio ambiente para aplicaciones en Análisis de iones por HPLC y Análisis de CHN por Análisis elemental. Universidad de San Andrés, La Paz, Bolivia. abril 1994
- Jefe del departamento Orgánico y de encargado de las Areas Análisis Térmico y elemental, Instrumentación para Análisis aplicados, Biotecnología y espectroscopia infrarrojo (soporte, Instalación y manejo). 1993- 1996.
- Jefe del departamento Servicio y Soporte Weisser Analítica. 1996- 1997
- **Supervisor del programa de Aseguramiento de calidad y Calibraciones de instrumentos analíticos. Weisser Analítica. 1997-1998. Normas ISO 9000 y ISO/IEC guía 25 (17025).**
- Coordinador de cursos, Técnica y demostraciones de centro analítica. Además de charlista en Técnicas Analíticas como espectroscopia infrarrojo y Análisis aplicado. 1993.
- Gerente general grupo empresas weisser. 1998 – adelante



## ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

- Unidad de Investigación " Análisis Físico Químico de aerosoles atmosféricos ". ( aa Perkin Elmer 2380). 1989. Universidad de Chile.
- Ayudante profesional " Análisis Ionizo de aguas por HPLC ". ( HPLC, UV/VIS Y FTIR 1700 Perkin Elmer). 1990 instituto de investigaciones agropecuarias, e. E. La Platina.
- Ayudante de Investigación " proyecto aerosoles polares Aroposfericos: Composición Química y Distribución de tamaño de Partícula del Aerosolantartico ". 1990. Proyecto Universidad de Chile/ Fuerza Aérea de Chile / N.A.S.A.
- Tesis de titulo " Difusión de elementos trazas en aerosoles Atmosféricos de Santiago a través de la capa de Inversión Térmica ". 1990/1991. Universidad de Chile.
- Oficial Científico proyecto " aerosoles Antárticos ". 1991. Base TTE Carvajal, territorio Antártico.

## PUBLICACIONES Y PRESENTACIONES A CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES

- Predez m., j. Ortiz, N. Apablaza y S. Zolezzi. " Forma, tamaño y Concentración de aerosoles Atmosféricos ". XVIII jornadas chilenas de Química, contribuciones Científicas y Tecnológicas, Vol. 2, 505- 504, 1989.
- Predez m., j. Ortiz, r. vera, s. Zolezzi y N. Apablaza. " Vertical Distribución of Sub- Antartic Troposheric Aerosols. Marineinfluences ". VI Inter Congress. THE Pacific, bridge or Barrier?, Abstrac, 53, 1989.
- Sazawka a. y N. Apablaza. " Colorimetric Determination of Sulphate in waters and water Extractios of Soils ". Agricultura Técnica, Vol. 51, 81- 82, 1991.
- Ortiz J., N. Apablaza, c. Campos, s. Zolezzi y m. Predez. Influence of Thermal inversión Layer on The elemental composition and Size Distribution of Troposheric Aerosols of Santiago, Chile "I congreso iberoamericano del medio ambiente Atmosférico. 1991.
- Predez M., Ortiz., Zolezzi S., Campos C. Y Apablaza N. " aerosoles Atmosféricos de naturaleza inorgánica. Contaminación en Santiago de Chile". 1991. Revista Chilena de enfermedades respiratorias, 7(4), 224-238. 1991.
- OrtizJ., Apablaza n., Campos C., Zolezzi S., y Predez M. "Troposheric Aerosols above The Thermal Inversión Layer of Santiago Chile, Size, Distribution of elemental Concentrations" 1992. Atmospheric Enviroment, 26; 1-3.



*[Handwritten signature]*

- Sadzawka A. Y N. Apablaza. "Determinación Colorimétrica de sulfatos en aguas y extractos acuosos de suelos". Revista Alimentos para Chile y Latinoamericano. 1991, vol. 16,2.

## **CURSOS DE ESPECIALIZACION Y COMPLEMENTARIOS**

- Seminario de aceites y lubricantes por infrarrojo. México. 1993.
- Seminario de Polímeros por infrarrojo. México. 1993.
- Seminario de farmacéuticos por infrarrojo. México. 1993.
- Seminario de pinturas y recubrimientos por infrarrojo. México. 1993.
- Seminario de actualización instrumental en servicios periciales. México. 1993
- Teoría, manejo e Instrumentación de la Técnica analítica " Electroforesis capilar ". U.S.A.; 1994.
- Instrumentación de FTIR y accesorios para los distintos tipos de muestras. U.S.A.; 1994.
- Instrumentación en Análisis elemental. U.S.A.; 1994.
- Cursos de calidad industrial y Metrología. Dictuc 1997.
- Cursos de Auditor Líder en gestión de calidad para Normas ISO 9000. Tecnocap- Perry Johnsons. Mayo 1997.
- Universidad de Chile, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas: Difusión de contaminantes. 1991.
- Universidad de Chile, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. " Industrias Químicas Inorgánicas". 1990.
- Universidad de Chile, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. " Industrias Químicas Orgánicas". 1990.
- Universidad de Chile, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. " Actividad Óptica molecular ". 1990.
- Universidad de Chile, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. " Procesos Hidrometalúrgicos". 1990.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, " Física avanzada". 1989.



- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas: "Contaminación Atmosférica". 1991.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas: "Fotoquímica". 1991.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. "Físico Químico experimental". 1990.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. "Electrotecnia General". 1988.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. "Seguridad industrial". 1990.
- Manejo de carteras de inversión en la bolsa de comercio. 1990.
- Encuentro con la Universidad. "La Química en el desarrollo Nacional". 1984.

## OTROS CONOCIMIENTOS

- Manejo de Instrumentación analítica de laboratorio como AA, ICP, GC, HPLC, EC, IR/FTIR, TEA, etc.
- Manejo de computación a nivel usuario.
- Miembro del grupo de especialistas de Análisis Térmico y elemental ( tea ) de Perkin Elmer U.S.A.

**NIBALDO APABLAZA REYES**  
**QUIMICO – LIC. EN QUIMICA**



## CURRICULUM VITAE

### ANTECEDENTES PERSONALES

- NOMBRE : MONICA MATILDE SANTALICES ARUFE
- FECHA DE NACIMIENTO : 7 DE JUNIO DE 1966
- SEXO : FEMENINO
- NACIONALIDAD : CHILENA
- CARNET DE IDENTIDAD :
- PASAPORTE COM. ECON. EUROPEA : VIGENTE
- DIRECCION : ROJAS MAGALLANES 126  
LA FLORIDA SANTIAGO
- FONO : 281 30 19 - 2742161
- ESTADO CIVIL : CASADA, DOS HIJOS
- LICENCIA DE CONDUCIR : CLASE B – MOVILIZACION PROPIA

### ANTECEDENTES ACADEMICOS

- ESTUDIOS SECUNDARIOS : COLEGIO DIVINA PASTORA
- ESTUDIOS UNIVERSITARIOS : BIOQUIMICA Y LICENCIATURA EN  
BIOQUIMICA, FACULTAD DE CIENCIAS  
QUIMICAS Y FARMACEUTICAS,  
UNIVERSIDAD DE CHILE.
- GRADO ACADEMICO : LICENCIADA EN BIOQUIMICA
- TITULO PROFESIONAL : BIOQUIMICO



*(Handwritten signature)*

## CURSOS DE POSTGRADO

- ASPECTOS MOLECULARES, GENETICOS Y BIOQUIMICOS DE LA INTERACCION NUCLEO-CITOPLASMA.

CURSO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS MENCION EN BIOLOGIA CELULAR, FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.

10 DE JULIO AL 7 DE AGOSTO DE 1990.

- REGULACION METABOLICA Y GENICA.

CURSO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN BIOQUIMICA, FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACEUTICAS. UNIVERSIDAD DE CHILE.

3 DE ENERO AL 29 DE ABRIL DE 1991.

CURSO INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO. MANIPULACION GENETICA DE PLANTAS: TRANSFERENCIA Y EXPRESION DE GENES.

CENTRO DE ESTUDIOS FOTOSINTETICOS Y BIOQUIMICOS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO, ARGENTINA.

4 AL 16 DE NOVIEMBRE DE 1991

- CURSO DE ENTRENAMIENTO. INGENIERIA GENETICA Y TRANSFORMACION DE PLANTAS.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. LIMA, PERU.

17 AL 27 DE MAYO DE 1993



## CONGRESOS

- **PRESENTACION ORAL EN EL III CONGRESO NACIONAL DE FITOPATOLOGIA. PURIFICACION, CARACTERIZACION Y OBTENCION DE ANTISUERO DEL VIRUS DEL ANILLADO NECROTICO DEL TOMATE. VALPARAISO, CHILE.**  
14 AL 16 DE SEPTIEMBRE DE 1992.
  
- **PRESENTACION DE PANEL EN EL III CONGRESO LATINOAMERICANO DE BIOTECNOLOGIA. DETECCION Y SANEAMIENTO DE VIRUS EN CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*).**  
INSTITUTO DE NUTRICION Y TECNOLOGIA EN ALIMENTOS UNIVERSIDAD DE CHILE  
16 AL 19 DE NOVIEMBRE DE 1993.
  
- **PRESENTACION ORAL EN EL VII CONGRESO LATINOAMERICANO DE FITOPATOLOGIA. IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES VIRUS EN EL CULTIVO DEL CLAVEL.**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.  
10 AL 14 DE ENERO DE 1994.

## ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS

- **CURSO DE PREVENCION DE ACCIDENTES Y PRIMEROS AUXILIOS**  
SEMDA UNIVERSIDAD DE CHILE  
MARZO A DICIEMBRE 1987.
  
- **CURSO DE INGLES BASICO E INTERMEDIO, ORAL Y ESCRITO**  
INSTITUTO MASTER  
MARZO A DICIEMBRE 1989.



*Handwritten signature or mark.*

- CURSO DE CRIANZA INTENSIVA DE RANAS  
INSTITUTO DE FOMENTO DE LA SALUD POR LA NUTRICION Y  
ALIMENTACION  
19 Y 20 DE OCTUBRE DE 1994.
- CONOCIMIENTO DE COMPUTACIÓN A NIVEL USUARIO AVANZADO  
WINDOWS 95 – 98, MICROSOFT OFFICE (WORD, EXCEL, POWER POINT)

#### PRACTICAS PROFESIONALES

- LABORATORIO CLINICO, ESPECIALIDAD UROLOGIA.  
HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE, JOSE J. AGUIRRE.  
MARZO 1992.

#### ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

- UNIDAD DE INVESTIGACION. DESARROLLO DE UN ESQUEMA DE  
SEPARACION DE COMPUESTOS FLAVONICOS A PARTIR DEL EXTRACTO  
METANOLICO DE *Baccharis concava*.  
LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES, DEPARTAMENTO DE QUIMICA  
ORGANICA, FACULTAD DE CS. QCAS. Y FARMACEUTICAS, UNIVERSIDAD DE  
CHILE.  
ENERO A DICIEMBRE DE 1989



- TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE BIOQUIMICO. PURIFICACION Y CARACTERIZACION DEL VIRUS DE LA MANCHA ANULAR DEL TOMATE (TomRSV) QUE INFECTA AJO (*Allium sativum* L.) Y OBTENCION DE INMUNOGLOBULINAS POLICLONALES MONOESPECIFICAS CONTRA ESTE VIRUS.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL LA PLATINA.

ENERO A DICIEMBRE 1991

#### ACTIVIDADES DOCENTES

- AYUDANTE BECARIO DE QUIMICA ORGANICA FACULTAD DE CS. QCAS. Y FARMACEUTICAS.

UNIVERSIDAD DE CHILE.

SEGUNDO SEMESTRE 1989

#### PUBLICACIONES

- SANTALICES, M. Y HERRERA, G. 1992. IDENTIFICACION DE TOMATO RINGSPOT VIRUS EN *Allium sativum* (AJO) MEDIANTE UNA COMBINACION DE TECNICAS DE ELISA Y ARN DE DOBLE HEBRA. AGRICULTURA TECNICA.
- SANTALICES, M. Y HERRERA, G. 1992. PURIFICACION, CARACTERIZACION Y OBTENCION DE ANTISUERO DEL VIRUS DEL ANILLADO NECROTICO DEL TOMATE. SIMIENTE (Res.).
- OLIGER, P., SANTALICES, M., STIPO, A. Y GEBAUER, M. 1994. IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES VIRUS EN EL CULTIVO DEL CLAVEL. SIMIENTE (Res.).



*[Handwritten signature]*

- HERRERA, G., MADARIAGA, M Y SANTALICES, M. 1995. DETERMINACION DEL VIRUS DE LA TRISTEZA DE LOS CITRICOS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE. AGRICULTURA TECNICA, 55 (2): 167 - 169.

#### ANTECEDENTES LABORALES

- **ASESOR EXTERNO Y TRADUCTOR** (INGLES-ESPAÑOL Y FRANCES-ESPAÑOL) EN LAS AREAS DE BIOQUIMICA, BIOTECNOLOGIA, QUIMICA, MINERIA, FARMACEUTICA, INMUNOLOGIA Y MEDICINA. ESTUDIO JURIDICO PORZIO, RIOS Y ASOCIADOS, PROCURADORES INTERNACIONALES DE PATENTES Y MARCAS COMERCIALES. OCTUBRE 1993 A LA FECHA.
- **SOCIO DE LA EMPRESA APABLAZA Y SANTALICES LTDA.** LABORATORIO DE ANALISIS, PRESTACION DE SERVICIOS, ASESORIAS Y DIAGNOSTICO AGROPECUARIO. JULIO 1993 A LA FECHA.
- **SOCIO DE LA EMPRESA MEGA SALUD Y CIA. LTDA.** CENTRO MEDICO Y LABORATORIO CLINICO. MARZO 1999 A LA FECHA.
- **COINVESTIGADORA DEL PROYECTO FONDEF. "UTILIZACION DE INGENIERIA GENETICA PARA LA PRODUCCION DE PLANTAS TRANSGENICAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) CON RESISTENCIA A BACTERIAS PATOGENAS".** PROGRAMA DE MICROPROPAGACION VEGETAL, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. DICIEMBRE DE 1992 A JULIO DE 1993.



- **COINVESTIGADORA DEL PROYECTO FONTEC. DETECCION Y SANEAMIENTO DE VIRUS EN CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*).** PROGRAMA DE MICROPROPAGACION VEGETAL, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.  
DICIEMBRE DE 1992 A JULIO DE 1993.
  
- **BUSQUEDA DE PATENTES Y MODELOS INDUSTRIALES**  
MINISTERIO DE ECONOMIA PARA SARGENT Y KRAHN, PROCURADORES INTERNACIONALES DE PATENTES Y MARCAS COMERCIALES  
ENERO A DICIEMBRE DE 1992.
  
- **INVESTIGADORA DEL PROYECTO DIAGNOSIS DE VIRUS EN *Allium sativum* (AJO) POR EL METODO DEL ARN DE DOBLE HEBRA.**  
INIA(INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS) LA PLATINA.  
FEBRERO – ABRIL 1992.

MONICA SANTALICES ARUFE  
BIOQUIMICA



## CURRICULUM VITAE

### ANTECEDENTES PERSONALES

NOMBRE : Eduardo Jesús Uribe Mella.  
FECHA DE NACIMIENTO : 9 de marzo de 1974.  
EDAD : 26 años.  
RUT :  
ESTADO CIVIL : Soltero.  
NACIONALIDAD : Chileno.  
DOMICILIO : Obispo Orrego N°1591, Ñuñoa- Santiago.

### ANTECEDENTES ACADÉMICOS

#### ENSEÑANZA BASICA

1890-1981 : Escuela México de Chillán.  
1982-1983 : Liceo Experimental Manuel de Salas, Ñuñoa-Santiago.  
1984-1987 : Colegio Guillermo Zañartu Irigoyen, Ñuñoa-Santiago.

#### ENSEÑANZA MEDIA

1998-1991 : Liceo José Toribio Medina, A N°52, Ñuñoa-Santiago.

#### ENSEÑANZA SUPERIOR

1992-1995 : Licenciado en Ciencias de los Agrecursos mención Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.  
1996 : Ingeniero Agrónomo, mención Zootecnia, Pontificia Universidad Católica de Chile.



## **ANTECEDENTES LABORALES**

### **PRACTICA PROFESIONAL**

- 1996 : Fundo Huerto Bonito, Comuna de San Nicolás, Provincia de Ñuble. Sr. Fernán García Álamos. Sistemas de Producción Avícola y Lechería.
- 1997 : Residencia Proyectos de Título, Manejo de Residuos Industriales Líquidos, Transformación de Criaderos de Cerdo, Análisis del Sector Pecuario Argentino. Sr. Profesor Raúl Cañas . Ingeniero Agr. Ph. D. Pontificia Universidad Católica de Chile.

### **ACTIVIDADES PROFESIONALES**

- 1997-1998 : Formulación, Evaluación y Ejecución de Proyectos, Biotecnología Agropecuaria S.A.
- 1997-1998 : Investigador Asociado, Grupo de Sistemas, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

### **AYUNDATIAS**

- 1996-1997 : Ayudante Jefe de la Cátedra de Ecología, Sr. Profesor Juan Gastó . Ing. Agr. Ph. D. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 1997 : Ayudante Jefe de la Cátedra de Alimentación y Nutrición Animal, Sr. Profesor Raúl Cañas C. Ing. Agr. Ph. D. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 1998 : Ayudante Jefe de la Cátedra de Producción de Carne, Sr. Profesor Raúl Cañas C. Ing. Agr. Ph. D. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 1998 : Profesor Ayudante de la Cátedra de Alimentación Animal, Sra. Profesora Marcia Medel R. Ing. Agr. Ms Sc. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor.



*PC*

## **OTROS ANTECEDENTES**

Computación Nivel Usuario (Windows, Planillas Electrónicas, Procesadores de Texto, Internet, MS Project, Visual Basic)

Inglés Nivel Técnico.

