

Un mundo una Salud

# LA ECHINOCOCCOSIS QUÍSTICA EN LA INTERFASE SALUD HUMANA / SALUD ANIMAL / MEDIO AMBIENTE



DR. EDUARDO ALFREDO GUARNERA

Eduardo Alfredo Guarnera, médico egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Especialista en Enfermedades Infecciosas y Diplomado en Salud Pública, Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Magíster en Epidemiología, Universidad de Belgrano, Buenos Aires. Carrera Docente, Facultad de Ciencias Veterinarias UBA. Doctor de la Universidad de Buenos Aires, área de Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

Director de Epidemiología, Director de Medicina Preventiva y Director del Policlínico Central de San Justo, La Matanza (Buenos Aires), Médico de la División Protozoología del Instituto Nacional de Microbiología "Dr. Carlos G. Malbrán", fundador y Jefe del Departamento de Parasitología del Instituto Nacional de Microbiología "Dr. Carlos G. Malbrán".

Epidemiólogo médico del Centro Panamericano de Zoonosis, (CEPANZO), centro Regional OPS/OMS.

Fundador de la Asociación Argentina de Zoonosis. Vicepresidente para las Américas y Secretario General de la Asociación Internacional de Hidatidología.

Autor de más de 100 trabajos en revistas nacionales e internacionales en temas de Parasitología, Zoonosis, Salud Pública y Epidemiología.

UN MUNDO UNA SALUD

# La Echinococcosis quística en la interfase salud humana / salud animal / medio ambiente

Prof. Dr. Eduardo Alfredo Guarnera

Guarnera, Eduardo A.

Un mundo una salud : la echinococcosis quística en la interfase salud humana-  
salud animal-medio ambiente / Eduardo A. Guarnera ; Alberto José Pons ;  
María Paula Guarnera.

1ª ed. 500 ejemplares, Buenos Aires. 2013  
252 p. 15.5 x 22.5 cm.

ISBN 978-987-26862-2-2

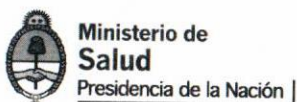
1. Salud Pública. I. Pons, Alberto José II. Guarnera, María Paula III. Título  
CDD 614

Fecha de catalogación: 07/10/2013

Diseño gráfico: Fernanda Mel

Diseño de tapa: Hernán Guarnera

Impreso por:  
El Portal Gráfico de Gerardo Bosio  
15 5452 6776



Av. 9 de Julio 1925 (C1073ABA)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina  
Tel: (+5411) 4379-9000 - [www.msal.gov.ar](http://www.msal.gov.ar)

Este documento puede ser reproducido en forma parcial sin permiso especial,  
pero mencionando la fuente de información.

Prof. Dr. Eduardo A. Guanera  
Médico parasitólogo  
Ex Jefe del Departamento de Parasitología  
Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas  
Administración Nacional de Institutos y Laboratorios de Salud  
"Dr. Carlos G. Malbrán"  
Ministerio de Salud

Co-Autores parte cuatro

Dr. Alberto Pons  
Profesor de Parasitología  
Cátedra de Parasitología y Micología  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional de Córdoba  
Ingeniero electrotécnico  
Universidad Nacional de Córdoba

Dra. María Paula Guanera  
Médica especialista en Imágenes  
Jefe de Servicio de Ecografía  
Hospital Aeronáutico Central

Procedimiento de laboratorio para diagnóstico .....	162
El predio rural: Unidad de diagnóstico epidemiológico de la echinococcosis quística .....	164
Relación entre las estrategias de campo y la disponibilidad de herramientas de diagnóstico .....	164
<b>CAPÍTULO XVI</b>	
<b>Estado del arte del diagnóstico de la echinococcosis quística .....</b>	<b>169</b>
Diagnóstico en los perros .....	170
Examen del intestino delgado .....	170
Purga con Bromhidrato de Arecolina .....	171
Coproantígenos .....	171
Situación actual del método .....	177
Estudios de contaminación ambiental .....	178
Métodos moleculares para estudio de la contaminación ambiental .....	179
Diseño del primer específico .....	180
Resultados en condiciones experimentales controladas .....	181
Examen del pelaje de los perros .....	181
Obtención del pellets de las gasas de frotado .....	182
Tratamiento del pellets .....	182
Consideraciones del procedimiento .....	183
Diagnóstico en los ovinos .....	184
• Diagnóstico por serología .....	184
• Condiciones de uso .....	185
• Diagnóstico por ultrasonografía .....	185
Diagnóstico en el medio ambiente .....	186
Toma de muestras de tierra .....	186
Procedimiento de la toma .....	187
Obtención del pellets del sustrato de tierra .....	187
Tomas de muestras de gramíneas, pastos, verduras y frutas .....	188
Procedimiento .....	189
Proceso del pellets del sustrato de gramíneas y pastos .....	189
Toma de muestras de aguas superficiales .....	189
Materiales necesarios para la toma de muestras .....	190
Procedimiento .....	191
Extracción de huevos del agua superficial .....	191
Protocolo para determinar un área endémica nueva del complejo echinococcosis/hidatidosis .....	191

**Cuarta Parte**

<b>Modelo gráfico de la historia natural, proceso y resultados de los programas de control de la echinococcosis quística .....</b>	<b>193</b>
Dr. Alberto Pons, Dr. Eduardo A. Guarnera, Dra. Maria P. Guarnera	

**CAPÍTULO XVII**

<b>Modelo de evaluación de programas de control .....</b>	<b>195</b>
Introducción .....	195
Historia natural de la echinococcosis quística: Modelo teórico del ciclo animal .....	196
Divergencia de las ramas ascendentes del gráfico de historia natural .....	199
Niveles naturales de infección .....	199
Construcción del modelo .....	203
Herramientas para la construcción, Índice de Situación Lapsica (ISL) .....	205
Tablas de series cronológicas .....	206
Validación de la correlación de las prevalencias .....	208
Indicador, curva o <i>Polígono Malbrán</i> (PM) .....	210
Consideraciones sobre el <i>Polígono Malbrán</i> .....	213
Aplicación del <i>Polígono Malbrán</i> para medir el impacto de las medidas de control sobre las prevalencias de los hospederos animales .....	214
Representación de las fases de los programas de control en el <i>Polígono Malbrán</i> .....	215
Lectura del <i>polígono de Malbrán</i> .....	217
Polígonos de los programas de control de Nueva Zelanda, Tasmania (Australia), Chipre, Neuquén (Argentina), Perú y Región XII (Chile) .....	220
Óptimo teórico del programa de control .....	220

**CAPÍTULO XVIII**

<b>Aplicaciones del <i>Polígono Malbrán</i> .....</b>	<b>227</b>
Introducción .....	227
Estimación <i>ex-ante</i> de la duración de los programas de control .....	227
Evaluación de la eficiencia de los programas de control .....	228
Calculador para determinar el Índice de Situación Lapsica (ISL) .....	229
Diferentes estrategias de control: resultados .....	234
Acciones complementarias de control .....	236
Análisis parasitológico desde el <i>Polígono Malbrán</i> .....	237
Vigilancia epidemiológica .....	237
Procedimientos de campo para la toma de muestras, como insumo para realizar el Índice de Situación Lapsica y el <i>Polígono Malbrán</i> .....	239

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>242</b>
---------------------------	------------

- de por punto, al conjunto habitacional representativo del lugar, como el casco de una estancia, puestos, la escuela, el almacén de ramos generales etc.) Identificar todas las viviendas de los espacios seleccionados.
- En las viviendas identificadas se llena un cuestionario epidemiológico (Tipo de vivienda, número y edad de las personas que vivieron allí los últimos 5 años, composición actual de la familia, tenencia de ganado menor en los últimos cinco años, número de perros en los últimos cinco años, sacrificio de ganado menor en el domicilio, periodicidad de la faena, destino de las vísceras, observación de quistes, familiares operados por hidatidosis).
  - En cada una de las viviendas encuestadas se recogerán muestras de heces de perro dispersas en el peridomicilio, (Se guardan en envases individuales, identificando la casa por el apellido de la familia).
  - En las mismas viviendas se recoge tierra suelta del sitio donde andan y duermen los perros, este espacio es de 5 a 20 metros rodeando la puerta principal, es el peridomicilio inmediato. (Se recoge barriendo muy suavemente para tomar solamente la tierra superficial suelta, deben ser 10 muestras por casa de aproximadamente 100 g cada una). Se guardan en recipientes individuales identificándolas por el apellido de la familia,
  - A todos los perros de la casa se les pasará por el cuerpo una torunda de gasa húmeda y se guardará en un recipiente identificado con el nombre del perro y de la casa (para que la gasa resulte manejable deberá medir aproximadamente 8x8 cm., y tener ocho capas, el color negro de la tierra indica que la gasa se ha frotado correctamente)
  - La información epidemiológica de hidatidosis debe contener los registros del hospital local que tenga servicio de cirugía. Se buscan las personas que hubieran sido operadas por esta patología (últimos cinco años). Si el hospital local es de primero o segundo nivel, se debe hacer la búsqueda en el hospital de derivación que tenga servicio de cirugía o en el hospital principal de la Provincia examinando la procedencia de los pacientes.
  - Obtener la información geográfica y demográfica humana y animal de la zona.
  - Si el área supuestamente endémica es mayor a 100 km<sup>2</sup> es conveniente trabajar simultáneamente con más de un área que funcionara como otro sitio de trabajo independiente del anterior.

## CUARTA PARTE

### MODELO GRÁFICO DE LA HISTORIA NATURAL, PROCESO Y RESULTADOS DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE LA ECHINOCOCCOSIS QUISTICA

Autores: Dr. Alberto Pons, Dr. Eduardo A. Guarnera, Dra. María Paula Guarnera

## Modelo de evaluación de programas de control

### INTRODUCCIÓN

En la cuarta parte de este libro se desarrollarán los conceptos de evaluación, con el fin de asegurar la eficiencia y eficacia del programa de control, cualquiera sea la estrategia que se adopte. Para este propósito se elaboró un indicador de situación, con fundamento en un modelo matemático y un modelo gráfico de gestión.

Los indicadores son fórmulas matemáticas, tablas o gráficos que miden los resultados logrados por la aplicación de programas o acciones de salud, con el fin de obtener el diagnóstico de situación, de avance o la evaluación de las actividades de control.

Son útiles para identificar las desviaciones entre los resultados esperados y obtenidos, este conocimiento permitirá si fuera necesario, reorientar la planificación sobre una base racional y habilitará para adoptar cambios en el rumbo, e incorporar si fuera el caso, otros conocimientos disponibles que aseguren un impacto prolongado con las medidas que se adoptaron.

El indicador más elemental de proceso para los programas de control de echinococcosis es la prevalencia, habitualmente la canina, que sin embargo solo indica porcentaje de casos, pero no sugiere otros aspectos importantes de las zoonosis, como serían la interrelación de las especies, ni la temporalidad de la transmisión, tampoco sugiere los niveles de infección que son necesarios para mantener la estabilidad del ciclo de transmisión.

En este sentido, se considera que sería más apropiado como abordaje al conocimiento, vincular en forma simultánea la prevalencia entre las dos especies ligadas con la echinococcosis quística; el perro como hospedador definitivo y los ovinos como los hospedadores intermediarios más frecuentes.

El desarrollo de este supuesto tiene el objetivo de proponer un nuevo índice como indicador de proceso para los programas de control, postulando las funciones matemáticas involucradas en su génesis.

El indicador debe tener capacidad para discernir la evolución de la zoonosis por la observación de la enfermedad en el binomio hospedador *perro-ovino*,

con prescindencia del análisis de los hospederos de la cadena parasitaria, como unidades independientes de observación.

Para hacer una aproximación paulatina hacia la confección del indicador, se desarrollará un modelo para presentar la historia natural del ciclo animal de la zoonosis y luego sobre sus bases se hará el desarrollo del modelo gráfico de la echinococcosis quística.

### Historia natural de la echinococcosis quística:

#### Modelo teórico del ciclo animal

Se entiende que la historia natural de la enfermedad es el proceso de su evolución sin ninguna intervención del hombre. El transcurrir patológico de ese lapso, representa el desarrollo de los acontecimientos biológicos entre la noxa (etiología) y sus efectos (la enfermedad), es decir, desde el ingreso del agente hasta que se desarrollan los síntomas y ocurre el desenlace que puede ser la curación, el paso a la cronicidad o la muerte; más la consideración del tiempo que requiere cada fase del conjunto.

La historia natural del ciclo animal del complejo echinococcosis/hidatidosis se puede observar en las áreas donde los factores que regulan cada estadio del ciclo de transmisión, quedan librados al puro juego de la naturaleza.

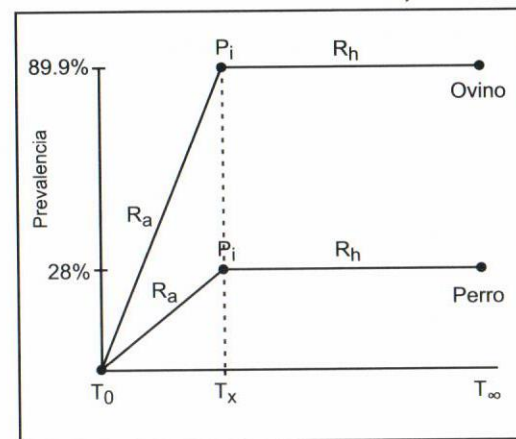
En las antroposis ese juego natural entre la etiología y el desenlace es fácil de comprender, porque todo el proceso ocurre en una sola especie que es el hombre. Mientras que en las zoonosis el hecho es más complejo, porque aún sin incluir los factores bióticos y abióticos que son parte de las enfermedades, comprenden la evolución de la enfermedad en dos especies, los animales y las personas, así como las interrelaciones que se establecen entre ellos.

Para facilitar la interpretación de este concepto y solo con un fin didáctico, se puede presentar la historia natural de la echinococcosis quística, por medio de un modelo teórico gráfico que exprese estos conceptos, tal como se representa en el gráfico II.

Allí se muestra un esquema donde se expresan independientemente la etiología y el desenlace de la enfermedad; en los animales que pueden ser los hospederos definitivos e intermediarios del ciclo parasitario y luego en el hombre. Esto ocurre así porque en cada uno de ellos los períodos de la enfermedad son diferentes, con lo cual la curva de la historia natural en realidad son tres curvas superpuestas, cada una representa un huésped y expresa un modo evolutivo diferente.

El gráfico II muestra dos curvas dado que solo se ha representado el ciclo animal de la echinococcosis quística.

Gráfico II. Representación gráfica teórica de la historia natural del ciclo animal de la echinococcosis quística. Modelo Neuquén, Argentina, año 1970



El perfil de la curva muestra que a partir del tiempo cero, que supone el ingreso del parásito en el área, cada huésped del ciclo animal está representado por una línea diferente. A su vez, esas líneas tienen dos momentos distintos que están representados por un quiebre en su trayectoria.

Se puede razonar que cuando se produjo la introducción del parásito, los factores de riesgo sin ningún control, produjeron un crecimiento incesante pero diferente en las prevalencias de cada especie. Este comportamiento natural determina una pendiente claramente ascendente. Es el primer momento del esquema.

El segundo momento se presenta luego de un tiempo, cuando el ciclo natural ya se ha consolidado y estabilizado, en esta situación se produce un cambio en la evolución de las prevalencias que detienen su marcha ascendente. A partir de este momento se marca una tendencia a la repetición constante del número de casos.

El estado de equilibrio se dibuja en el esquema por una línea que toma forma horizontal.

*Dado que en las áreas endémicas hay un recambio permanente de ovinos y canes, la curva de la historia natural nunca presenta espontáneamente un momento descendente. Su tendencia es hacia la meseta debida al equilibrio que se establece entre las especies, el parásito y los factores intrínsecos y extrínsecos de la zoonosis.*

El primer momento del gráfico corresponde a la *pendiente o rama ascendente* ( $R_a$ ) del gráfico II, allí se observa como la prevalencia en perros y ovinos se va incrementando en función del tiempo.

*Obsérvese que las ramas ascendentes son divergentes a partir del punto cero. Esto se debe a que las prevalencias en cada especie tienen distinta dimensión. Siempre es mayor en los ovinos.*

La prevalencia de ambas especies muestran un quiebre en la rama ascendente, el sitio de cambio es el *punto de inflexión* ( $P_i$ ) del mismo gráfico, en ese lugar, las prevalencias interrumpen su crecimiento y se transforman en líneas casi planas. Es el nivel donde el número de casos comienza a ser similar al de los períodos precedentes. Su nivel es característico de cada foco endémico.

El punto de inflexión es un quiebre, allí la curva deja de ser una pendiente ascendente y se hace una recta horizontal más o menos constante, llamada *pendiente o rama horizontal* ( $R_h$ ). Esta pendiente está determinada por la sucesión de casos en equilibrio con el medio, es de sospechar que si no interviene el hombre tiene una duración teórica que tiende al infinito ( $T_\infty$ ). Esta última representa el segundo momento del gráfico.

En dicho gráfico se puede ver que el momento de ingreso del parásito en el área se identifica como  $T_0$ , se llama  $T_x$  al punto que indica el momento de inflexión de la rama ascendente, a partir de  $T_x$  se extiende la rama horizontal que es de duración indefinida. Si no existieran medidas de intervención, en condiciones naturales, la pendiente horizontal tiende al infinito ( $T_\infty$ ).

En la República Argentina donde el ganado se cría de manera extensiva y cada región productiva alberga un número significativo de ovinos y perros, la estabilidad se alcanza con niveles de infección muy altos.

*Cada accidente del gráfico tiene un sentido epidemiológico propio: La rama ascendente ( $R_a$ ) se debe a la expansión de la zoonosis favorecida por una gran población de susceptibles y por el impacto de los factores de riesgo sin ningún control. El punto de inflexión ( $P_i$ ) es el punto de equilibrio del parásito con sus hospederos y con el medio ambiente. La rama horizontal ( $R_h$ ) se debe al equilibrio entre los hospederos en la relación susceptible/resistentes y a la armonía con los factores intrínsecos y extrínsecos. Se puede considerar que en condiciones naturales la rama  $R_h$  se desestabiliza y se hace ascendente o descendente por una variación de factores extrínsecos o intrínsecos que modifican las condiciones del hábitat. Esta es la situación de equilibrio del ciclo parasitario con el ecosistema local.*

### **Divergencia de las ramas ascendentes del gráfico**

Es de suponer que si la infección tuviera la misma prevalencia en todos los hospederos y la evolución del parásito en todos ellos fuera igual, la rama ascendente sería la misma para todas ellas. Sin embargo en la naturaleza, los estadios del parásito se comportan de distinta manera en cada animal y con el paso del tiempo se producen marcadas diferencias en las prevalencias de los hospederos definitivos e intermediarios.

La primera razón de la divergencia es la diferente velocidad de evolución de los estadios parasitarios, toda vez que el parásito adulto se desarrolla en 50 días y el estado larvario necesita entre dos y tres años, además la presión de la infección es diferente para ambas especies.

Estas razones condicionan la divergencia de las ramas ascendentes del gráfico que representa a la historia natural.

### **Niveles de infección**

La infección en los ovinos es de naturaleza aditiva. Es decir que va aumentando con el paso del tiempo. Comienza a los cuatro o cinco meses de edad y persiste durante los seis años que tiene la vida útil de cada ejemplar. Esto hace que la mayoría de ellos transcurra una parte de su vida parasitado, permitiendo que el conjunto tenga prevalencias progresivamente elevadas hasta llegar al final de la vida de cada cohorte a valores posibles del 100%. Se estima que cada ejemplar podría ser parte de la prevalencia cerca del 80% de su vida útil.

Una razón de importancia epidemiológica para justificar esos niveles de infección, es que en los ovinos la exposición al riesgo ocurre los 365 días del año y están en esa situación mientras se alimentan pastando o bebiendo el agua de los mallines, aguadas, acequias y vertientes, contaminadas con huevos infectivos.

Una exposición tan fuerte y la naturaleza aditiva de la prevalencia, hace que cada año se incorpore a la masa anterior, una nueva cohorte de ovinos de siete a ocho meses de edad que se convertirán en nuevos reservorios del parásito, produciendo el efecto de la adición parasitaria en la masa ovina.

Esta explicación da razón al supuesto teórico que la prevalencia en ovinos puede abarcar el rango de 0 a 100%.

En los perros la causa de la prevalencia es inversa. Para homologar un sustantivo como se usó para definir la prevalencia de los ovinos, se podría decir que en los perros es de carácter *sustractivo*. El vocablo introduce el concepto que los perros se parasitan e ingresan en la masa de la prevalen-



cia canina, pero luego en forma espontánea el parásito muere y salen de este grupo de perros enfermos, para formar parte del grupo de perros con prevalencia cero.

Es necesario observar que si los perros enferman en los primeros meses de edad y el estado de parasitación dura aproximadamente quince meses y que su vida útil en condiciones de campo, es cercana a los treinta y seis meses, es lógico suponer que pasarán al menos veintidós meses sin estar parasitados. Esto hace pensar que los canes transcurren el cuarenta y siete por ciento de su vida formando parte de la prevalencia de la echinococcosis quística.

Por otra parte el riesgo de enfermar es mucho menor en los perros que en los ovinos, dado que la exposición podría variar entre 18 y 52 veces/año, según el número de faenas/vivienda/año que se realizan donde viven y que se dijeron anteriormente en este texto.

Esta explicación da razón al supuesto teórico que la prevalencia en los caninos podría abarcar el rango teórico de 0 a 40%.

Los ejemplos de Islandia, Nueva Zelanda y Neuquén cuyos programas se iniciaron cuando los valores de la historia natural de la hidatidosis alcanzaron valores de prevalencia cercanos al 90% en ovinos y 40% en caninos, hace pensar que esos valores serían el "máximo valor soportable por la comunidad", a partir de ellos exige soluciones por parte de las autoridades.

Para abonar este ejemplo se ve que en el año 1958, cuando se inicia el programa de control de Nueva Zelanda, las prevalencias presentaban los valores que hemos estimado como la "prevalencia teórica máxima", es decir 89.0% en ovinos y 37.3% en perros.

Estos valores dispararon entre la población la necesidad de controlar el problema. La presión por un programa comenzó a petición de la sociedad civil, representada por las Asociaciones de agricultores, Organizaciones femeninas, Autoridades locales, etc., que se preocuparon por estructurar e implementar una política de erradicación, por lo tanto la campaña fue un "esfuerzo del pueblo para el pueblo", basados en la cooperación y participación, con un mínimo de legislación de apoyo.

Cabe destacar que la hidatidosis en Nueva Zelanda era un hecho emergente que cobraba importancia con el transcurrir del tiempo, en 1873 ya se consideraba un problema serio de Salud Pública y en 1877 se estimaba que una persona de cada 7.000 de South Island podría estar afectada por la enfermedad.

### Modelo gráfico del ciclo de zoonosis

Para este trabajo se ha tomado como "modelo de historia natural de la echinococcosis/hidatidosis" a la situación inicial que exhibía la provincia de Neuquén, Argentina, en el año 1970. En ese año se inició su programa de control, el primero que se articuló en base a los conocimientos científicos, epidemiológicos y parasitarios que imperaban en ese momento.

En ese año los datos de las prevalencias en las tres especies; hombre, perros y ovinos no habían sido influenciados por ninguna actividad médica o sanitaria previa.

Los valores que sustentan el modelo de la evolución natural fueron tomados de la línea de base establecida para el inicio del programa, en ese entonces las prevalencias fueron las siguientes: en ovinos medidos por la inspección de faena en frigoríficos y mataderos 89.9%, la prevalencia en perros medida con el purgante drástico bromhidrato de arecolina fue del 28% y en las personas medidas por el análisis de historias clínicas en los hospitales locales fue de 30/100.000 o sea del 0.03%.

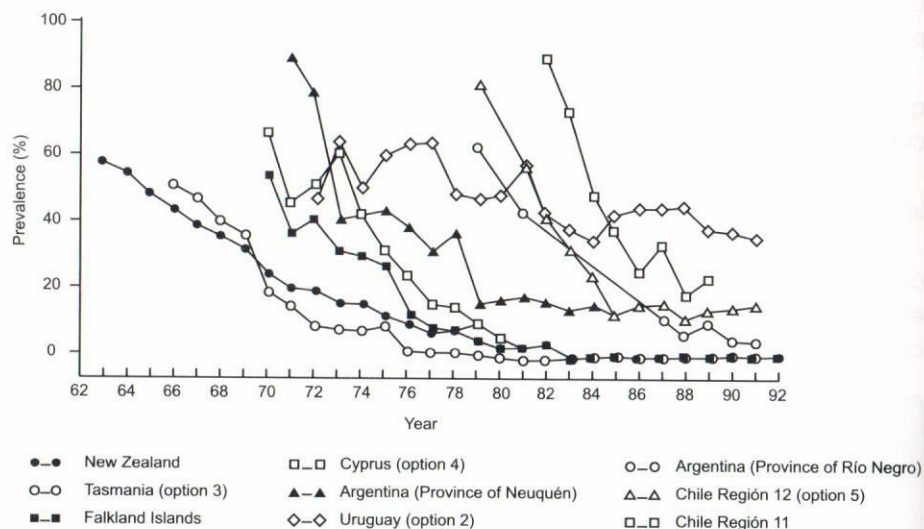
Estos valores tan dispares sugieren la causa de la divergencia de las ramas ascendentes del gráfico, en la representación de la historia natural. Pareciera que los valores de las tres especies dependen primariamente de la magnitud de la exposición al riesgo.

Finalmente para tener un conocimiento acabado de la endemia en Neuquén es necesario decir que se ignora el tiempo que llevaba el parásito en la región, aún cuando se puede intuir que ingresó antes del año 1.800. Hay documentos donde se menciona que los ovinos ingresaron en 1704 en la zona de los lagos, llevados por los curas salesianos.

El gráfico III representa la evolución la historia natural de la echinococcosis quística con los valores de prevalencia de la endemia en Neuquén, en el año 1970.

El mismo gráfico propone también una visión dinámica de la endemia, toda vez que muestra teóricamente como habría evolucionado la infección en los ovinos y en los perros con anterioridad a la iniciación del programa.

Gráfico IV. Evolución de la echinococcosis en perros en Nueva Zelanda, Tasmania, Islas Malvinas, Chipre, Argentina, Uruguay y Chile (Regiones XI y XII)



Fuente: M.A. Gemmell

El gráfico fue construido para comparar la evolución de los programas de control de varios países, sin embargo la comparación solo alcanza para impresionar visualmente sobre las pendientes de caída, pero no dan información sobre el estado del programa que era el objetivo de la actividad.

*El modo de representación gráfica en una especie, no permite deducir la relación que hay entre los hospederos definitivo e intermedio para el mantenimiento de la prevalencia de la enfermedad.*

*Tampoco este indicador de una sola especie animal, permite inferir las oscilaciones que se van estableciendo entre las especies complementarias que forman el binomio, dado que interesa conocer las primacías temporales de los animales echinococcosígenos o reservógenos en el mantenimiento del ciclo.*

Conociendo la dificultad para presentar de manera cierta como evoluciona el conjunto de las partes que hacen a un programa de control, se desarrolló un modelo de gráfico distinto que opera como indicador de proceso y de resultado.

### Herramientas para la construcción, Índice de Situación Lápsica (ISL)

La información básica para el desarrollo de un nuevo modelo de indicador, se obtuvo del análisis de los registros de prevalencia de *E. granulosus* en ovinos y perros, en Nueva Zelanda, período 1958-1965, Tasmania, Australia 1965-1986, Chipre 1970-1985, Neuquén, Argentina 1970-1994, Región XII, Chile, 1984-1997 y Perú 1975-1980 (SAIS Tupac Amaru y SAIS Pachcutec, Región andina central).

La selección de esos programas de control se debe a que estaba disponible la información de las prevalencias en ovinos y caninos en una serie de varios años consecutivos.

Con los valores de las prevalencias en ambas especies en el mismo período, se construyó una razón, el numerador es la prevalencia de los ovinos y el denominador es la prevalencia en los caninos.

Con el fin de analizar con homología la información de los países y para que los datos sean comparables, se distribuyeron en el tiempo, asociándolos a una variable temporal (t). La obtención de esta variable permite realizar análisis matemáticos y estadísticos.

Finalmente para la generación del indicador, se postuló que el comportamiento temporal de las prevalencias en ovinos, respondería a una ecuación lineal del tipo  $O = -ax + b$  (Ecuación 1) y el comportamiento temporal de la prevalencia canina, respondería a una ecuación exponencial del tipo  $P = c \cdot \exp(-k \cdot t)$  (Ecuación 2).

En los datos ovinos, se usó la regresión lineal para calcular los coeficientes de la recta (a y b), mediante la técnica de los cuadrados mínimos con el paquete estadístico Statistix 9.0. Por otro lado, se asume que la conducta temporal de la prevalencia canina tiene un comportamiento exponencial, para lo cual se realizó la linealización de la ecuación exponencial, tomando el logaritmo natural para ambos términos, obteniendo  $\ln(P) = \ln(c) - k \cdot t$  (Ecuación 3), de tal forma que puedan calcularse mediante la regresión lineal los coeficientes  $\ln(c)$  y k.

La relación entre las ecuaciones propuestas (Ecuación 1 y Ecuación 2),  $O = -ax + b / P = c \cdot \exp(-k \cdot t)$ , la hemos denominado Índice de Situación Lápsica (ISL), dado que expresa la situación de la zoonosis en un lapso, que por ser una unidad de tiempo se expresa como la variable (t).

$$\text{Índice de Situación Lápsica (ISL) (x)} = \frac{O = -ax + b}{P = c \cdot \exp(-k \cdot t)}$$

(x): Lugar donde se determinaron las prevalencias

A los fines prácticos y con datos anuales de prevalencia, el ISL puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Situación Lápsica (ISL) (x)} = \frac{\text{Prevalencia ovina (tx)}}{\text{Prevalencia canina (tx)}}$$

(x): Lugar donde se determinaron las prevalencias

(tx): Año calendario de ambas mediciones

El Índice de Situación Lápsica (ISL) es una relación de prevalencias; Prevalencia de ovinos/prevalencia de caninos.

En las tablas XV a XX, se muestran series cronológicas de los *Índices de Situación Lápsica* para los años calendarios publicados.

En cada tabla se ve la variable (t), asociada a las prevalencias de los años que se analizaron en los diferentes programas de control de cada uno de los países.

Los *Índices de Situación Lápsica* (ISL) se determinan una vez al año, el resultado se agrega a la serie temporal del programa. El espacio comprende la extensión geográfica que cubren las actividades de control.

### Tablas de series cronológicas

Los programas que se analizaron para calcular los *Índices de Situación Lápsica* fueron: Nueva Zelanda, Tasmania (Australia), Chipre, Neuquén (Argentina), Región XII (Chile) y Perú.

**Tabla XV.** Serie cronológica de *Índices de Situación Lápsica*, Nueva Zelanda. Período 1958 – 1985

Prevalencias, año	1958	1965	1970	1975	1980	1983	1985
Ovinos	89.0	57.6	20.0	8.0	0.4	-	-
Perros	37.3	22.0	1.0	0.7	0.1	-	-
Índice lápsico	2.4	2.6	20.0	11.4	4.0	-	-
Variable t	1	7	12	17	22	-	-

**Tabla XVI.** Serie cronológica de *Índices de Situación Lápsica*, Tasmania, Australia. Período 1965-1986

Año	1965	1968	1971	1974	1976	1979	1981	1982	1984	1986
Ovinos	52.0	49.7	17.7	7.0	7.9	2.1	1.1	0.7	0.3	0
Perros	12.7	2.6	1.1	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0
Índice lápsico	4.1	19.1	16.1	7.7	19.7	10.5	11.0	7.0	3.0	0
Variable t	1	4	7	10	12	15	17	18	20	22

**Tabla XVII.** Serie cronológica de *Índices de Situación Lápsica*, Chipre. Período 1970 – 1985

Año	1970	1972	1974	1976	1980	1982	1983	1984	1985
Ovinos	66.0	48.2	35.9	35.7	7.1	1.0	0.79	0.49	0.11
Perros	48.0	6.8	3.0	1.5	0.07	0.07	0	0	0
Índice lápsico	1.3	7.0	11.9	23.8	101.4	14.2	0	0	0
Variable t	1	3	5	7	11	13	14	15	16

**Tabla XVIII.** Serie cronológica de *Índices de Situación Lápsica*, Neuquén, Argentina. Período 1970 – 1994

Año	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1986	1994
Ovinos	89.9	99.4	42.2	40.0	30.0	14.1	6.9	12.0
Perros	28.0	5.0	3.0	1.9	2.2	3.6	2.1	4.0
Índice lápsico	3.2	19.8	14.0	21.0	13.6	3.9	3.2	3.0
Variable t	1	3	5	7	9	11	16	24

**Tabla XIX.** Serie cronológica de *Índices de Situación Lápsica*, Región XII, Chile. Período 1978 – 1997

Año	1978	1980	1982	1986	1987	1997
Ovinos	82.3	76.8	43.7	16.2	7.0	1.2
Perros	71.0	1.8	1.3	3.3	3.9	1.7
Índice lápsico	1.2	42.6	33.6	4.9	1.8	0.7
Variable t	1	3	5	9	10	20

**Tabla XX.** Serie cronológica de Índices de Situación Lápsica, Perú. Período 1975-1980

Año	1975	1977	1978	1979	1980
Ovinos	4.1	4.4	3.8	4.0	4.6
Perros	36.1	4.2	4.3	2.5	1.6
Índice lápsico	0.1	1.0	0.9	1.6	2.8
Variable t	1	3	4	5	6

Es necesario aclarar que el Índice de Situación Lápsica de un período no indica ningún atributo del programa de control, pero sin embargo es imprescindible para integrar una serie cronológica, con el fin de construir un nuevo indicador de proceso y de resultado para los programas de control.

#### Validación de la correlación de las prevalencias

La tabla XXI consolida los valores de los coeficientes de la ecuación  $O = -a.t + b$  (ecuación 1) y de la  $\ln(P) = \ln(c) - k.t$  (ecuación 3), obtenidos para cada serie de prevalencias ovina y canina de cada país, usando regresión lineal y calculando su correlación con los valores reales de prevalencia.

Cabe destacar que un valor de correlación ( $R^*R$ ) superior a 0.8 debe entenderse como una correlación estadísticamente significativa.

En la misma tabla, se puede apreciar cada uno de los coeficientes calculados y el valor de la  $R^*R$  para la regresión lineal correspondiente.

La información de la tabla muestra que en la mayoría de las series, la prevalencias de los ovinos se comporta en forma lineal, y así mismo, la prevalencia en los caninos responde a un comportamiento de caída exponencial, dado que el logaritmo de su función, se corresponde con la regresión lineal de una recta. Tal observación está fundamentada en el coeficiente de correlación ( $R^*R$ ) para cada curva temporal analizada. Los casos más paradigmáticos corresponden a N. Zelanda, Tasmania y Chipre cuyos ( $R^*R$ ), son superiores a 0.8, que correspondería al comportamiento postulado.

Es importante analizar los países cuyas series en principio no respondieron a los comportamientos temporales propuestos. En el programa de la Provincia de Neuquén (Argentina), se observa que la serie completa presenta  $R^*R$  para ovinos y caninos, menores a 0.8, lo que permite interpretar que en principio no corresponderían a comportamientos como los propuestos ( $R^*R$  ovino = 0,624 y canino = 0,11). Sin embargo, si se supone que el programa de control de la provincia fue discontinuado durante el período 1986-1994, y que los datos del año 1994 corresponderían al comienzo de una nueva etapa de control, se podría reanalizar

la serie inicial, eliminando los datos de ese año. En ese caso y recalculando los coeficientes, se aprecia que los valores de  $R^*R$  se ajustan más al modelo. Por otro lado, en el programa de Chile, puede apreciarse que el comportamiento de la prevalencia temporal en ovinos ha correspondido a la forma lineal ( $R^*R=0,83$ ), mientras que el comportamiento de la prevalencia en caninos presenta un ( $R^*R=0,23$ ), lo que puede hacer sospechar que se aleja del modelo propuesto.

Interpretamos en este caso, que tal vez disminuyó la efectividad del programa durante los años 1982 a 1986, permitiendo que la prevalencia canina aumente, pero en una magnitud menor a la necesaria para modificar la pendiente de caída de la prevalencia ovina.

Para el caso de Perú, la prevalencia canina se comportó de acuerdo al modelo propuesto, mostrando para la serie un ( $R^*R=0,8$ ). Postulamos en este caso, que la prevalencia ovina no pudo modificarse (manteniendo valores casi constantes en el período analizado), en virtud del poco tiempo transcurrido entre la intervención de control y las mediciones realizadas (cinco años).

**Tabla XXI.** Coeficientes y valor de la correlación lineal, para cada componente del índice, en los países analizados.

Programas de Control	Coeficientes de las ecuaciones	O = -a.t + b		Ln(P) = Ln(c) - k.t	
		a	b	Ln(c)	k
Nueva Zelanda	Coeficiente	-4,236	88,37	4,852	-0,1448
	$R^*R$	0,9443		0,941	
Tasmania	Coeficiente	-2,825	48,48	2,219	-0,248
	$R^*R$	0,811		0,961	
Chipre	Coeficiente	-4,398	63,21	4,751	-0,723
	$R^*R$	0,951		0,940	
Neuquén	Coeficiente	-3,492	75,55	1,643	-0,041
	$R^*R$	0,624		0,11	
Neuquén	Coeficiente	-5,87	90,20	2,123	-0,119
Sin el año 1994	$R^*R$	0,79		0,372	
Chile	Coeficiente	-5,591	79,8	2,123	-0,119
	$R^*R$	0,83		0,235	
Perú	Coeficiente	0,045	4,005	3,61	-0,508
	$R^*R$	0,076		0,80	

### Indicador, Polígono de Malbrán (PM)

Los *Índices de Situación Lápsica* alineados en series temporales se pueden analizar en un sistema cartesiano.

Para ello se coloca la sucesión ordenada (serie cronológica) de los índices, en el eje de las coordenadas y los años en que se hicieron las determinaciones, en el eje de las abscisas.

Luego si los puntos sucesivos de intersección se unen con una línea recta, el conjunto es una figura poligonal abierta que se denominó "*Curva o Polígono de Malbrán*" (PM), y que tiene la virtud de mostrar eficientemente el estado actual, la tendencia y la duración teórica *ex ante* de los programas de control.

Esta figura poligonal en si misma es un indicador, recordando que los indicadores son variables que miden cambios.

Lo mismo que se había visto en el gráfico teórico de la historia natural, el polígono de Malbrán (PM) es una figura que tiene tres momentos. Se distinguen una pendiente ascendente, la cima que es el punto culminante y una pendiente descendente.

En esta figura la altura de los puntos de inflexión y la pendiente de las rectas del polígono, están determinados por el impacto de las medidas de control sobre las prevalencias de los hospederos que integran el ciclo parasitario animal.

Este modelo de esquema está constituido por un trazo que representa la situación simultánea en ambos hospederos, (gráficos VII a XII), por lo que resulta una alternativa al modelo de curvas de prevalencia superpuestas que se mostró en el gráfico IV.

*El crecimiento de la echinococcosis esta vinculado con la disponibilidad de los estadios infectantes y la presión que ejercen los factores de riesgo sobre la masa de ovinos y perros interactuando con los factores del ambiente. Cuando todos ellos alcanzan su punto de equilibrio la zoonosis se estabiliza o sea que se alcanzan valores de prevalencia semejantes a los que habla en Neuquén en el año 1970.*

Recordemos que para la construcción teórica del gráfico II, se asumió que el crecimiento de las prevalencias forma las ramas ascendentes de los gráficos ( $R_a$ ), el punto de inflexión ( $P_i$ ) es el primer quiebre a partir del cual se produce el segundo momento que es de estabilización o meseta y que da lugar a la rama horizontal del gráfico ( $R_h$ ).

En condiciones naturales el gráfico permanece en equilibrio con el medio, solo se modifica por el impacto de las actividades de control.

*El Polígono Malbrán es una figura que tiene incorporadas simultáneamente, la prevalencia de los ovinos y caninos que viven bajo programa en el mismo espacio geográfico*

*Esta propiedad le permite poner en evidencia tres características de la endemia:*

- *el peso de la infección en cada hospedero;*
- *la evolución global en el área del programa;*
- *el nivel de desestabilización del ciclo parasitario.*

Las ramas ascendentes y descendentes se deben a las diferencias que se van estableciendo en las proporciones de los ovinos infectados en relación a la proporción de caninos con *E. granulosus*.

Cuando se inician las actividades de control, la relación del complejo animal está dominada por la prevalencia de ovinos, de ordinario muy alta, y la prevalencia en caninos por lo regular mucho menor.

Luego la presión de las actividades de control sobre los perros acrecienta la diferencia, esto es la consecuencia de que la masa ovina parasitada se mantiene igual o levemente menor, mientras que la población de perros positivos cae en relación con la intensidad de las actividades de control emprendidas.

De tal manera que la curva será ascendente solo si disminuye la prevalencia canina y los ovinos se mantienen igual o inician una leve disminución de su prevalencia por el descenso de la contaminación ambiental con oncosferas y la extracción de los animales viejos que son los que están más infectados.

La cima representa el momento donde la diferencia entre la prevalencia ovina y la canina es máxima. Desde el punto de vista matemático corresponde al valor de (t) para cuando la derivada de  $ISL=0$ .

Luego comienza la pendiente descendente que está dominada por los niveles de infección en los ovinos, el movimiento descendente se debe a que nuevamente disminuye la relación entre las prevalencias, esta vez por descenso de los niveles de infección en el eslabón ovino.

La caída de la infección canina reduce paulatinamente la contaminación biológica del ambiente y consecuentemente la infección ovina, esto da lugar a la rama descendente del polígono que comienza a marcar que en el campo hay menos animales enfermos, la relación ahora está dominada por prevalencias muy bajas con valores cercanos entre los ovinos y caninos.

De tal manera que la curva será descendente solo si disminuye la prevalencia ovina mientras la canina se mantiene en niveles muy bajos por efecto del control.

El polígono muestra con relación al tiempo; el grado de avance del programa y el impacto sobre los componentes del binomio animal, así como la tendencia sobre las fases de ataque y consolidación del programa.

La eliminación de la zoonosis está dada por la eliminación de la infección en el binomio *hospedador intermediario-hospedero definitivo*, que se expresa como cero en la línea de las ordenadas.

Finalmente la postulación que la evolución de las prevalencias de ovinos y caninos por efectos de un programa de control, basado en la eliminación del parásito adulto, presentan curvas temporales diferentes, implica la necesidad de realizar un análisis profundo de tal comportamiento. En principio considerando que la curva de descenso de la prevalencia canina es exponencial, se debe asumir que al inicio del programa rápidamente habrá un fuerte descenso y que posteriormente, la caída porcentual de los valores sucesivos serán cada vez menores, a tal punto que podrían existir prevalencias muy pequeñas y sucesivas, pero el nivel de infección ovina continua en valores altos y descendiendo en forma lineal.

*El último concepto indica que no debe abandonarse un programa de control, aún cuando las prevalencia canina sea muy baja, si la capacidad reservogena del área está intacta. Esta situación observada frecuentemente es causa de fracasos.*

La longitud y la pendiente de las ramas del polígono dependen de la velocidad de infección, de la vulnerabilidad del estadio parasitario y de la persistencia de los estadios en sus hospederos. La magnitud de la biomasa parasitaria de los perros es la que regula el nivel de la contaminación biológica del ambiente.

La dinámica parasitaria de los canes hace que la rama ascendente se modifique velozmente por el tratamiento antiparasitario específico, lo que reduce rápidamente la prevalencia canina con caída temprana a valores bajos; como consecuencia de ello, la rama ascendente *es una rama corta de gran movilidad*.

En los ovinos los quistes fértiles se encuentran generalmente a partir de los ocho meses de edad, la persistencia de la infección también es diferente, dado que la vida media del *E. granulosus* adulto es de dieciocho meses, mientras que el estadio de metacestode se mantiene durante toda la vida

del hospedador, estimada para los ovinos en seis años. Por tales razones la rama descendente tiene una dinámica más lenta, *es una rama larga que se desestabiliza con dificultad*.

La eliminación de la zoonosis está dada por la eliminación de la infección en el binomio, *hospedero intermediario-hospedador definitivo*, que se expresa cuando el polígono toca el punto cero en la línea de ordenadas.

Todos estos efectos sobre las ramas del Polígono Malbrán son la prueba explícita del impacto del control sobre los niveles que tenía la historia natural.

### Consideraciones sobre el Polígono Malbrán

Anteriormente, hemos definido el Índice de Situación Lápsica, como la relación entre la prevalencia ovina y canina en un tiempo determinado, según se muestra en la ecuación siguiente:

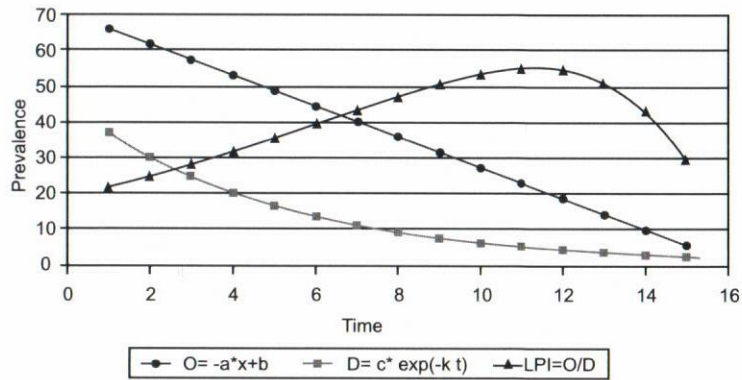
$$\text{Índice de Situación Lápsica (x)} = \frac{\text{Prevalencia ovina (tx)}}{\text{Prevalencia canina (tx)}}$$

En relación a la representación gráfica del *Índice de Situación Lápsica* sobre un eje cartesiano y su comportamiento, se puede justificarse plenamente si se observa el comportamiento teórico del *Índice de Situación Lápsica*.

Para ello se analizó mediante la regresión lineal, que el modelo se adapta a lo expuesto de acuerdo a las ecuaciones 1 y 2. Si se grafican las prevalencias teóricas según las ecuaciones propuestas,  $O = -a.t + b$  (ecuación 1) para la prevalencia ovina y  $P = c. \exp(-k.t)$  (ecuación 2) para el comportamiento de la prevalencia canina y la relación O/P (relación ovinos/perros) que se denominó *Índice de Situación Lápsica*, se obtiene una figura semejante a la del Polígono de Malbrán (gráfico V), toda vez que la figura del comportamiento también presenta una primera fase ascendente, un pico y luego una fase descendente. Los valores alcanzados por el *Índice de Situación Lápsica*, así como las pendientes de las rectas del Polígono Malbrán, están determinados por el impacto de las medidas de control sobre las prevalencias de los hospederos que integran el ciclo parasitario del *Echinococcus granulosus*.

En el gráfico V se muestran las prevalencias de ovinos y caninos e *Índice de Situación Lápsica* teóricos, según las ecuaciones que se han postulado.

**Gráfico V.** Prevalencias para ovinos y caninos e Índice de Situación Lápsica teóricos, según las ecuaciones postuladas.



Fuente: Elaboración propia

### Aplicación del *Polígono Malbrán* para medir el impacto de las medidas de control sobre las prevalencias de los hospederos animales

Hemos analizado con anterioridad que el *Polígono Malbrán* tiene tres momentos fundamentales: una pendiente ascendente, la cima que es el punto culminante o punto de inflexión y una pendiente descendente y que se corresponden al modelo teórico propuesto.

Cada uno de estos tres momentos o fases están vinculadas con la evolución de los programas de control. El conocimiento de la evolución de las fases permitirá entre otras cosas, estimar los tiempos que debería durar cada una de ellas, esto es con el fin de reforzar las acciones durante el proceso del control o de planificar solo actividades de vigilancia.

Como se ha dicho el *Polígono Malbrán* es una alternativa al modelo de curvas mono prevalentes usadas en forma frecuente para mostrar el avance de los programas de control.

En el mismo sentido no sería redundante repetir que en las áreas endémicas la estabilidad del ciclo animal depende del recambio permanente de ejemplares por el nacimiento y extracción de ovinos y la sustitución de canes, motivo por el cual, la curva de la historia natural de la echinococcosis quística nunca presentará espontáneamente una pendiente descendente en el *Polígono Malbrán*. En cambio esa pendiente solo aparecerá en el *Polígono Malbrán* cuando se modifica el punto de equilibrio mediante el impacto de las actividades de control.

El *Índice de Situación Lápsica* y el *Polígono Malbrán*, son herramientas que incorporan la prevalencia de los ovinos y caninos referidos a un espacio geográfico donde se ha instalado el programa; esta propiedad le permite poner en evidencia el peso de la relación de la infección en cada hospedero, la evolución de la endemia y el nivel de desestabilización del ciclo parasitario.

Las ramas ascendentes y descendentes se deben a las diferencias de las proporciones de los ovinos infectados en relación al de caninos con *E. granulosus*.

Se puede apreciar, que el nuevo *Índice de Situación Lápsica* y el *Polígono Malbrán* conforman un conjunto de herramientas que se comportan como un indicador cuantitativo que muestra el impacto directo de los programas de control de la echinococcosis quística (hidatidosis) sobre la prevalencia del binomio por desparasitación sistemática canina y el impacto indirecto sobre la prevalencia ovina por disminución de la contaminación ambiental que produce la depreciación de la biomasa parasitaria.

### Representación de las fases de los programas de control en el *Polígono Malbrán*

De acuerdo con M.A.Gemmell los programas de control tienen una fase de ataque y otra de consolidación. En su concepto la primera opera sobre los perros y la de consolidación interviene sobre los factores de riesgo remanentes, para ello se intensifica la vigilancia epidemiológica, la inspección en frigoríficos y mataderos, la educación para la salud y la legislación. El seguimiento de esta fase del programa de control, no tiene expresión gráfica.

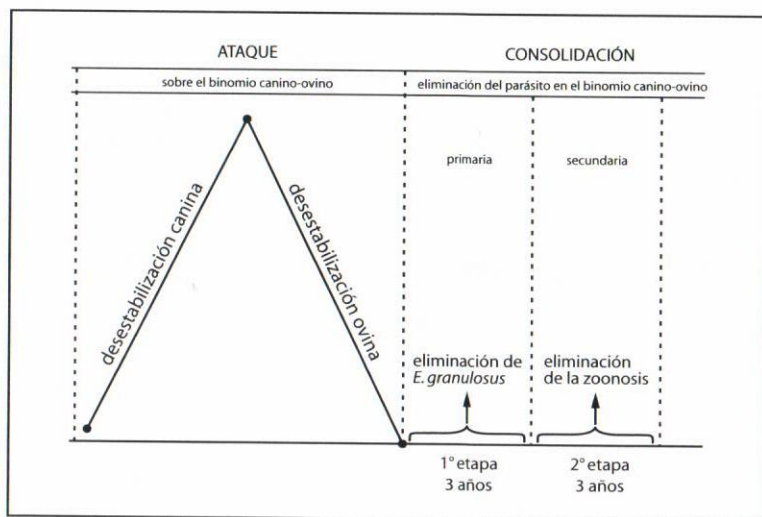
En cambio el *Polígono Malbrán* mediante la representación de dos ramas y la proyección en el tiempo del *Índice de Situación Lápsica* igual a cero, comprende a todo el programa en su conjunto.

*La fase de ataque* en el *Polígono Malbrán* está representada por la rama ascendente que significa el ataque a la echinococcosis canina y la rama descendente que es de ataque a la hidatidosis, fundamentalmente de los huéspedes ovinos.

*La fase de consolidación* en el *Polígono de Malbrán* se debe entender como el tiempo que transcurre desde que la rama descendente cruza el cero de la línea de la ordenada y el tiempo necesario para que el agente desaparezca de los huéspedes definitivo e intermediario y del ambiente.

El gráfico VI representa un esquema teórico de las fases de ataque y consolidación del *Polígono Malbrán*.

Gráfico VI. Esquema con los componentes teóricos de un programa de control según la concepción del Polígono Malbrán.



El Polígono Malbrán tiene además la ventaja adicional que muestra permanentemente el grado de avance y la tendencia de las fases de ataque y consolidación del programa. Un ejemplo de esta aseveración se ve en el gráfico XI que muestra el programa de Perú, allí se observa que el programa se discontinuó anticipadamente y el gráfico termina en la rama ascendente, sugiriendo que la endemia continuó sin modificaciones.

Cuando este conocimiento es oportuno, se pueden introducir los ajustes necesarios para llevar el programa al cumplimiento de los óptimos teóricos.

La fase de *consolidación primaria* llega a su fin con la certificación del cero durante tres años consecutivos, esto señala que los perros están libres del parásito y el medio ambiente libre de huevos viables de *E. granulosus*. La *consolidación secundaria*, tres años siguientes a la consolidación primaria con valores del *Índice de Situación Lápsica* igual a cero, hace suponer que el metacestode ha desaparecido de los hospedadores intermediarios en cuyo caso se habrá eliminado la zoonosis del área.

En este momento del control, la rama horizontal del polígono Malbrán extendida sobre el eje de las abscisas con un valor cero en la ordenada, (fase de consolidación) es un indicador de resultado.

En la tabla XXII, se comparan las actividades específicas de las fases del programa de control, de acuerdo con el modelo ortodoxo iniciado en el año 1970 y según el modelo que representa la concepción del *Polígono Malbrán*.

Tabla XXII. Cuadro comparativo de las actividades en las fases de control. Según el programa ortodoxo y las que surgen de la aplicación del Polígono de Malbrán. 2013

Fases del programa ortodoxo		Fases del programa heterodoxo (aplicación del PM)	
Ataque	Desestabilización canina	Ataque	1° Fase: desestabilización canina
	Objetivo: prevalencia canina cero		2° Fase: desestabilización ovina
Consolidación	Vigilancia epidemiológica	Consolidación	Primaria; 3 años del Índice de Situación Lápsica = cero
	Inspección		Objetivo: Prevalencia canina y en el medio ambiente de cero
	Educación para la salud		Secundaria: 6 años del Índice de Situación Lápsica = cero
	Legislación		Objetivo: Prevalencia ovina, canina y del medio ambiente de cero.
	Objetivo: Mantener en cero la prevalencia canina		

Los programas que tienen disponible la información de las prevalencias ovina y canina, tomadas simultáneamente, mediante procedimientos normalizados, una vez al año, se pueden comparar con otros programas, ya sean de localidades diferentes, de otras provincias o regiones y con jurisdicciones nacionales o de otros países.

Para que la comparación sea una herramienta de seguimiento y monitoreo, es necesario tener en cuenta que el tamaño y la representatividad de la muestra, tanto de ovinos como de caninos y el procedimiento para la recolección de datos, inciden sobre la calidad del indicador. La precisión estará dada por la correcta selección de las muestras y el empleo de procedimientos de laboratorio normalizados que utilicen técnicas de diagnóstico validadas.

#### Lectura del Polígono de Malbrán

Las ramas del *Polígono Malbrán* pueden ser rectas sin quiebres como en el gráfico VII que representa el programa de Nueva Zelanda o presentar quiebres en la tendencia de una o ambas pendientes como se ve en el



gráfico VIII que corresponde al programa de Tasmania.

Se interpreta que los quiebres son cambios en la tendencia de las ramas y cada cambio es la representación de un impacto en el proceso. De ordinario ese impacto es el producto de distintas circunstancias que inciden sobre las actividades del programa, entre ellas se cuentan alternativas climáticas, administrativas, financieras, de personal, de insumos y aún de cambios en la comercialización de lanas y ovinos.

Las debilidades transitorias en las actividades del programa se marcan con quiebres en las ramas con pendientes negativa en la rama ascendente y pendiente positiva en la rama ascendente.

Las ramas del *Polígono Malbrán* son particularmente sensibles a la regularidad de la financiación, a la aplicación de nuevas herramientas o que se hayan dejado de cumplir las actividades tal como estaban programadas.

El Polígono Malbrán tiene el valor de simplificar la doble curva que es propia de ciclo animal de las zoonosis, tal como se vio en el gráfico II, por un solo trazo que marca simultáneamente la evolución de la infección en los dos huéspedes del ciclo enzoótico, al mismo tiempo. Para facilitar la interpretación del *Polígono Malbrán* con otro ejemplo, se mostrarán dos formas de representar el programa de Nueva Zelanda. En el gráfico VI se muestra una representación con dos curvas, ambas siguen la evolución de las prevalencias ovinas y caninas respectivamente. Este modelo es una representación de las prevalencias del ciclo animal por separado, siguiendo para ello el método ortodoxo.

En el gráfico VII se hizo la representación del mismo programa por el *Polígono Malbrán*, que es la representación simultánea en el mismo trazo de la relación de ambas prevalencias.

Gráfico VII. Evolución del programa de control de Nueva Zelanda según la prevalencia de ovinos y perros.

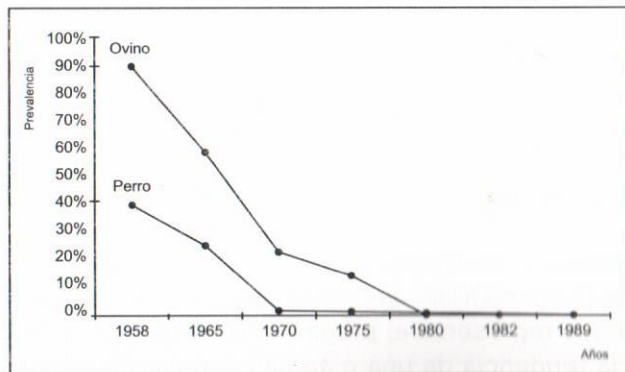
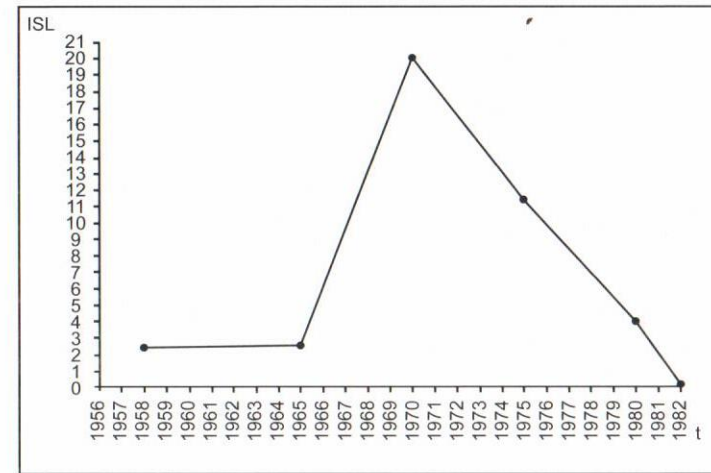


Gráfico VIII. Polígono Malbrán del programa de control de Nueva Zelanda. Período 1958-1965



El primer gráfico sugiere que el programa fue rápidamente exitoso, especialmente por la caída de la prevalencia canina. Esta prevalencia habría alcanzado el nivel de 0.1% en el año 1980.

Sin embargo la evolución de la endemia no depende solamente de la infección en el perro, tal como se muestra con toda claridad en el *Polígono Malbrán*, que muestra el impacto que produce la presión del programa sobre los dos componentes del ciclo animal y el momento preciso en que ambos alcanzan el objetivo de riesgo cero, comienzo de la fase primaria de consolidación.

Para continuar con el mismo ejemplo, se muestra que en el año 1980 la rama descendente del Polígono todavía estaba lejos del cero, lo cual da una información distinta a la visión que brinda la representación de las prevalencias por especie.

El *Polígono Malbrán* muestra permanentemente el grado de avance y la tendencia del programa, lo cual permite introducir los ajustes necesarios cuando se observan desviaciones en comparación con los óptimos teóricos del programa de control.

*La eliminación del ciclo está dada por la eliminación de la infección en el binomio, huésped intermediario-huésped definitivo, que se expresa cuando la rama descendente corta a las abscisas en la ordenada cero y permanece en esa situación al menos durante seis años.*

El *Polígono Malbrán* como herramienta de evaluación, requiere que se determine con precisión la prevalencia ovina, la cual por lo general, no se determina periódicamente y que de acuerdo a lo dicho no puede ser reemplazada por el conocimiento de la prevalencia canina, aún cuando sea tan baja como uno o menos de uno por varios años.

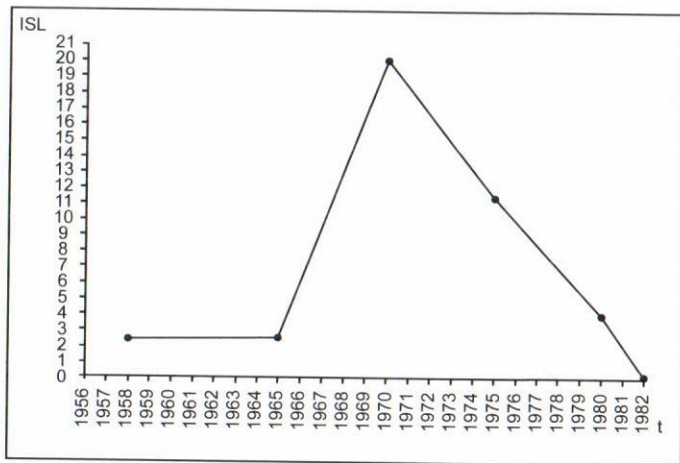
*Para realizar el ISL y el Polígono Malbrán es necesario e imprescindible determinar la prevalencia ovina simultáneamente con la prevalencia canina.*

### Polígono Malbrán de los programas de control de Nueva Zelanda, Tasmania, Chipre, Argentina (Neuquén), Perú y Chile (Región XII)

Con la información de las tablas XV a XX se construyeron los Polígonos Malbrán de cada programa de control.

#### Programa de control de Nueva Zelanda

**Gráfico IX.** Polígono Malbrán del programa de control de Nueva Zelanda. Período 1958-1965



La representación gráfica del programa de control de Nueva Zelanda, sugiere que durante su desarrollo no estuvo afectado por debilidades, toda vez que no se observan quiebres en ninguna de las dos ramas.

Esto permite asumir que la financiación y el cumplimiento de todas las actividades propuestas para alcanzar el control se cumplieron según normas y dentro del tiempo planificado.

La demostración puso en evidencia que hubo comunidad de intereses entre el programa de control y la sociedad civil con inclusión de los ganaderos.

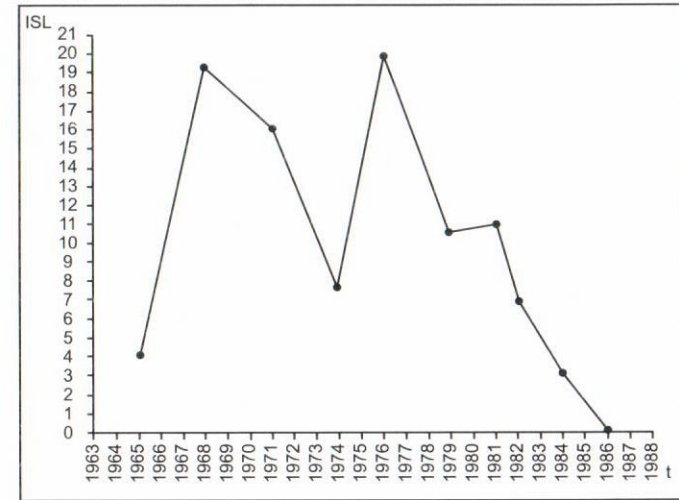
La curva inicial casi en meseta, se podría responsabilizar a la estrategia inicial del programa, que se basaba en la intervención sobre el parásito, mediante la administración a los perros de un fármaco tenífugo.

Con los resultados obtenidos, este país entró en el nuevo milenio con una muy alta probabilidad de estar libre de hidatidosis.

*La estrategia central fue desparasitar a los perros de más de seis meses con Bromhidrato de arecolina, en corrales de desparasitación, tres veces al año.*

#### Programa de control de Tasmania

**Gráfico X.** Polígono Malbrán del programa de control de Tasmania. Período 1963-1998



Según se observa en el gráfico, el programa de control de Tasmania presenta quiebres profundos en ambas ramas (ascendente y descendente). Los quiebres indican vicisitudes que se ponen en evidencia si comparamos el tiempo que duro cada rama en alcanzar su meta con respecto al esquema teórico de control. La ascendente tardó 11 años en alcanzar la cima (1965- 1976) y luego 10 años en llegar al punto cero de la línea de ordenadas (1976- 1986).

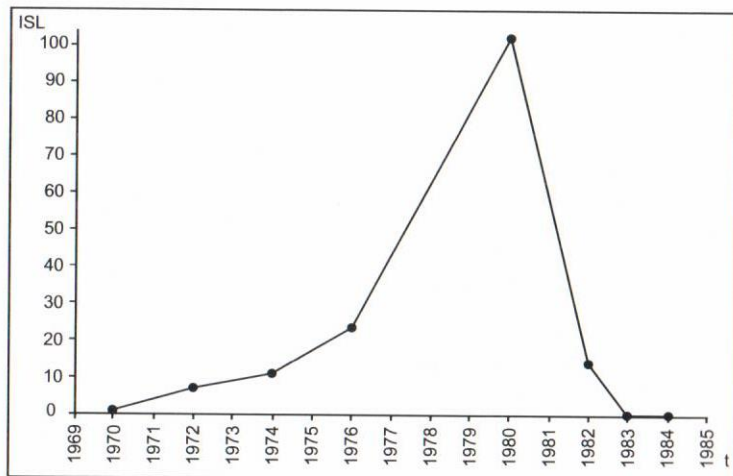
*La estrategia central fue el diagnóstico de infección en perros de riesgo, una vez al año, con Bromhidrato de arecolina. El tratamiento de los perros positivos y del predio se hacía con Bunamidina.*

### Programa de control de Chipre

En la isla de Chipre hasta fines de la década de 1960 la hidatidosis y la rabia urbana estaban entre los principales problemas de Salud Pública. Esta situación generó un programa de control sobre los perros con características particulares que lo convirtieron en un modelo de análisis. En el gráfico podemos observar que la pendiente ascendente tiene una marcada extensión en el tiempo hasta llegar a la cima, lo cual sugiere que la desestabilización canina fue dificultosa, consumada esta, la rama descendente cayó rápidamente.

*La estrategia central consistió en la eliminación de la población canina mediante el retiro de perros sin dueño y la ovariectomía de las hembras.*

Gráfico XI. Polígono Malbrán del programa de control de Chipre. Período 1970-1985



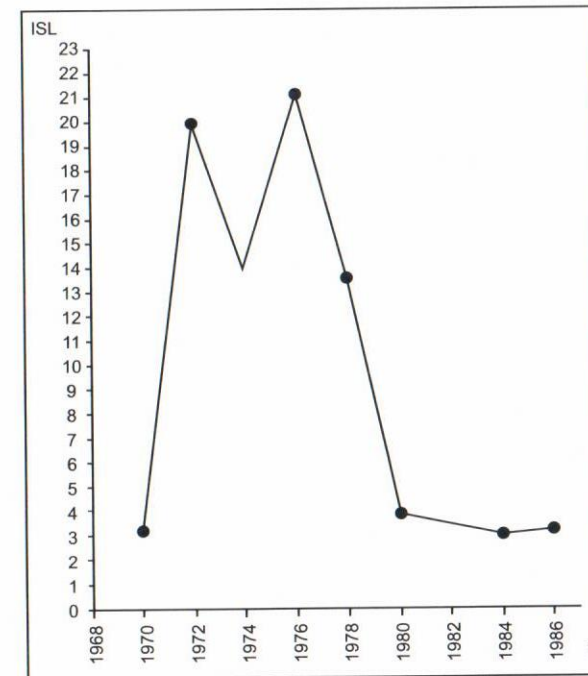
### Programa de control de Neuquén

El programa piloto de control en la Provincia de Neuquén, comenzó sus actividades en el año 1970. Alcanzó la desestabilización del componente canino en siete años (1970-1977), sin embargo se puede ver dentro de ese período un quiebre profundo que demoró el tiempo de resolución de la rama

ascendente en 5 años más que la rama homóloga del programa de Nueva Zelanda, que se adoptó como el óptimo teórico de los programas con tratamiento canino farmacológico.

La rama descendente muestra una pendiente sin quiebres, con una resolución dentro del tiempo estimado, sin embargo a partir del año 1980 toma una estabilidad de meseta sin alcanzar el nivel cero. La caída se detuvo en el *Indicador de Situación Lápsica* de 3.9, el cual sin embargo es un índice alto. Desde 1980 a 1986 los índices han descendido a tres, manteniéndose en un estado de equilibrio inestable por la presión que ejerce el programa de control. En estos valores la endemia no está controlada.

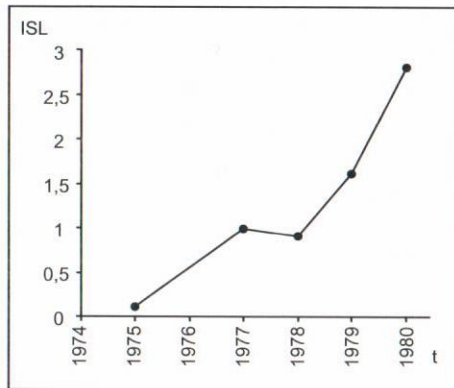
Gráfico XII. Polígono Malbrán del programa de control de Neuquén, Argentina. Período 1970-1994



*La estrategia central de 1970 a 1977 fue el diagnóstico y la desparasitación canina con B. de arecolina y luego de 1978 a 1999 se trataba a los perros positivos con praziquantel. Luego del año 2000 se administró praziquantel cada cuarenta y cinco días.*

### Programa de control de Perú

Gráfico XIII. *Polígono Malbrán* del programa de control de Perú. Período 1975-1980



El programa de control de Perú se ejecutó entre los años 1975 y 1980, en ese año las actividades se debieron interrumpir prematuramente por razones externas al programa. Sin embargo a pesar de la interrupción se presenta por el alto valor didáctico que tiene para la comprensión del *Polígono Malbrán*.

En ese lapso solo se inscribe la rama ascendente que muestra un quiebre de 2 años (1977-1978), luego retoma la tendencia ascendente hasta la interrupción antes que comience a expresarse la pendiente descendente, por lo cual se intuye que todavía no había alcanzado el punto de inflexión.

La estrategia central fue la desparasitación canina con praziquantel cada cuarenta y cinco días.

### Programa de control de Chile (Región XII)

El programa de control de la región XII de Chile fue el programa que modificó más rápidamente la rama ascendente del *Polígono de Malbrán*.

En el transcurso de 2 años las actividades de control desestabilizaron el componente canino y la curva alcanzó la cima (1978- 1980).

La caída de la pendiente descendente tardó siete años en llegar a 1.8 y desde ese índice debieron transcurrir diez años antes de alcanzar el valor de 0.7 (1980-1997).

Estos valores del *Índice de Situación Lápsica* si bien son pequeños, resultan suficientes para asegurar la persistencia del ciclo. A partir del año 1987 se observa una desaceleración de las actividades de control capaz de producir un rebrote si los factores de riesgo quedaran nuevamente librados al azar.

La estrategia central fue la desparasitación canina con praziquantel cada cuarenta y cinco días al ochenta por ciento de los perros del área programática.

Gráfico XIV. *Polígono Malbrán* del programa de control de Chile (Región XII). Período 1978-1997

