



# Boletín Veterinario Oficial

Sanidad y bienestar animal e inocuidad de los alimentos  
División de Protección Pecuaria



## Análisis de riesgo: Ingreso de terneros provenientes de predios infectados con tuberculosis bovina de la Región de Magallanes a predios engoraderos de la zona centro sur<sup>1</sup>

Juan Francisco Álvarez Cárcamo., MV, MgCs.<sup>2</sup>, [francisco.alvarez@sag.gob.cl](mailto:francisco.alvarez@sag.gob.cl)

### Resumen

Con el objetivo de estudiar la factibilidad técnica de liberar la exigencia de efectuar la prueba de la tuberculina a los terneros/as de predios en saneamiento por tuberculosis bovina (TB) de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, destinados a predios engoraderos de la zona centro sur del país (regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos), y a solicitud del coordinador del Proyecto Nacional de Control y Erradicación de Tuberculosis Bovina, se realizó un análisis de riesgo cuantitativo mediante una metodología de simulación probabilística, considerando los principales eventos asociados con el proceso de ingreso de terneros eventualmente infectados a predios engoraderos.

Los datos utilizados en la construcción del modelo se obtuvieron de registros de egreso de animales y prevalencias proporcionados por el SAG Magallanes y de consultas a expertos sobre las tasas de mortalidad y probabilidad de difusión a predios vecinos.

Como conclusión destaca que el aumento eventual del número de predios infectados en la zona centro sur, debido al posible ingreso de terneros/as infectados de Magallanes, es de 0,4 cada 1.000 predios. Esta probabilidad se encuentra en el rango “riesgo muy bajo”, de acuerdo con la categorización de riesgo planteada por el Grupo Ad Hoc sobre Análisis de Riesgo de la Comisión Regional de la Organización Mundial de Sanidad Animal para las Américas (OIE).

Se propone liberar de los mencionados chequeos a los terneros/as procedentes de Magallanes, destinados a un predio engoradero de la zona centro sur del país, y continuar aplicando la medida sanitaria habitual: una tuberculinización a las madres, además de la condición de eliminar de forma inmediata a los terneros/as hijos de madres reaccionantes, sin esperar la confirmación del laboratorio. Este hecho no representa un inconveniente, debido a los bajos niveles de prevalencia intrapredial existentes en la Región, entendiéndose que en las condiciones de explotación extensiva de Magallanes el mayor riesgo de infección es la relación madre-hijo.

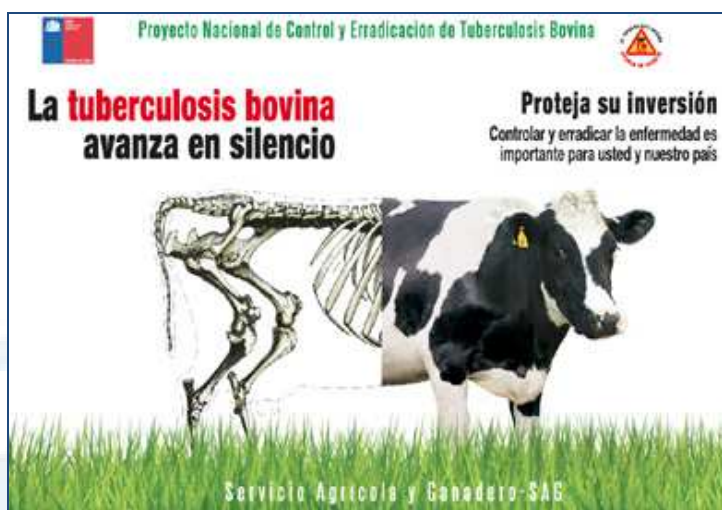
<sup>1</sup> Regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

<sup>2</sup> Epidemiólogo, Servicio Agrícola y Ganadero, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

## 1. Contexto general

El presente estudio se realizó a solicitud del coordinador del [Proyecto Nacional de Control y Erradicación de Tuberculosis Bovina](#), Dr. Luis Alfredo Paredes, con posterioridad a la visita de supervisión a la Región de Magallanes (mayo de 2010), quien señaló: “Como una manera de facilitar el trabajo de saneamiento de los predios infectados de la Región, se estudiará la factibilidad técnica de liberar la exigencia de efectuar chequeos de los terneros y terneras que

salen anualmente con destino a predios de engorda debidamente calificados, ubicados en la zona centro sur del país. Para apoyar la decisión se estima necesario medir el riesgo de esta medida para los predios engoraderos receptores”.



## 2. Tipo de producto

Bovinos (*Bos taurus*) machos y hembras en pie, principalmente de raza Hereford, de hasta 12 meses de edad, nacidos en la Región de Magallanes en predios en saneamiento de tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), destinados a predios engoraderos ubicados en la zona centro sur del país.

## 3. Origen

Los animales nacieron en la Región de Magallanes, que cuenta con una masa ganadera de 141.759 bovinos (INE [en línea]), su producción se basa fundamentalmente en la explotación extensiva con extracción de terneros para engorda destinados a la zona centro sur del país.



La Región presenta un patrimonio zoonosario de excelencia y es libre de brucelosis bovina (*Brucella abortus*), leucosis enzoótica bovina (VLB) y fiebre Q (*Coxiella burnetii*). El año 2000 el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la Región de Magallanes implementó en Puerto Natales una barrera interna para el ingreso de bovinos, donde se aplican las restricciones y salvaguardias para velar por la mantención del estatus Región Libre. Además se realiza un plan de monitoreo anual, basado en diseños probabilísticos, los cuales aseguran la detección precoz del ingreso de alguna de las patologías de interés.

Por otro lado, entre los años 2000 y 2004 se recopiló con personal técnico en las plantas faenadoras de carne la información sobre patologías detectadas; desde 2005 a la fecha esta labor la realizan los médicos veterinarios oficiales (MVO), de dotación SAG, encargados de la inspección sanitaria.

Con relación a la tuberculosis bovina, estudios realizados entre 2000 y 2005 indican que estaría presente en la Región con niveles inferiores a 1% (Sotomayor, 2002; Álvarez y col., 2005). En este contexto, en 2005 se inició un trabajo de búsqueda activa de la enfermedad en los predios; los positivos se cuarentenaron y se trabajó en la erradicación de la enfermedad. A la fecha se han realizado 117.932 exámenes de tuberculina, los que muestran 15 unidades prediales con prevalencia inferior al 1%, con alrededor de 21.560 animales en saneamiento.

#### 4. Identificación del peligro

Se determinaron dos peligros potenciales para la salud humana y animal, respectivamente:

- posibilidad de infección a través del consumo de carne proveniente de un animal infectado con TB;
- contagio de nuevos predios con TB en la zona centro sur del país. Este peligro presenta dos escenarios posibles:
  - contagio mediante el contacto de animales susceptibles de un predio vecino con un animal infectado;
  - posibilidad de que un animal infectado sea destinado a reproducción.

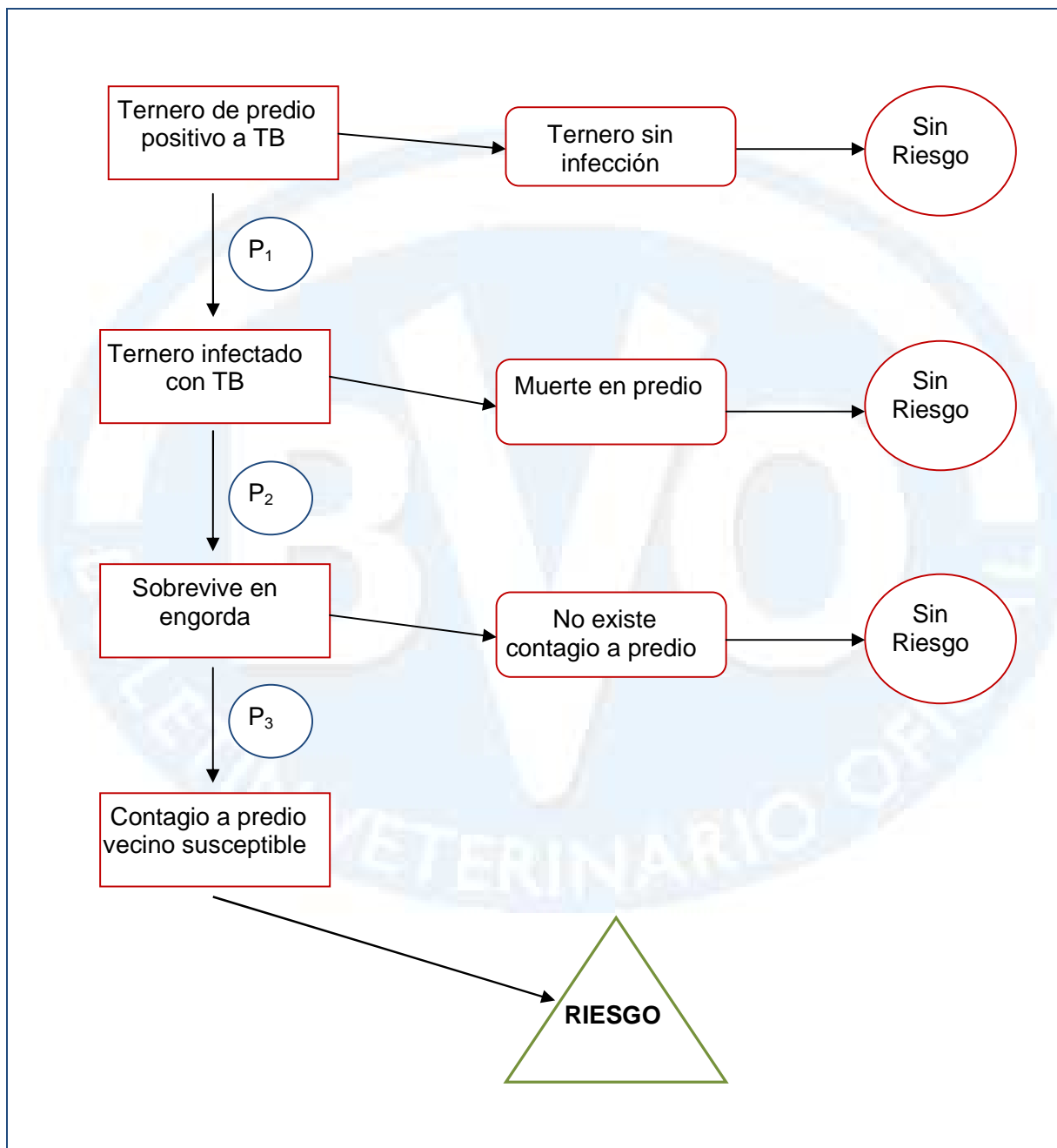


Lesión granulomatosa proveniente de un animal infectado con *Mycobacterium bovis*

## 5. Evaluación del riesgo: peligro para la salud animal

**Figura 1.**

Escenario: peligro de contagio a predios vecinos debido a un ternero proveniente de un predio cuarentenado de Magallanes.



## 5.1 Metodología

La medición del riesgo se realizó construyendo un modelo de simulación probabilística (OIE, 2004). Se consideraron los principales eventos vinculados con el proceso de ingreso de terneros procedentes de predios cuarentenados por TB en Magallanes, a predios engoraderos de la zona centro sur y su posible diseminación a predios vecinos.

Se utilizó una hoja de cálculo Excel 2007 para la elaboración de la planilla del modelo y el software @Risk 5.5.0 (Palisade Corporation) mediante 1.000 iteraciones, para determinar las distribuciones de probabilidades de ocurrencia de cada uno de los eventos.

## 5.2 Evaluación de la difusión

Para estimar la probabilidad de ingreso de terneros infectados con TB desde un predio de Magallanes a uno engoradero de la zona centro sur del país, se realizó en primer lugar el cálculo del N° de terneros infectados que ingresarán a dicha zona; para esto se utilizó la tasa de terneros infectados en la Región (anexo 1), multiplicada por el N° de terneros procedentes de predios en saneamiento que ingresan a predios engoraderos de la zona centro sur (años 2008 = 588 y 2009 = 1.436, según el [SIPEC](#)<sup>3</sup>).

Los cálculos se detallan en los cuadros 1 y 2, y figura 2.

**Cuadro 1.**  
Parámetros utilizados en la evaluación de la difusión.

Descripción	Dato	Distribución
Prevalencia de TB en terneros de predios en saneamiento*	0 – 0,0014	Uniforme (mín.; máx.)
N° terneros que ingresan a predios engoraderos (centro sur) desde predios en saneamiento TB**	588 - 1.436	Uniforme (mín.; máx.)

\* SAG Magallanes, 2010.

\*\* SIPEC, SAG Magallanes, 2010.

<sup>3</sup> Sistema de Información Pecuaria, División de Protección Agrícola, SAG.

**Figura 2.**

Cálculo de la evaluación de la difusión.

Prevalencia de TB en terneros de predios en saneamiento	N° de terneros/año que ingresan a predios engorberos (centro sur) desde predios en saneamiento TB
<b>0,0007</b>	<b>1.012</b>

N° terneros/año infectados que ingresan a predios engorberos (centro sur)
<b>0,71</b>

**Cuadro 2.**

Resultados de la evaluación de la difusión.

Probabilidad	Descripción	Promedio	Mínimo	Máximo
<b>P<sub>1</sub></b>	Prevalencia de TB en terneros de predios en saneamiento	0,0007	$3,2 \times 10^{-7}$	0,0014
	N° de terneros que ingresan a predios engorberos (centro sur) desde predios en saneamiento TB	1.012	588	1.436
	N° terneros/año infectados que ingresan a predios engorberos (centro sur)	0,71	0,0003	1,94

La probabilidad que ingrese un ternero infectado a un predio engorbero de la zona centro sur del país se encuentra entre 1 ternero infectado cada 6 meses y 1 ternero infectado cada 3.333 años.

### 5.3 Evaluación de la exposición

La estimación de la probabilidad de infección de un predio vecino se realizó sobre la base de la distribución de probabilidades de ingreso de un ternero infectado a la zona centro sur, multiplicada por la probabilidad de sobrevida anual (recíproco de la tasa de mortalidad). Este producto entregó el número de animales infectados que sobrevive, el cual se multiplica por la probabilidad de infección de un predio vecino.

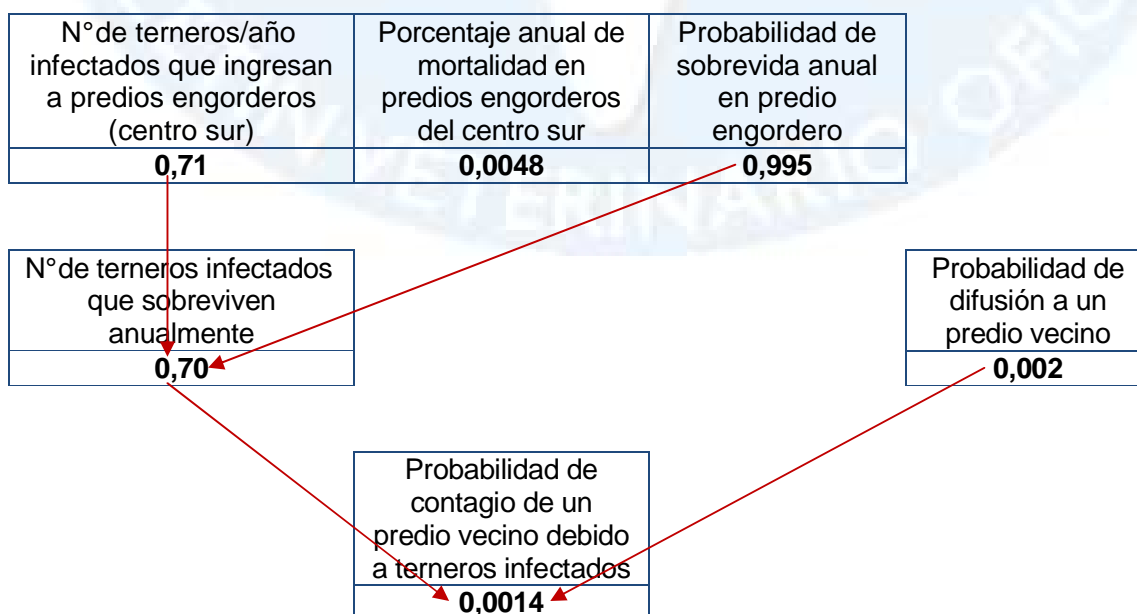
Los cálculos se detallan en los cuadros 3 y 4, y figura 3.

**Cuadro 3.**  
Parámetros utilizados en la evaluación de la exposición.\*

Descripción	Dato	Distribución
Probabilidad de mortalidad anual	0,001 0,002 0,020	Pert (mín.; más prob.; máx.)
Probabilidad de infección en un predio vecino	0,001 0,002 0,003	Pert (mín.; más prob.; máx.)

\* Com. pers. Dres. Luis Paredes y Edison Alves, SAG, 2010.

**Figura 3.**  
Cálculo de la evaluación de la exposición.



**Cuadro 4.**  
Resultados de la evaluación de la exposición.

Probabilidad	Descripción	Promedio	Mínimo	Máximo
P <sub>2</sub>	Probabilidad de supervivencia anual (1-probabilidad de mortalidad)	0,995	0,982	0,999
	Terneros infectados que sobreviven anualmente	0,70	0,0003	1,93
	Probabilidad de difusión a un predio vecino	0,002	0,001	0,003
P <sub>3</sub>	Probabilidad de contagio de un predio vecino debido a terneros ingresados	0,0014	5,2 x 10 <sup>-7</sup>	0,005

La probabilidad de introducción de TB a un predio vecino desde un predio engordero que ingresó terneros provenientes de un predio en saneamiento de la Región de Magallanes, es de  $5 \times 10^{-3}$  como máximo, con una media de  $1,4 \times 10^{-3}$  y de  $3 \times 10^{-3}$  con un 95% de confianza (anexo 3).

#### 5.4 Estimación del riesgo

El máximo riesgo de infección de TB, en condiciones normales, de un predio engordero y de cría ubicado en la zona centro sur (regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos) es de  $3 \times 10^{-3}$ , es decir al año se infectarán 3 de cada 1.000 predios. Sin embargo, al ingresar a un predio engordero de esta zona, bovinos procedentes de predios magallánicos en saneamiento de la enfermedad, el riesgo máximo se incrementa a  $5 \times 10^{-3}$ , es decir se infectarán alrededor de 5 cada 1.000 explotaciones. Por lo tanto, el aporte al riesgo, de la introducción de bovinos provenientes de predios en saneamiento de Magallanes, es de 2 nuevos predios infectados al año, cada 1.000 explotaciones.

Por otro lado, considerando las recomendaciones del Grupo *Ad Hoc* sobre Análisis de Riesgo de la Comisión Regional de la OIE (OIE, 2006), al analizar los resultados con el 95% de confianza, el riesgo de infección con TB, en condiciones normales, de un predio de la zona centro sur es de  $2,6 \times 10^{-3}$ , es decir al año se infectarían 2,6 de cada 1.000 predios y, al ingresar animales procedentes de predios magallánicos en saneamiento, el riesgo se incrementa a  $3 \times 10^{-3}$ , es decir se infectarían alrededor de 3 de cada 1.000 explotaciones. Por lo tanto, el aporte al riesgo, de la introducción de bovinos provenientes de predios en saneamiento de Magallanes, es de 0,4 nuevos predios infectados al año, cada 1.000 explotaciones. Éste corresponde a un nivel de "muy bajo", es decir, es improbable que ocurra el evento (anexo 4).



## 6. Manejo del riesgo

Actualmente, como manejo sanitario habitual en los predios en saneamiento en la Región de Magallanes, se realiza un test de tuberculina a las madres antes del destete. Cuando se identifica un reaccionante, y como medida para disminuir el riesgo, se debe proceder inmediatamente a identificar y eliminar el ternero hijo, sin esperar el resultado de exámenes adicionales.



Este procedimiento se realiza porque el mayor riesgo de infección de un ternero, en condiciones extensivas, es a través de su madre; por otro lado, la eliminación inmediata del ternero no debe significar un problema, debido al escaso número de reaccionantes en los predios en saneamiento.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

De los tres peligros identificados, se estima que el que tiene relación con la salud humana no amerita realizar un análisis de riesgo, dado que la introducción en la zona centro sur de animales provenientes de predios magallánicos en saneamiento por TB, no aumentaría significativamente la cantidad de animales enfermos.

Se debe considerar que en Chile actualmente existen mecanismos adecuados, como la inspección sanitaria de las canales, que aseguran la minimización del mencionado peligro, además, está descrito que la probabilidad que el agente (*M. bovis*) sobreviva al procesamiento es remota (MacDiarmid, 1991).

Con relación al traslado de animales desde predios engorberos a predios destinados a la reproducción, cabe destacar que los terneros machos que salen desde Magallanes son castrados, por lo tanto, sólo las hembras podrían tener como destino la reproducción, lo cual depende exclusivamente del productor, por lo que la probabilidad que llegue a reproducción un animal infectado con TB es cercana a cero.

Para disminuir dicho peligro, eventualmente se podría asignar una identificación adicional al momento de inscribir al animal en los registros electrónicos del SIPEC, lo que permitiría la salida de estos animales solo a un predio engorbero terminal y, posteriormente, a una planta faenadora. Por ejemplo, en el campo "raza" crear una opción adicional sin modificar el programa, asignando una sigla que lo identifique como un animal que debe ir solamente a matadero.

De acuerdo al presente análisis de riesgo, se recomienda que la oficina sectorial, correspondiente al origen de los animales, determine la posibilidad de eximir de la realización de la prueba de la tuberculina a los terneros/as previo a su salida, que

procedan de un predio en saneamiento por TB de la Región de Magallanes y destinarlos exclusivamente a predios engorferos terminales de la zona centro sur del país. Además, el predio debe mantener la aplicación de al menos dos pruebas tuberculínicas en el rebaño a todos los animales del predio, enviando a matadero, en el más breve plazo, el 100% de los animales reactivos.

Finalmente, cabe destacar que, en el caso de existir alguna modificación de los parámetros utilizados en el análisis de riesgo, como un aumento o disminución de las prevalencias en predios en saneamiento o en el número de animales que ingresan a predios engorferos de la zona centro sur, se debe realizar una nueva estimación del riesgo de infección por tuberculosis bovina, para las condiciones señaladas.

## 8. Literatura consultada

- Alvarez JF., Dalmazzo C. y Navarrete R. 2005. Estudio de prevalencia de tuberculosis bovina. XII Región de Magallanes, Chile. Anales XII Congreso Latinoamericano de Buiatría, VII Jornadas Chilenas de Buiatría. Valdivia, Chile. 15 al 18 de noviembre. Págs.: 258-259.
- INE. [En línea]. Censo Agropecuario y Forestal, 2007. Existencia de ganado en las explotaciones agropecuarias y forestales por especie, según región, provincia y comuna. <[http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/censos\\_agropecuarios/xls\\_comunas/12.xls](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/xls_comunas/12.xls)> [Consulta: diciembre, 2011].
- MacDiarmid SC. 1991. The importation into New Zealand of Meat and Meat Products: A review of the risks to animal health. Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand.
- OIE. 2004. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals Products. Volume II. Quantitative risk assessment. World Organisation for Animal Health, OIE. Pg. 2.
- OIE. 2006. Análisis de Riesgo. [En línea]. Guía Práctica. Grupo de trabajo sobre análisis de riesgo, Comisión Regional de la OIE para las Américas. Organización Mundial de Sanidad Animal. Págs. 21. <<http://www.rr-mericas.oie.int/documentos/Guia%20de%20Análisis%20de%20Riesgo%20OIRSA%20OIE.pdf>> [Consulta: diciembre, 2011].
- Sotomayor G. 2002. Control de la tuberculosis bovina: situación de la tuberculosis bovina. XII Congreso Chileno de Medicina Veterinaria. Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 24 al 26 de octubre.

## 9. Anexos



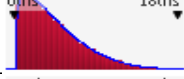

### Anexo 1. N° de tuberculinas ano caudal realizadas a terneros de predios en saneamiento por TB, Región de Magallanes, 2005 - 2010.

Año	Predio	Animales	Reaccionantes	PCR-CULT.	Prevalencia
2005	D	37	0	0	0
2006	D	285	0	0	0
2007	A	240	3	0	0
2007	B	711	1	0	0
2007	C	654	0	0	0
2007	H	72	0	0	0
2007	I	91	0	0	0
2008	A	17	0	0	0
2008	B	1.054	0	0	0
2008	D	14	0	0	0
2008	I	106	1	0	0
2008	J	593	0	0	0
2009	A	1.881	4	0	0
2009	B	723	2	1	0,0014
2009	E	64	0	0	0
2009	F	1.083	0	0	0
2009	G	207	0	0	0
2009	K	300	0	0	0
2009	L	33	0	0	0
2010	B	445	0	0	0


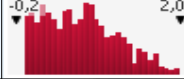



Tuberculina ano caudal

## Anexo 2. Resultados de las entradas del modelo.

Name	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%
Nº animales salidos anualmente		588,4037	1011,996	1435,803	630,336	1392,973
Prevalencia en predio de origen (Magallanes)		3,25546E-07	0,00070002	0,001399411	6,92251E-05	0,00132861
Mortalidad en engordas zona centro sur		0,001013163	0,004833613	0,01673049	0,001363228	0,0104714
Prob. Contagio extrapredial zona centro sur		0,001089362	0,001999998	0,00293136	0,001376421	0,002618773

## Anexo 3. Resultados de las salidas del modelo.

Name	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%
Nº animales infectados que llegan a engorda zona centro sur		0,000341411	0,7048473	1,941805	0,06643032	1,530738
Terneros infectados que sobreviven		0,000340435	0,7014068	1,934069	0,06634194	1,516876
Contagio extrapredial (a predio vecino)		5,29448E-07	0,001398448	0,00495059	0,000121644	0,003072689

## Anexo 4. Propuesta de categorización del análisis de riesgo cuantitativo (OIE, 2006).

CATEGORIA	DEFINICION	PROBABILIDAD	
		Mínimo	Máximo
Insignificante	El evento virtualmente no ocurriría	0	10 <sup>-5</sup>
Extremadamente bajo	Extremadamente improbable que ocurra el evento	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>
Muy bajo	Muy improbable que ocurra el evento	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>
Bajo	Improbable que ocurra el evento	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
Ligero	Posible que ocurra el evento a una probabilidad baja	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>
Moderado	Posible que ocurra el evento a una probabilidad alta	10 <sup>-1</sup>	5 x 10 <sup>-1</sup>
Alto	Altamente probable que ocurra el evento	5 x 10 <sup>-1</sup>	1