



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE DETECCIÓN DE
PRODUCTOS DE ORIGEN ORGÁNICO MEDIANTE LA
MÁQUINA ESCÁNER DE RAYOS X Y LA BRIGADA
CANINA SAG, EN EL AEROPUERTO ARTURO MERINO
BENÍTEZ DE SANTIAGO.**

Karla Francisca Nazar Chamorro

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina
Preventiva Animal

PROFESOR GUÍA: DR. LUIS IBARRA MARTÍNEZ.

**SANTIAGO – CHILE
2009**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE DETECCIÓN DE PRODUCTOS DE ORIGEN ORGÁNICO MEDIANTE LA MÁQUINA ESCÁNER DE RAYOS X Y LA BRIGADA CANINA SAG, EN EL AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ DE SANTIAGO.

Karla Francisca Nazar Chamorro

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina
Preventiva Animal

NOTA

FIRMA

PROF. GUÍA: DR. LUIS IBARRA M.

.....

PROF. CONSEJERO: DR. FERNANDO NÚÑEZ S.

.....

PROF. CONSEJERO: DR. RIGOBERTO SOLIS M.

.....

**SANTIAGO – CHILE
2009**

SUMMARY

In Chile, SAG is the institution that controls and keeps sanitarian situation of vegetables and animals within the country, by detecting and avoiding any injurious product or disease. This control is done at borders using two methods: X rays scanner and dog brigade.

The aim (objective) of this study is to match these methods with the truth criteria (Golden standard).

The statistics pointers show a 70.1 % at X rays scanner. This percentage is higher than the dog brigade one that only reaches a 25.7 %. This low sensitiveness might be related to animals training and selection. In specificity area happens all the opposite, in this case the dog brigade gets a 84.7 % and the X rays machines just a 43.1%. The low specificity of inspectors through X rays machines may be due mainly to a preventable criteria, this means that some products are not allowed to get into the country if there is not complete safety about them, been considered as positive cases.

Other important result of this work (study) is the high sensitiveness of both procedures about those products that actually represent a high risk, like apples and pork sausages. The dog brigade detected a 66.7% in apples, and X rays scanner inspection reached a 97.2%. In case of pork sausages this inspection detected a 94.4 % that was quite lower in dog brigade.

According to this study, the SAG work in the detection of those organic products coming from dangerous sources, reaches 77.6%, regarding both methods together. Unfortunately, this percentage cannot be considered as effective or not effective, because there are not comparative studies in this matter. However, according to these results, there is the general perception that the institution achieves a good effectiveness.

RESUMEN

En Chile, el SAG es el organismo encargado de mantener en óptimas condiciones la situación sanitaria animal y vegetal dentro del territorio, detectando y evitando el ingreso de cualquier producto que pueda ser portador de plagas y/o enfermedades. Este control se realiza a nivel fronterizo mediante el uso de dos métodos: escáner de rayos X y brigada canina.

Con el objetivo de evaluar ambos métodos, se realizó el presente estudio; el cual contrapone a cada uno frente al criterio de verdad (estándar de oro).

Los indicadores estadísticos muestran una sensibilidad a nivel de escáner de rayos X de un 70,1%, porcentaje que resulta ser mayor al obtenido por la brigada, la cual alcanza un 25,7%. Esta baja sensibilidad puede estar relacionada con el adiestramiento y a la selección de los animales. Lo contrario sucede con la especificidad ya que la brigada canina obtiene un 84,7%, comparado con un 43,1% que se obtuvo a través de las máquinas de rayos X. La baja especificidad de los inspectores a través de las máquinas de rayos X puede deberse principalmente a un criterio precautorio, según el cual en caso de duda, no se corre el riesgo de permitir la entrada de productos prohibidos al país, considerándolos positivos.

Otro resultado importante que se desprende de éste estudio es la alta sensibilidad (por parte de ambos métodos) sobre productos que representan un alto riesgo en la actualidad, como es el ingreso de manzanas y de chorizos. Frente al señuelo “manzana”, la brigada canina presentó un grado de detección de un 66,7%. En el caso de la inspección mediante escáner de rayos X, éste alcanzó un 97,2% de detección y un 94,4% frente al señuelo “chorizo”, este último mucho menor en la brigada.

La labor del SAG en la detección de productos de origen orgánico riesgoso, según este estudio alcanza un 77,6%, considerado ambos métodos en paralelo. Este porcentaje lamentablemente no se puede enjuiciar como efectivo o inefectivo, ya que no existen estudios comparativos al respecto. Sin embargo, frente a los resultados obtenidos, existe la percepción de que la institución logra una buena efectividad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIÓN.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXO N°1.....	48
ANEXO N°2.....	50

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los gobiernos de una gran cantidad de países han demostrado una creciente preocupación por mantener un buen patrimonio fitozoosanitario dentro de sus fronteras, creando una conciencia generalizada de los riesgos que implica la introducción de productos o subproductos no autorizados, ya sea de origen animal o vegetal, provenientes del extranjero.

La materia orgánica que ingresa a un país sin la supervisión de los organismos pertinentes, puede poner en riesgo la condición sanitaria animal como vegetal del territorio, debido a que puede ser portadora de plagas o enfermedades. En este sentido, adquiere real importancia el control fronterizo que ejerce cada país, el cual resulta fundamental para detectar y evitar la entrada de este tipo de productos.

Chile, a pesar de contar con un aislamiento relativo, debido a las barreras geográficas naturales que posee, no se encuentra exento de este problema. Debido principalmente al crecimiento que ha experimentado el comercio internacional y al aumento del flujo de pasajeros en los aeropuertos, incrementando significativamente el riesgo de ingreso de productos portadores de plagas y enfermedades agropecuarias.

En Chile el control fronterizo está a cargo del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), a través del Sub Departamento de Controles Fronterizos, que tiene por objetivo principal, detectar y evitar el ingreso al país de cualquier producto que represente riesgo fito o zoosanitario.

Los principales métodos utilizados por el SAG son el uso de máquinas escáner de rayos X, la inspección manual y se ha empezado a utilizar un tercer mecanismo, que consiste en la implementación de una brigada de perros adiestrados en la detección de materia orgánica en el equipaje de los pasajeros.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades y marco legal.

La condición de Chile como “país libre de” – por ejemplo de la mosca de la fruta o de fiebre aftosa– constituye un valor agregado y una reconocida ventaja competitiva en el mundo globalizado. Hoy en Sudamérica, Chile es el único país libre de la mosca de la fruta. Siendo un país principalmente frutícola, sus productos tienen como destino a los más importantes mercados del mundo, los que han establecido o imponen, variadas restricciones en cuanto a la existencia de ésta u otras plagas en los países de origen. A su vez, este insecto no puede llegar a Chile por sus propios medios, siendo la única manera de entrar al país, a través de productos de riesgo que ingresan las personas en forma irresponsable al interior de la frontera (Lobos *et al.*, 2005).

Análogamente, la fiebre aftosa es una enfermedad que afecta a los animales, que al igual que la mosca de la fruta, causa serias pérdidas en la producción, e importantes restricciones al comercio internacional del ganado y sus productos, como también al sector agrícola. Esta es una enfermedad altamente contagiosa, que puede ser transmitida, entre otros, por productos y subproductos de origen animal. Entre éstos, tienen especial importancia: carne, huesos, leche, suero de leche, semen, cueros frescos y salados. Por lo tanto, estos productos perfectamente pueden ser portados por pasajeros que ingresen al país, generando una evidente situación de riesgo sanitario (OIE, 2009).

Los compradores del mundo han depositado su confianza en Chile, pues para ellos el país es sinónimo de alimentos limpios, sanos e ino cuos, donde, además, no existen plagas y pestes riesgosas que puedan, al ser importados por ellos, poner en riesgo su condición sanitaria.

La autoridad sanitaria encargada de mantener e incrementar el patrimonio silvoagropecuario nacional es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), perteneciente al Ministerio de Agricultura. A través del artículo 2 del párrafo 1 de la ley N° 18.755 de

1989, Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero (Chile, 1989), con modificaciones posteriores introducidas por la ley N° 19.283, del 5 de enero de 1994 y por la ley N° 20.161 del 9 de marzo de 2007, señala como función propia del SAG, la de contribuir al desarrollo e incremento de la salud animal y vegetal; la protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país y el control de insumos y productos agropecuarios sujetos a regulación en normas legales y reglamentarias.

Por otra parte, el artículo 3, inciso C, de la misma ley señala que el SAG debe adoptar las medidas tendientes a evitar la introducción al territorio nacional de plagas y enfermedades que puedan afectar la salud animal y vegetal. En este sentido, alcanzan mucha importancia los numerosos pasos fronterizos existentes en el país. El SAG realiza su acción en los puntos habilitados de frontera o controles fronterizos, los cuales son el lugar de vinculación entre los estados, legalmente habilitados para el ingreso y egreso de personas, mercancías y medios de transporte de pasajeros y carga, para todo tipo de operaciones aduaneras. El SAG tiene presencia en 94 controles habilitados, entre terrestres, marítimos y aéreos en el país (SAG, 2007).

Ante la necesidad de cumplir sus obligaciones, el SAG crea el Sub Departamento de Controles Fronterizos, que tiene como misión contribuir a la estrategia de prevención del ingreso de plagas reglamentadas, enfermedades exóticas de los animales y especies invasivas exóticas, mediante un conjunto de acciones que se realizan en las fronteras administrativas del país (SAG, 2007).

El SAG define este control como: “la aplicación de todas las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los estados, referentes al paso de la frontera por personas, así como la entrada, salida y tráfico de los equipajes, mercancías, cargas, vehículos y otros bienes por los puntos habilitados de la frontera” (SAG, 2007).

Para este propósito, al pasajero que ingresa al país se le hace entrega de un formulario que completado pasa a constituir una declaración jurada sobre los

productos que porta, (Anexo N° 1) acorde a la ley N° 19.558 (Chile, 1998), la cual modificó y complementó el decreto ley N° 3.557 de 1980 de Protección Agrícola (Chile, 1980). Esta permite al pasajero declarar productos vegetales o animales traídos en el equipaje que puedan ser riesgosos. Según la resolución exenta N° 252 del 19 de enero de 2005, este documento se hace obligatorio desde el 1 de febrero de 2005 y cualquier falseamiento en él, es considerado delito, por lo que debe ser sancionado en los tribunales competentes.

Excepcionalmente y sólo para uso personal, se permite el ingreso de algunos productos regulados de origen animal o vegetal, siempre y cuando estos hayan sido declarados, cumplan con las condiciones que los regulan y sean autorizados por personal del SAG al momento de la inspección del equipaje.

Para estos productos se exige que hayan sido sometidos a un proceso industrial, que además se encuentren sellados herméticamente y en su envase original de fábrica. La rotulación debe permitir al personal del SAG identificar el producto que contiene, su origen y el tratamiento al cual fue sometido.

Los siguientes, son productos de origen animal que se pueden ingresar al país y que los pasajeros habitualmente portan (SAG, 2009):

- Productos industrializados enlatados, en base a carne cocida y sin hueso.
- Comida de uso personal (platos preparados y sándwiches) elaborados con carne cocida y sin hueso o productos cárnicos cocidos.
- Cecinas y embutidos cocidos industrializados.
- Jamones cocidos de tipo industrial.
- Productos lácteos pasteurizados (leche líquida UHT, leche en polvo, crema de leche, yogurt, leche condensada, leche evaporada, dulce de leche, etc.).
- Quesos industrializados que se han elaborado con leche pasteurizada, quesos industrializados que han sido madurados (mayor a 60 días).
- Huevos cocidos.
- Cueros curtidos o terminados.

- Lanas teñidas.
- Plumas teñidas o bien limpias sin restos de sangre ni fecas.
- Productos de uso cosmético no farmacéutico para mascotas.

Los siguientes, son productos de origen vegetal que se pueden ingresar al país (SAG, 2009):

- Granos tostados (ej.: café, cacao, etc.).
- Congelados (frutas, hortalizas, legumbres, granos y tubérculos).
- Almidones, harinas, sémolas, azúcares, cereales expandidos (“cornflakes”, avena).
- Frutas y hortalizas cocidas, confitadas, sulfitadas, en almíbar y conservas.
- Encurtidos de frutas y hortalizas o en salmuera (“pickles”, aceitunas, pepinillos, etc.).
- Frutos secos con o sin pasas salados, molidos, machacados, partidos (ej.: maní, almendras, etc.).
- Aliños secos y molidos
- Té, yerba mate u otras infusiones en estado seco.
- Pulpas y jugos de frutas y hortalizas.
- Aceites vegetales.
- Colorantes y esencias vegetales.
- Gomas, resinas, melazas y lacas.
- Mostos fermentados y alcoholes.
- Corchos triturados y tapones.
- Carbón.
- Herbarios para uso científico/educativo (sin semillas ni tierra).
- Artesanías que no incluyan semillas, fibras vegetales naturales, cortezas, frutos y flores y otros productos vegetales desecados.

Posteriormente, se procede a la inspección de pasajeros y su equipaje, considerando como equipaje a todas las maletas, bolsos, mochilas, cajas, carteras, etc.

independiente de su naturaleza y tamaño. También se incluyen productos o especies que pueden ser portadas en las vestimentas o prendas de pasajeros/as o tripulantes. Esta inspección está compuesta por 3 subcontroles (Gómez, 2007):

- a) Una primera fase de inspección, en implementación, mediante una brigada de perros detectores de materia orgánica, que junto a los inspectores, detectan productos de riesgo a nivel de las cintas de equipaje. Si un perro detecta una maleta sospechosa, se marca para ser revisada posteriormente.
- b) Una segunda fase de inspección del equipaje mediante máquinas escáner de rayos X de última generación, cada una es operada por 2 a 5 inspectores(as). Si un(a) inspector(a) detecta algún producto sospechoso en la pantalla de la máquina, marca ese equipaje el cual pasa a revisión.
- c) La tercera fase consiste en la apertura del equipaje en un mesón contiguo a cada escáner y la inspección visual por inspector(a) del contenido de ella. A esta instancia sólo pasan aquellos equipajes que han sido calificados como probables positivos en las etapas anteriores.

El desarrollo tecnológico ha permitido incorporar en los últimos años, medios de diagnóstico más sofisticados que permiten perfeccionar el trabajo en el Control Fronterizo del Aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB) de Santiago. Es así como a partir del año 2007 el SAG adquirió 6 máquinas de escáner nuevas, con servicio técnico permanente, los cuales presentan la mejor calidad de imagen disponible en la actualidad.

Características de las máquinas escáner de rayos X.

Los equipos de rayos X, usados para la revisión de equipajes en controles fronterizos, se caracterizan por ser una tecnología emisora de radiaciones ionizantes electromagnéticas a través de un generador de rayos X. Este debe estar conectado a una fuente eléctrica para emitir dichos rayos sobre los equipajes que pasan por el túnel de

inspección. Aquellos que atraviesan el equipaje, son captados por la línea detectora del equipo y convertidos en una señal digital que es traducida por un computador y convertida en una imagen que puede ser visualizada en la pantalla en milésimas de segundo por el operador que trabaja con estos equipos (SAG, 2008).

Estos equipos de rayos X, corresponden a una estrategia de inspección del equipaje de carácter no intrusivo, el cual está inserto como una acción de control de frontera del Sistema Nacional de Bioseguridad y Cuarentena que realiza el SAG. La utilización de esta estrategia busca impedir el ingreso de plagas cuarentenarias, agentes transmisores de enfermedades a los animales y especies invasivas exóticas que afecten el patrimonio fitozoosanitario del país (SAG, 2008).

La pantalla del escáner trabaja en la gama de tres colores. Los materiales orgánicos (como la fruta, el azúcar, etc.) los marca en naranja y los inorgánicos (metales, vidrio, etc.) en azul. Cuando dos materiales se superponen o combinan, el producto se observa en verde. El gradiente de color depende del número atómico de las sustancias o compuestos. Así elementos con un número atómico inferior a 10 (elementos livianos: Hidrógeno, Carbono, Nitrógeno y Oxígeno y sus compuestos moleculares) se verán de color naranja; elementos con número atómico entre 10 y 15 (elementos intermedios: Aluminio, Sodio, Cloro, etc.) se verán de color verde y finalmente sustancias con número atómico entre 15 y 56 (elementos pesados: Titanio, Hierro, Plata, Cobre, etc.) se verán de color azul (SAG, 2008).

En el caso que la máquina detecte orgánicos e inorgánicos juntos, la pantalla resaltará el color verde. No obstante el escáner tiene una función para separar los materiales y remarcar los bordes y así poder determinar el material que se está mirando en pantalla. La máquina permite ver a través de casi todos los materiales, salvo el oro, el plomo o un metal muy grueso (SAG, 2008).

La capacidad de discriminación de un producto orgánico aparentemente de riesgo en la pantalla del escáner de rayos X, depende de la capacidad que tenga el inspector y en menor grado de factores que desvíen su atención de la pantalla. En base a

la experiencia empírica, se estima que se requieren al menos unas 300 horas de práctica para lograr un nivel mínimo aceptable de discriminación (Gómez, 2007).

Con la tecnología disponible, productos orgánicos de masa menor a 200 gramos o volúmenes muy mínimos, no son detectables con las máquinas escáner, debido a que no presentan la radio densidad mínima para proyectar alguna sombra o para proyectar una sombra con el color característico de la materia orgánica (Gómez, 2007).

Como ventajas en la utilización de máquinas escáner de rayos X en el control de fronteras se encuentran: el poder combatir las importaciones ilegales, optimizar el control reduciendo el tiempo de tránsito de los pasajeros, mejorar la eficiencia y la seguridad del comercio internacional y por último, fomentar una imagen positiva y moderna de los servicios del control de fronteras.

Características de la Brigada canina.

En el transcurso de los años, se han descubierto innumerables y perfeccionados instrumentos mecánicos y electrónicos con el objeto de ayudar al hombre a realizar diversas tareas. Aún cuando la moderna tecnología actual ha logrado numerosos y notables progresos, existe una ayuda muy importante que el hombre ha tenido a su alcance desde hace muchos años, como son los perros detectores. A pesar de esto, sólo muy recientemente, se ha iniciado su explotación plena y el desarrollo de sus capacidades en tareas más complejas (PDI, s.f.).

Las brigadas caninas formadas por perros detectores, desempeñan un papel muy importante a nivel nacional, ya que se encuentran formando parte de una gran cantidad de instituciones públicas y privadas. En ellas cumplen diferentes tipos de funciones, pero que concuerdan en la utilización del sentido del olfato de los canes. Los perros pueden detectar una amplia variedad de sustancias, que incluyen explosivos, drogas, minas terrestres y productos de origen animal y vegetal, entre otros (Williams y Johnston, 2002).

Es por esto, que el SAG ha incorporado un nuevo sistema de inspección a través de una brigada canina de detección en el punto fronterizo. Esta utiliza perros que se caracterizan por su curiosidad natural y capacidad para responder al adiestramiento en la detección olfativa de productos (Fogle, 1994).

La brigada canina está conformada por animales de las razas Golden Retriever y Labrador Retriever. El Golden Retriever se caracteriza por no ser un perro muy ladrador ni destructivo, y en general presenta una muy buena respuesta al entrenamiento de obediencia. Así mismo, el Labrador Retriever, al igual que el Golden, presenta una muy buena respuesta al entrenamiento de obediencia y un bajo nivel de dominancia con sus propietarios (Gerzovichlis, 1998).

El Labrador Retriever es una raza ideal para el trabajo, ya que tienen un temperamento muy estable, no se inquietan con ruidos fuertes ni con sucesos extraños, requieren de mucho ejercicio y movimiento lo que los hace una raza muy activa, todo esto permite que sean perfectos para trabajar en un ambiente cerrado y con gran cantidad de personas (Heflin, 2005).

El Golden Retriever es amigable y confiable, carece de agresividad, tanto hacia las personas como hacia sus congéneres, esta es una de las pocas razas que acepta a los desconocidos con mucho cariño, respondiendo a cualquier contacto con alegría. Estos perros son muy fáciles de entrenar, ya que tienen gran disposición para complacer a su amo, por lo que tienen la capacidad de aprender muchas cosas en poco tiempo, rápidamente y sin problemas. Todas estas características permiten el trabajo con personas sin ningún problema.

Características del sentido del olfato en los perros.

Los estímulos olfativos son producidos por pequeñísimas cantidades de sustancias volátiles que, dado su composición química, excitan diversas sensaciones en la mucosa olfativa. La superficie olfatoria de la nariz humana es de 5 cm cuadrados, el

área olfativa del perro es de 150 cm cuadrados. El número de células olfatorias del hombre es de 5 millones, en el perro puede llegar a 220 millones, por lo tanto la capacidad olfativa del perro es considerablemente superior a la humana. El poder del olfato canino no reside únicamente en la incalculable concentración de células sensoriales, sino, fundamentalmente, en la forma que ejercen su función (Grodsinsky, 2003).

El sentido del olfato de los perros se caracteriza tanto por su sensibilidad como por su capacidad de discriminación especialmente en el llamado “cono de olor”. Para una amplia variedad de compuestos, la concentración mínima en el aire que puede ser captada por el olfato del perro es entre 10^3 y 10^8 veces inferior a la detectable por los humanos (Manteca, 1997). El perro muestra además una extraordinaria capacidad de discriminación entre diferentes estímulos olfatorios, presumiblemente muy parecidos para el humano. En este sentido, algunos autores han comparado la capacidad de discriminación olfativa del perro con la capacidad de discriminación visual de los humanos (Manteca, 1997).

La discriminación requiere en la mayoría de los casos un buen adiestramiento. No cabe duda que la práctica continua mejora tanto la capacidad de trabajo de la mente del perro como la aptitud discriminatoria de su sentido del olfato. Se ha descubierto que los resultados que se obtienen con el sentido del olfato dependen, tanto en el caso del ser humano como del perro, del adiestramiento recibido (PDI, s.f.).

Discriminar olores sutiles puede ser tarea muy difícil. Los perros son capaces de encontrar un determinado olor en un lugar que esté lleno de otros olores. Así mismo, es probable que los perros, al igual que los seres humanos, se sientan muy perturbados por olores fuertes que les sean desconocidos. En este caso, debe ser parte del adiestramiento del perro el ponerle en contacto con una gran variedad de olores y ambientes (PDI, s.f.).

Los perros pueden ser entrenados para detectar una amplia gama de olores. El entrenamiento con hasta 10 tipos de aromas diferentes no afecta los introducidos anteriormente, por lo tanto, no es de importancia si la esencia ocupa el primer lugar o el decimo lugar en ser enseñado al perro. Incluso, los perros tienden a aprender los olores

adicionales cada vez con mayor facilidad, como lo demuestra la disminución del número de ensayos requeridos para enseñar nuevos aromas. Además, el número de veces que se debe realizar reforzamiento de los aromas no aumenta al incrementar la cantidad de olores a detectar (Williams y Johnston, 2002).

El olfato, o la interpretación de los estímulos que llegan a la nariz, son muy complejos. Afortunadamente, desde el punto de vista práctico es todavía posible, con una cierta selección, encontrar un perro que esté dispuesto y tenga la aptitud de utilizar su sentido del olfato para encontrar un determinado olor o hasta varios tipos distintos de olor (PDI, s.f.).

Pruebas comparativas entre la máquina escáner de rayos X y la brigada canina SAG.

Tanto el control realizado en la máquina de rayos X como el realizado por la brigada canina, actúan como prueba diagnóstica, ya que deben ser capaces de diagnosticar si un equipaje porta (positivo) o no porta (negativo) algún elemento calificado como riesgo potencial.

La validez de una prueba diagnóstica puede ser determinada por la sensibilidad y la especificidad del método, junto a los valores predictivos positivos o negativos de ella. La sensibilidad (Se) es la probabilidad de que una prueba identifique correctamente a los positivos y la especificidad (Sp) es la probabilidad de que una prueba identifique correctamente a los negativos. Por lo tanto, los verdaderos positivos (VP) son los casos realmente positivos y positivos a la prueba y los verdaderos negativos (VN) son los casos realmente negativos y negativos a la prueba (Dooho *et al.*, 2003).

El control fronterizo no siempre es infalible, existiendo por lo tanto, diagnósticos que pueden corresponder a falsos positivos (FP) y otros que pueden corresponder a falsos negativos (FN). Los falsos positivos lo componen los realmente negativos, pero positivos a la prueba y los falsos negativos son los realmente positivos, pero negativos

a la prueba (Dooho *et al.*, 2003). Bajo este supuesto, la exactitud de las pruebas estará determinada por la proporción de positivos y negativos identificados correctamente por la prueba, o sea a la capacidad de diagnosticar como verdaderos positivos a los casos que en la realidad si lo son (I+), correspondiendo esto a la sensibilidad, y también, a la capacidad de identificar correctamente los casos verdaderamente negativos del total de casos que son realmente negativos (I-), o sea la especificidad (Dooho *et al.*, 2003).

Un diseño epidemiológico cómodo para estimar estos indicadores consiste en obtener una muestra de n observaciones aleatorias y aplicar el criterio de verdad, esto es un conjunto de señuelos con positividad y negatividad conocida (denominado estándar de oro), a las dos pruebas de diagnóstico citadas.

HIPÓTESIS

Existen diferencias entre los diagnósticos a través de la máquina de escáner de rayos X y la brigada canina en la detección de productos de origen orgánico en el Control Fronterizo del Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y comparar entre sí y con un estándar de oro, los métodos de detección de productos de origen orgánico, utilizados en el Control Fronterizo SAG del Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Estimar la sensibilidad, especificidad y los valores predictivos positivos/negativos del Control Fronterizo utilizando el método de la máquina escáner de rayos X y la brigada canina SAG como prueba diagnóstica.
- 2- Comparar la sensibilidad y especificidad de los métodos de Control Fronterizo como pruebas diagnóstica, entre sí y con el estándar de oro.
- 3- Determinar concordancia y si existe significancia estadística en los cambios por el uso del método basado en la máquina escáner de rayos X y la brigada canina SAG en el Control Fronterizo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez de Santiago (AMB), Chile, en la zona de Control Fronterizo del Servicio Agrícola y Ganadero aplicando el criterio de verdad mediante el mismo señuelo estándar (estándar de oro) en los dos métodos de inspección (brigada canina y máquina escáner de rayos X), determinando así un estudio en muestras asociadas.

Para realizar una estimación de las detecciones verdaderas o falsas por parte de la brigada canina SAG y por los operadores de las máquinas escáner de rayos X, se aplicó una prueba experimental constituida de 2 fases consecutivas, originando un experimento con muestras asociadas ya que cada observación o señuelo, fue diagnosticada desde el punto de vista epidemiológico en forma paralela, por la brigada canina y por la máquina de rayos X.

Para este efecto, se fabricó un conjunto de 8 señuelos estándar o de nivel de dificultad media (Gómez, 2008), donde cada uno fue conformado por una caja que en su interior contuvo: 1 producto a probar, 2 zapatos, 1 toalla o chaleco, 1 cepillo de dientes, 1 tenedor y diario levemente arrugado para acomodar los productos.

Los señuelos fueron contruidos buscando representar una situación promedio de la realidad, o sea, con los productos que normalmente más se detectan en el Control Fronterizo de aeropuerto AMB de Santiago, considerándose además, parte de los productos que representan un mayor riesgo para el patrimonio fitozoosanitario de nuestro país (Gómez, 2008).

Cada señuelo fue debidamente identificado, mediante un código, para que el inspector(a) guía de la brigada canina y el operador de la máquina escáner de rayos X, registre la identificación y el diagnóstico dado al señuelo en un formulario (Anexo N° 2), para su posterior comparación con el criterio de verdad.

Las claves de identificación de los señuelos elaborados, su condición de positivo (+) o negativo (-) y el correspondiente componente principal o producto que contiene, se describen en el siguiente esquema:

Clave de identificación del señuelo	Componente principal (producto)
A+	1 Manzana
B+	Jamón 400 gr.
C+	1 Chorizo
D+	Bolsa de pasas
A -	3 Koyaks (caramelos)
B -	Paquete Hierba mate
C -	Frasco de Colado
D -	Sin producto

(Gómez, 2008).

Elección del tamaño de muestra:

El tamaño de muestra mínimo necesario para la comparación de sensibilidad entre las técnicas, fue determinado en 288 observaciones. El cálculo se realizó a través del programa computacional Epidat 3.0 (Hervada *et al.*, 2004), utilizando la opción para comparación de pruebas diagnósticas emparejadas considerando una sensibilidad de 79% (Gómez, 2007) en la línea de revisión por máquinas, una diferencia de un 15% de sensibilidad esperada, un nivel de confianza de 95% y una potencia de 80%, junto a la proporción conocida de positivos del estándar de oro.

En el caso de la determinación de las diferencias entre los métodos, se utilizó para el cálculo del tamaño de muestra, la fórmula para la Prueba de McNemar (Chow *et*

al., 2003), con un 95% de confianza y una potencia de 95% en este caso, se obtiene un $n = 126$ observaciones. En definitiva, se trabajará con el valor que cubre ambos eventos, o sea con 288 muestras observadas como mínimo.

FASE 1: Modelo experimental para medir la capacidad de detección de materia orgánica por la brigada canina SAG:

Este método utiliza el sentido del olfato de los perros previamente entrenados para la detección de productos orgánicos, que pueden ser sujetos a intercepción en el Control Fronterizo. En este caso fue utilizada la totalidad de los perros, ya que al ser solamente 10 no hubo problema en realizar la prueba con todos. Por otra parte, esta misma condición determinó que cada perro fuera utilizado en más de una oportunidad para completar el número de observaciones necesario. Esta asignación se realizó, respetando los turnos asignados a los perros, como parte de la rutina de trabajo en el aeropuerto.

El señuelo estándar fue el previamente descrito y se utilizó como criterio de verdad en ambas fases. Para la fase 1 se usaron bolsas plásticas cubriendo las cajas. La utilización de un envoltorio diferente entre perros, permitió que no exista, por una parte daño a la caja y por otra, algún sesgo por parte de los perros al detectar marcas anteriores en las cajas.

De este modo se enfrentó cada uno de los perros al conjunto de 8 señuelos y su guía evaluó como positiva (reconoce) o negativa (no reconoce) la respuesta del perro, llenando un formulario con el código y el diagnóstico correspondiente.

En total se completaron 288 observaciones por parte de la brigada canina, donde cada una de estas observaciones tuvo su par en los inspectores utilizando la máquina de escáner.

FASE 2: Modelo experimental para medir la capacidad de detección de materia orgánica a través de la máquina escáner de rayos X:

La prueba experimental consistió en extraer una muestra de inspectores(as), que se seleccionó aleatoriamente de la dotación total del Control Fronterizo (CF), considerando el personal fijo y el personal en rotación existente en el día de la observación, en este caso 36 inspectores. En consecuencia, se debió disponer de un listado debidamente numerado, del total de funcionarios del CF y utilizando una tabla de números aleatorios, se escogió al azar los inspectores(as), según la cantidad requerida para el día de la observación. En este caso, dado el contingente de inspectores en el Control Fronterizo, se privilegió inspectores diferentes, es decir un muestreo sin reemplazamiento. Estos inspectores(as) observaron, mediante el procedimiento de revisión habitual, el conjunto de 8 señuelos, para determinar la presencia (positivo) o no (negativo) de productos orgánicos de posible riesgo.

Cada inspector(a) se enfrentó al conjunto de cajas, contestando la siguiente pregunta en un formulario de respuestas: “¿logra usted identificar en la caja un producto o subproducto de riesgo que debería decomisar?”.

Análisis estadístico de los resultados:

Con los resultados obtenidos fue posible conformar una tabla de contingencia de 2x2, para cada uno de los métodos; una para los resultados dados en las máquinas escáner de rayos X y otra con los datos dados por la brigada canina SAG.

		Realidad o estándar de oro		
		+	-	
Prueba Diagnóstica	+	VP	FP	P+
	-	FN	VN	P-
		I+	I-	N

Con estos datos fue posible determinar las propiedades de las pruebas diagnósticas mediante el cálculo de diversos indicadores como, sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos/negativos y otros.

Si bien es cierto que la sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos pueden considerarse los índices fundamentales en la evaluación de la eficacia de una prueba diagnóstica, ellos no son los únicos índices conocidos. En primer lugar, tienen la desventaja de ser cuatro, o sea, en general resulta engorroso tener que caracterizar una prueba diagnóstica, muchas veces sencilla intrínsecamente, con cuatro indicadores distintos. En segundo lugar, a pesar de que permiten un conocimiento casi completo de la capacidad diagnóstica de una prueba y su desempeño en la práctica, no abordan todas las aristas posibles en esa evaluación.

Por la razón anterior se decidió incorporar otros estadígrafos, como el Índice de Youden y la razón de verosimilitud, para medir la eficiencia del diagnóstico, indicadores que son una combinación de la sensibilidad y de la especificidad.

El índice de Youden refleja la diferencia entre la tasa de verdaderos positivos y la de falsos positivos. Una buena prueba debe tener alta esta diferencia, por lo tanto entre más cercano a 1, mejor es la prueba diagnóstica que se está evaluando.

La razón de verosimilitud positiva es la razón entre la probabilidad que de resultado (+) en los realmente (+) y la probabilidad que de (+) en los realmente (-) siendo la prueba mejor, mientras más alto sea el indicador. Y la razón de verosimilitud negativa, es la razón entre la probabilidad que la prueba de resultado (-) en los que son realmente (+) y la probabilidad de que de (-) en los realmente (-), siendo este estadígrafo mejor mientras sea más cercano a cero.

El índice de Kappa permitió medir la concordancia entre los diagnósticos, más allá de lo debido al azar. En este caso, se calculó la diferencia entre la proporción de acuerdo observado y la proporción de acuerdo esperado por el azar, si la diferencia es

positiva, ello indica que el grado de acuerdo es mayor que el que cabría de esperar si sólo estuviera operando el azar. La existencia de un estándar de oro permitió la comparación de los índices Kappa de ambos diagnósticos. Otra manera de comparar los métodos fue a través de la Prueba de McNemar para la significancia de los cambios, lo que permitió evaluar cambios en el diagnóstico de cada uno de los métodos, comparados con el estándar de oro (Taucher, 1997).

El diseño experimental planteado permitió el uso de pruebas múltiples en paralelo, lo que a su vez permitió estimar la sensibilidad y especificidad del Control Fronterizo en su conjunto.

Los métodos estadísticos citados, cómo los fundamentos teóricos de ellos pueden encontrarse en el Manual Programa Epidat 3.0 (Hervada *et al.*, 2004), que es un software de manejo estadístico epidemiológico de datos de dominio público, que está a libre disposición en la web.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar que los perros parecen ser muy eficaces en la detección de una amplia variedad de sustancias (Manteca, 1997), es poco lo que se sabe acerca de cómo realizan las tareas de detección o la eficacia con que lo hacen. Del mismo modo se sabe poco acerca de cómo optimizar su rendimiento.

Con el fin de evaluar plenamente la eficacia de este método, integrarlo con otras técnicas, comprender sus limitaciones y seguir su desarrollo, este debe ser sometido a evaluación científica tal como se hace en otras áreas del conocimiento.

El Cuadro N° 1 relaciona la clasificación del estándar de oro, con los resultados dados por la detección de los señuelos por la brigada canina SAG. Se observa que, gran cantidad de negativos reales son diagnosticados como negativos por los perros, mientras que una baja cantidad de positivos reales son diagnosticados correctamente por la brigada canina, lo que lleva a que gran cantidad de positivos estén dados como negativos por la prueba (falsos negativos).

En el Cuadro N° 1 se muestran los índices estadísticos más comúnmente utilizados para la descripción y evaluación de pruebas diagnósticas (Hervada, *et al* 2004). Los resultados del diagnóstico de la brigada canina en el aeropuerto de Santiago, muestran una sensibilidad que alcanzó un 25,0%, lo que indica que el 25,0% de los señuelos positivos utilizados, fueron detectados correctamente por la brigada canina. Este valor se puede catalogar como bajo, ya que sólo un cuarto de los señuelos positivos que contenían un producto de origen orgánico de riesgo estarían siendo detectados por los perros. Dado que se utilizaron 4 productos positivos y 4 negativos, más adelante se analizará cada uno de ellos (Cuadro N° 10) ya que muestran diferencias entre sí.

CUADRO N° 1

CLASIFICACIÓN DE LOS SEÑUELOS SEGÚN EL ESTÁNDAR DE ORO Y EL DIAGNÓSTICO DE LA BRIGADA CANINA Y LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES PARA LA EVALUACIÓN DE UNA PRUEBA DIAGNÓSTICA

		ESTÁNDAR DE ORO		Total
		Positivo	Negativo	
BRIGADA CANINA	Positivo	36	22	58
	Negativo	108	122	230
Total		144	144	288

SENSIBILIDAD (%) = 25,0

ESPECIFICIDAD (%) = 84,7

ÍNDICE DE VALIDEZ (%) = 54,9

VALOR PREDICTIVO + (%) = 62,1

VALOR PREDICTIVO - (%) = 53,0

ÍNDICE DE YAUDEN = 0,10

RAZÓN DE VEROSIMILITUD + = 1,64

RAZÓN DE VEROSIMILITUD - = 0,89

Por otra parte, la especificidad en el diagnóstico de la brigada canina alcanza un 84,7%, lo que indica que un 84,7% de los señuelos negativos usados, están siendo detectados correctamente por los perros. Si bien es deseable en este caso un indicador alto, es más importante que los perros reconozcan los productos de riesgo, pues en la práctica lo que se necesita es que los perros detecten los productos orgánicos riesgosos que eventualmente puedan portar los pasajeros, y por lo tanto, disminuir la probabilidad de ingreso al país de una plaga o una enfermedad.

El índice de validez, define la proporción de señuelos clasificados correctamente, ya sean positivos o negativos (Hervada, *et al* 2004), que en este caso alcanza a un 54,9% del total de los señuelos. Es decir, poco más de la mitad de los señuelos se diagnosticó correctamente por los perros, pero se debe indicar además que la proporción menor corresponde a los señuelos positivos, lo que origina un riesgo sanitario en el control fronterizo.

El valor predictivo positivo de la brigada canina alcanzó un 62,1%, lo que quiere decir que existe un 62,1% de certeza, que un resultado positivo determinado por la brigada canina sea realmente positivo, por lo tanto, los perros diagnostican pocos casos positivos, pero generalmente los que diagnostican como tal tienden a ser correctos. El valor predictivo negativo indica que hay un 53,0% de certeza, que lo obtenido sea realmente negativo si el resultado dado por la brigada es negativo. En este caso, en los resultados dados como negativos por los perros hay una mayor probabilidad de equivocación.

El índice de Youden es una medida conjunta de eficiencia de una prueba diagnóstica y refleja la diferencia entre la proporción de verdaderos positivos y la proporción de falsos positivos. Una buena prueba diagnóstica debe tener alta esta diferencia, entre más cercano a 1, mejor es la prueba. En este estudio para la brigada canina el resultado fue de 0,10, valor que se puede calificar de insuficiente para una prueba diagnóstica (Hervada *et al.*, 2004). Además, se debe recordar que este índice al resultar de la combinación de los valores de sensibilidad y especificidad observados, se pierde la idea de si la prueba diagnóstica es buena o mala en sensibilidad o especificidad o viceversa, lo que podría perfectamente corresponder a este caso (Hervada *et al.*, 2004).

Una buena prueba diagnóstica, debe tener una razón de verosimilitud negativa cercana a 0 y una Razón de verosimilitud positiva alta, sin límite superior. La razón de verosimilitud combina la información que proviene de la sensibilidad y la especificidad y es definida como la razón entre la probabilidad de un resultado en los positivos y la probabilidad del mismo resultado en los negativos (Hervada *et al.*, 2004).

Los resultados muestran que la razón de verosimilitud positiva para la brigada canina es de 1,64, lo que quiere decir que es 1,64 veces más probable que la prueba sea positiva en los realmente positivos que en los negativos. En cambio, la razón de verosimilitud negativa es 1,12 (1/0,89) veces mayor la probabilidad, que de un resultado negativo en los negativos que en los positivos. En consecuencia, en el caso de la brigada canina es más probable que los positivos, más que los negativos, sean detectados correctamente, a pesar de la baja sensibilidad, dado fundamentalmente por el alto número de falsos negativos.

El control por escáner de rayos X es el método más eficaz de controlar las mercancías en equipajes sin necesidad de abrirlos (SAG, 2008), la velocidad de escaneo, el poder de penetración, su excelente resolución espacial y la flexibilidad de este sistema son factores claves, que convierte en la actualidad a esta técnica en una de las más utilizadas para el control de fronteras, surgiendo como necesidad su evaluación.

El Cuadro N° 2 muestra los resultados de los mismos indicadores utilizados anteriormente, pero en este caso para la visualización de los señuelos a través de la máquina escáner de rayos X realizado por los inspectores del aeropuerto. Se observa que un mayor número (101) de los 144 positivos reales son diagnosticados como positivos, mientras que una menor cantidad (62) de los 144 negativos reales son diagnosticados correctamente por los inspectores. Esto significa que una cantidad importante de negativos están siendo catalogados como positivos a nivel de máquina escáner, lo que determina una alta cantidad de falsos positivos. Esta tendencia podría estar indicando que los inspectores tienden a asegurar que no ingresen productos prohibidos al país.

CUADRO N° 2

CLASIFICACIÓN DE LOS SEÑUELOS SEGÚN EL ESTÁNDAR DE ORO Y EL DIAGNÓSTICO DE LA MÁQUINA ESCÁNER Y LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES PARA LA EVALUACION DE UNA PRUEBA DIAGNÓSTICA.

		ESTÁNDAR DE ORO		Total
		Positivo	Negativo	
MÁQUINA ESCÁNER	Positivo	101	82	183
	Negativo	43	62	105
	Total	144	144	288

SENSIBILIDAD (%) = 70,1

ESPECIFICIDAD (%) = 43,1

ÍNDICE DE VALIDEZ (%) = 56,6

VALOR PREDICTIVO + (%) = 55,2

VALOR PREDICTIVO - (%) = 59,1

ÍNDICE DE YAUDEN = 0,13

RAZÓN DE VEROSIMILITUD + = 1,23

RAZÓN DE VEROSIMILITUD - = 0,69

Los indicadores estadísticos muestran que la sensibilidad a nivel de máquina escáner de rayos X como prueba diagnóstica es de un 70,1%, lo que quiere decir que el 70,1% de los positivos son detectados correctamente en este punto. Este es un valor que puede catalogarse como aceptable, ya que un menor porcentaje de productos de riesgo podría estar ingresando al país sin ser detectado por las máquinas de rayos X. Sin embargo el control fronterizo puede ser mejorado, si bien es difícil que sea totalmente inviolable, la sensibilidad puede alcanzar un valor superior.

Por otra parte, la especificidad alcanza un 43,1%, lo que significa, que el 43,1% de los negativos reales es detectado correctamente a nivel de máquina escáner de rayos X. Cabe recordar que este análisis se realiza con todos los productos tanto negativos como positivos, pero hay diferencias entre ellos (Cuadro N° 11), que se analizarán más adelante.

Además en el Cuadro N° 2 se describen otros indicadores estadísticos, que si bien no son los más comúnmente utilizados, permiten evaluar de buena forma la efectividad de una prueba diagnóstica. Entre ellos, el índice de validez, permite definir la proporción de señuelos clasificados correctamente, lo que en este caso se interpreta que el 56,6% de los señuelos, fueron diagnosticados correctamente, enfatizando que tiene prioridad el diagnóstico correcto de los positivos (Hervada *et al.*, 2004).

Los valores predictivos positivo y negativo dan como resultado 55,2% y 59,1% respectivamente, lo que quiere decir, que mientras hay un 55,2% de probabilidad que los positivos dados en la máquina escáner de rayos X sean realmente positivos, hay un 59,1% de probabilidad que el resultado sea realmente negativo si tiene un resultado negativo al diagnóstico dado a nivel de máquina escáner.

El índice de Youden, para las máquinas obtuvo como resultado 0,13, esto quiere decir, que la tasa de verdaderos positivos no supera ampliamente a la de falsos positivos. Este es un valor que puede considerarse insuficiente para una prueba diagnóstica, ya que no habría una alta probabilidad de detectar correctamente los casos positivos, existiendo por lo tanto, una alta probabilidad de error.

La razón de verosimilitud positiva a nivel de máquinas de rayos X es de 1,23, lo que quiere decir que es 1,23 veces más probable que la prueba sea positivo en los realmente positivos que en los negativos. En cambio, la razón de verosimilitud negativa es 1,44 veces (1/0,69) más probable que la prueba sea negativa en los realmente negativos que en los positivos.

CUADRO N° 3

CLASIFICACIÓN DE LOS SEÑUELOS SEGÚN EL DIAGNÓSTICO DE LA MÁQUINA ESCÁNER Y EL DIAGNÓSTICO DE LA BRIGADA Y LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES PARA LA EVALUACIÓN DE UNA PRUEBA DIAGNÓSTICA.

		MÁQUINA ESCÁNER		Total
		Positivo	Negativo	
BRIGADA CANINA	Positivo	47	11	58
	Negativo	136	94	230
	Total	183	105	288

SENSIBILIDAD (%) = 25,7

ESPECIFICIDAD (%) = 89,5

ÍNDICE DE VALIDEZ (%) = 49,0

VALOR PREDICTIVO + (%) = 81,0

VALOR PREDICTIVO - (%) = 40,9

ÍNDICE DE YAUDEN = 0,15

RAZÓN DE VEROSIMILITUD + = 2,45

RAZÓN DE VEROSIMILITUD - = 0,83

En el Cuadro N° 3 se muestra el análisis que relaciona ambos métodos descritos, considerando como referencia (verdad) la máquina escáner de rayos X. En consecuencia se observa una mayor cantidad de observaciones dadas como positivas por el diagnóstico a través de la máquina escáner y una mayor cantidad dada como negativa por la brigada canina, el problema de esta comparación es que sólo muestra las diferencias de ambos métodos, pero sin poder distinguir lo correcto (estándar de oro), por ejemplo; una observación dada como positiva por ambos métodos no necesariamente es positiva en la realidad, por lo tanto, esta comparación permitirá en términos generales evaluar diferencias entre ambos métodos, pero sin un real valor estadístico de la prueba en si misma. Este caso constituye un muy buen ejemplo

académico para mostrar cuán equivocadas pueden ser las conclusiones al comparar los resultados de dos pruebas diagnósticas, sin disponer de un estándar de oro.

Sólo un 25,7% del total de señuelos detectados como positivos en la máquina está siendo detectado como positivo por la brigada canina. Por lo tanto, al comparar ambos métodos se describe una muy baja sensibilidad de la brigada, ya que como se indicara anteriormente las máquinas tienden a diagnosticar alta cantidad de positivos y por el contrario, los perros diagnostican alta cantidad de negativos.

Con la especificidad ocurre lo contrario, el 89,5% de los negativos a nivel de máquina, es detectado por la brigada, ya que como en las máquinas se detectan pocos negativos, gran porcentaje de estos son detectados por los perros, ya que estos últimos sí, diagnostican gran cantidad alcanzando, por lo tanto, una alta especificidad. Estos resultados son muy dispares a los de ambos métodos separadamente con el estándar de oro, lo que permite concluir la necesidad que en este tipo de estudios se disponga de un estándar de oro, pues de no ser así los indicadores, que si bien se pueden calcular, pueden inducir a errores en la interpretación del problema.

El índice de validez, que permite definir la proporción de señuelos clasificados correctamente, es de un 49,0%, lo que quiere decir, que el 49,0% de los señuelos, fue diagnosticado correctamente, recordando que esto se refiere solamente a las coincidencias de ambos métodos y no necesariamente a la verdad.

Para los valores predictivos positivo y negativo, se obtiene como valor 81,0% y 40,9% respectivamente, lo que quiere decir que el 81,0% de los positivos dados por la brigada son, también, diagnosticados como positivos a nivel de las máquinas, ya que como los perros detectan pocos positivos muchos de esto son detectados por las máquinas. Al contrario, el 40,9% de los señuelos detectados como negativos por los perros son detectados por las máquinas, esto debido a que los perros detectan muchos negativos y en las máquinas lo hacen pero en menor proporción.

Para la comparación de ambos métodos el índice de Youden entrega un valor de 0,15, que es un mejor valor del que dan las pruebas por separado, aunque no es significativo. No obstante, continúa por debajo de lo requerido para una buena prueba y refleja una concordancia entre ambas técnicas, pero no así con la realidad del estándar de oro.

La razón de verosimilitud positiva es de 2,45 para la relación diagnóstico en máquina de escáner/ brigada canina, lo que quiere decir que es 2,45 veces más probable que la prueba sea positivo a nivel de los perros, en los positivos a la máquina, que en los negativos. En cambio, la razón de verosimilitud negativa es 1,21 veces (1/0,83) más probable que la prueba sea negativa a nivel de brigada canina, en los negativos a la máquina, que en los positivos.

El Cuadro N° 4 evalúa el grado de concordancia de la brigada canina con el estándar de oro, a través del acuerdo observado y esperado, y el índice Kappa de Cohen. El primero sólo expresa el porcentaje de acuerdo entre ellos, o sea, en que medida hay coincidencia entre la brigada canina y la verdad (Hervada *et al.*, 2004).

CUADRO N° 4

CONCORDANCIA DEL DIAGNÓSTICO DE LA BRIGADA CANINA CON EL ESTÁNDAR DE ORO					
ESTÁNDAR DE ORO					
		POSITIVO	NEGATIVO		
BRIGADA CANINA	POSITIVO	36	22	58	
	NEGATIVO	108	122	230	
	TOTAL	144	144	288	
PROPORCIÓN DE ACUERDO OBSERVADO				0,548	
PROPORCIÓN DE ACUERDO ESPERADO				0,500	
ÍNDICE KAPPA				0,097	
LÍMITES AL 95% PARA $H_0 = 0$				0,005 - 0,189	

El índice Kappa (Cohen) relaciona el acuerdo o concordancia más allá del debido azar, este calcula la diferencia entre la proporción de acuerdo observado y la proporción de acuerdo esperado por el azar. Si ésta es igual a cero, entonces el grado de acuerdo que se ha observado puede atribuirse enteramente al azar. Si la diferencia es positiva, ello indica que el grado de acuerdo es mayor que el que cabría esperar si sólo estuviera operando el azar y viceversa. En el caso que la diferencia sea negativa, entonces los datos estarían exhibiendo menos acuerdo que el que se espera sólo por concepto de azar, esto último muy improbable. Para la brigada canina se obtiene por valor 0,097, con límites entre 0,005 y 0,189. El valor de Kappa se considera aceptable sobre 0,40 y excelente sobre 0,75, los valores obtenidos se encuentran muy por debajo del límite aceptable, por lo que se puede inferir que no habría concordancia estadísticamente significativa en el diagnóstico dado por la brigada canina y el estándar de oro mediante este indicador (Hervada *et al.*, 2004).

Es innegable señalar que la anatomía del perro le permite captar diferentes estímulos olfatorios que difícilmente pueden ser percibidos por los seres humanos (Manteca, 1997). A pesar de esto, las posibles causas de por qué las detecciones realizadas por los perros, resultan tan bajas en comparación a las que realmente deberían detectar, llevándolos a tener una baja concordancia con el estándar de oro, puede deberse principalmente al entrenamiento, ya que se ha demostrado que los resultados que se obtienen en la detección olfativa dependen primordialmente del adiestramiento recibido (PDI, s.f.). Esto último podría explicarse por la reciente implementación de este sistema.

Por otro lado, también puede estar influenciado por la selección de los animales, ya que deben ser perros dispuestos a realizar este trabajo y que posean la aptitud de utilizar su sentido del olfato para encontrar un determinado olor (PDI, s.f.).

El Cuadro N° 5 evalúa el grado de concordancia en el diagnóstico a través de la máquina escáner de rayos X y el estándar de oro, mediante el cálculo del acuerdo observado y esperado, y el Kappa de Cohen, dando como resultado para el acuerdo observado 0,567, lo que quiere decir que existe un 56,7 % de coincidencia en el diagnóstico de los señuelos, dados por la máquina de escáner y el estándar de oro.

Para el índice Kappa (Cohen) se obtiene por valor 0,132, con límites entre 0,020 y 0,240. Este valor a pesar de ser mayor al obtenido por la brigada canina no alcanza a ser considerado aceptable para un método diagnóstico, por lo que tampoco existiría concordancia estadísticamente significativa entre el diagnóstico dado en las máquinas escáner de rayos X y el estándar de oro en términos globales.

CUADRO N° 5

CONCORDANCIA DEL DIAGNÓSTICO DE LA MÁQUINA ESCÁNER CON EL ESTÁNDAR DE ORO				
		ESTÁNDAR DE ORO		
		POSITIVO	NEGATIVO	
MÁQUINA ESCÁNER	POSITIVO	101	82	183
	NEGATIVO	43	62	105
	TOTAL	144	144	288
PROPORCIÓN DE CONFORMIDAD OBSERVADA				0,567
PROPORCIÓN DE CONFORMIDAD ESPERADA				0,500
ÍNDICE KAPPA				0,132
LÍMITES AL 95% PARA $H_0 = 0$				0,020 - 0,240

La detección de materia orgánica a través del escáner de rayos X es un buen método para lograr la intercepción de productos que pongan en riesgo las condiciones sanitarias del país, que este método alcance su capacidad máxima de detección se debe al grado de capacitación de los inspectores, más que a posibles distracciones (Gómez, 2007).

En general queda demostrado que los inspectores en casos de sospechas prefieren pasar a la etapa de inspección manual y asegurarse que la imagen de la pantalla no sea un producto de riesgo, esto puede ser la causa de por qué los inspectores clasifican muchos productos como riesgosos, siendo que no lo son, lo que los lleva a una baja concordancia con el estándar de oro.

CUADRO N° 6

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE KAPPA EN RELACIÓN A ESTÁNDAR DE ORO Y COMPARACIÓN ENTRE AMBOS DIAGNÓSTICOS.

KAPPA EN BRIGADA	0,097	SE = 0,047
KAPPA EN MÁQUINA	0,132	SE = 0,056
KAPPA GLOBAL	0,112	LIM 95%: 0,041 - 0,182

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE KAPPAS

CHI CUADRADO = 0,224
GL = 1
VALOR DE P = 0,636 NO SIGNIFICATIVO

El Cuadro N° 6 compara los índices Kappa de la brigada canina y del diagnóstico en las máquinas escáner de rayos X, ambos en relación al estándar de oro. Este método permite determinar si existen diferencias entre ambos Kappas, para el Kappa global se obtiene el valor 0,112, el cual es un resumen de la comparación de ambos Kappas, con límites entre 0,041 y 0,182, y para la prueba de homogeneidad, que contrasta la hipótesis nula de que ambos coeficientes Kappa que se comparan son iguales, se obtiene por resultado de chi cuadrado = 0,224 con un valor de p de 0,636 ($p > 0,05$) por lo tanto, no significativo, lo que quiere decir que no habría diferencias estadísticas entre ambos indicadores, ya que al no ser significativo no se puede rechazar la hipótesis nula de que ambos métodos son iguales, asumiéndose que sí se asemejan, pero ambos son valores bajos (Hervada *et al.*, 2004).

CUADRO N° 7

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: PRUEBA DE McNEMAR PARA PROBAR
LA SIGNIFICANCIA DE LOS CAMBIOS DE DIAGNÓSTICO EN
BRIGADA CANINA, RESPECTO AL ESTÁNDAR DE ORO.**

**DIAGNÓSTICO EN BRIGADA : Sensibilidad = 0,250
Especificidad = 0,847**

ESTÁNDAR DE ORO

		ESTÁNDAR DE ORO		
		POSITIVO	NEGATIVO	
BRIGADA CANINA	POSITIVO	36	22	58
	NEGATIVO	108	122	230
	TOTAL	144	144	288

McNemar test corregido Chi cuadrado = 55,6 P value = 0,000

El Cuadro N° 7 muestra los resultados de la prueba de McNemar, la cual es un análisis de las sensibilidades, para evaluar la significancia de los cambios de diagnóstico de la brigada canina respecto al estándar de oro. Se obtuvo como resultado un valor para Chi cuadrado de 55,6, y un $p < 0,05$ por lo tanto significativo, esto significa que los cambios de diagnóstico de la brigada canina respecto del estándar de oro son significativos, con tendencia a entregar un mayor número de negativos que los reales (Hervada *et al.*, 2004).

Esto permite confirmar lo anteriormente discutido, la brigada canina se encuentra detectando en general un bajo porcentaje de productos riesgosos, no existe un buen grado de concordancia entre la detección por parte de la brigada y el estándar de oro y además, existen un significativo cambio en el diagnóstico dado por ésta en comparación a la verdad, lo que es sumamente inconveniente y perjudica profundamente la función del Servicio Agrícola y Ganadero a nivel nacional (Chile,

1989), que busca por sobre todo impedir el ingreso de enfermedades o plagas que sin duda pueden poner en riesgo nuestra condición sanitaria.

El Cuadro N° 8 muestra los resultados de la prueba de McNemar, para evaluar la significancia de los cambios de diagnóstico entre la máquina escáner y el estándar de oro.

El resultado muestra diferencias significativas Chi cuadrado = 11,6 $p < 0,05$ que se interpreta como que los cambios de diagnóstico respecto al estándar de oro, son significativos.

Lo anterior se debe principalmente a la alta clasificación de positivos dados por los operadores de las máquinas de escáner de rayos X, lo que vuelve el resultado no concordante con el estándar de oro y con cambios significativos. Esto puede estar influido por el criterio de no correr el riesgo de permitir la entrada de productos prohibidos al país, que en caso de dudas, se clasifica como positivo y pasan a inspección manual.

Un resumen interpretativo con los principales indicadores estadísticos analizados anteriormente, permite a este nivel tener una visión global de los resultados obtenidos con ambas técnicas de detección de productos orgánicos en el aeropuerto de Santiago, consideradas desde el punto de vista metodológico, como pruebas diagnósticas para su análisis epidemiológico (Hervada *et al.*, 2004).

CUADRO N° 8

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: PRUEBA DE McNEMAR PARA PROBAR
LA SIGNIFICANCIA DE LOS CAMBIOS DE DIAGNÓSTICO EN
MÁQUINA ESCÁNER, RESPECTO AL ESTÁNDAR DE ORO.**

**DIAGNÓSTICO EN MÁQUINA : Sensibilidad = 0,701
Especificidad = 0,431**

ESTÁNDAR DE ORO

		ESTÁNDAR DE ORO		
		POSITIVO	NEGATIVO	
MÁQUINA ESCÁNER	POSITIVO	101	82	183
	NEGATIVO	43	62	105
	TOTAL	144	144	288

McNemar test corregido Chi cuadrado =11,6 P value =0,001

Se debe destacar que los inspectores a través de la máquina de rayos X considerando todos los productos, muestran una mayor sensibilidad (70,1%), pero la brigada canina muestra una mayor especificidad (84,7%). El índice de validez del diagnóstico es similar en ambas líneas de inspección con un 56,6% en máquinas y un 54,9% en la brigada. El valor predictivo de positivos es ligeramente mayor en la brigada canina (62%) que en las máquinas (55,2%), relación que se invierte en el caso del valor predictivo negativo con un 59,1% en máquinas respecto al 53% de la brigada canina. En ambas líneas el índice Kappa no es significativo. Finalmente la prueba de McNemar para la significancia de los cambios respecto del estándar de oro resulta significativa en ambas líneas de inspección.

Un análisis detallado de cada uno de los señuelos usados en esta investigación permite observar algunas diferencias entre ellos, que no fueron observadas en el análisis global anterior.

El Cuadro N° 9 muestra el resultado del diagnóstico (positivo o negativo) efectuado por la brigada canina, considerando cada tipo de señuelo dispuesto en el diseño experimental (Gómez, 2008). De un total de 144 observaciones positivas, donde cada uno de los señuelos fue presentado 36 veces, el producto manzana fue la que presentó un mayor grado de detección por parte de los perros, ya que de las 36 veces que fue expuesta, 24 veces fue marcada por ellos como positiva, o sea la manzana tiene 66,7% de sensibilidad. Luego le siguen en orden descendente el jamón (13,9%), las pasas (11,1%) y el chorizo con 8,3%. Estos valores que corresponden a la sensibilidad de cada señuelo, están por debajo de lo esperado, es muy baja la cantidad de detecciones por parte de la brigada canina y por lo tanto la sensibilidad promedio es de un 25,0%, lo que quiere decir que del total de señuelos positivos sólo este porcentaje está siendo detectado por los perros.

Estos resultados indican claramente un déficit en la capacidad de detección de algunos productos de riesgo a nivel de la brigada canina, lo rescatable en este caso es que la sensibilidad más alta corresponde a la manzana, que es el producto de más alto riesgo desde el punto de vista sanitario, por cuanto es el principal producto que puede introducir la mosca de la fruta en el país perjudicando la condición de exportador de fruta de calidad, que ha alcanzado Chile en los últimos años (Lobos *et al.*, 2005).

CUADRO N° 9**DIAGNÓSTICO EN LA BRIGADA CANINA
SEGÚN TIPO DE SEÑUELO**

TIPO DE SEÑUELO	DIAG. EN LA BRIGADA CANINA				
	POSITIVO		NEGATIVO		TOTAL
SEÑUELOS POSITIVOS	Nº	%	Nº	%	
A+ MANZANA	24	66,7	12	33,3	36
B+ JAMÓN	5	13,9	31	86,1	36
C+ CHORIZO	3	8,3	33	91,7	36
D+ PASAS	4	11,1	32	88,9	36
	36	25,0	108	75,0	144
SEÑUELOS NEGATIVOS	Nº	%	Nº	%	TOTAL
A- KOYAKS	8	22,2	28	77,8	36
B- HIERBA MATE	4	11,1	32	88,9	36
C- COLADO	6	16,7	30	83,3	36
D- SIN PRODUCTO	4	11,1	32	88,9	36
	22	15,3	122	84,7	144

Para los señuelos negativos el análisis es el mismo, de un total de 144 observaciones negativas porcentaje de acuerdo al estándar de oro, donde cada señuelo es expuesto 36 veces, un gran del total de negativos no es marcado por los perros (84,7%), o sea son considerados negativos. El señuelo que menos confusión produce en los perros, es la caja sin producto y la hierba mate (11,1% de falsos positivos). Luego le siguen muy de cerca los colados (16,7%), y los koyaks con un 22,2% de falsos positivos.

Estos valores muestran que la brigada canina es muy buena en especificidad pero muy baja en sensibilidad en algunos productos, gran problema ya que como se mencionó anteriormente lo que se busca en estas pruebas diagnósticas es su capacidad para detectar la mayor cantidad de equipaje que sea portador de materia orgánica, para disminuir el riesgo de introducción de plagas y enfermedades, que signifiquen pérdidas del patrimonio fitosanitario del país.

CUADRO N° 10**DIAGNÓSTICO EN LA MÁQUINA ESCÁNER DE RAYOS X
SEGÚN TIPO DE SEÑUELO**

TIPO DE SEÑUELO	DIAG. EN MAQUINA ESCANER RAYOS X				
	POSITIVO		NEGATIVO		TOTAL
SEÑUELOS POSITIVOS	Nº	%	Nº	%	
A+ MANZANA	35	97,2	1	2,8	36
B+ JAMÓN	13	36,1	23	63,9	36
C+ CHORIZO	34	94,4	2	5,6	36
D+ PASAS	19	52,8	17	47,2	36
	101	70,1	43	29,9	144

SEÑUELOS NEGATIVOS	Nº	%	Nº	%	TOTAL
A- KOYAKS	24	66,7	12	33,3	36
B- HIERBA MATE	23	63,9	13	36,1	36
C- COLADO	34	94,4	2	5,6	36
D- SIN PRODUCTO	1	2,8	35	97,2	36
	82	56,9	62	43,1	144

El Cuadro N° 10 muestra el resultado del diagnóstico (positivo o negativo) efectuado por los inspectores en la máquina escáner de rayos X del CF, considerando cada tipo de señuelo dispuesto en el diseño experimental. De un total de 144 observaciones positivas, donde cada uno de los señuelos fue presentado 36 veces, el producto manzana fue la que presentó un mayor grado de detección por parte de los inspectores, ya que de las 36 veces que fue expuesta en 35 fueron positivos, es decir una sensibilidad de un 97,2%, con sólo un 2,8% de falsos negativos. Similar es el caso de la detección de chorizo con un 94,4% de los casos. Se alcanza una sensibilidad global de 70,1%, por cuanto es influida esta sensibilidad por la alcanzada en las pasas 52,8% y el jamón con sólo un 36,1%.

Estos resultados determinan una mayor eficacia de los operadores de los rayos X sobre la brigada canina, alcanzando de igual forma una muy buena detección del producto manzana, que se señaló anteriormente es de un riesgo altísimo por ser posible

conductor de la mosca de la fruta (Lobos *et al.*, 2005). Pero además se agrega una muy buena detección del chorizo el cual también es un producto de muy alto riesgo al ser un probable portador de fiebre aftosa, enfermedad altamente contagiosa que genera enormes pérdidas económicas (OIE, 2009).

En los señuelos negativos se alcanzaron muy bajas especificidades, de 5,6% para los colados y de 33,3% y 36,1 para los koyaks y la hierba mate respectivamente. En el caso del señuelo sin producto se alcanza una alta especificidad del orden de un 97,2%. Las bajas especificidades descritas se deben a que en los señuelos negativos, se incluyeron productos llamados “distractores”, los que si bien no son un producto de riesgo, deben ser revisados ya que se asemejan enormemente a productos de alto riesgo como es la miel en el caso de colados y los frutos pequeños con los koyaks (Gómez, 2008).

El Cuadro N° 11 compara las sensibilidades del diagnóstico dado en la máquina escáner rayos X en el presente estudio, con los resultados de un estudio previo realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero (Gómez, 2007). En el estudio previo, de un total de 42 observaciones positivas, 33 fueron diagnosticadas correctamente por la visualización de la máquina de rayos X, obteniéndose una sensibilidad de un 78,57%, valor muy cercano al obtenido en el presente estudio en las máquinas de rayos X de 70,14% en sensibilidad. Al comparar estos valores de sensibilidad mediante el estadígrafo Z (Taucher, 1997), se alcanza un $Z = 0,876$ con un valor de $p = 0,381$ ($P > 0,05$), determinándose que no hay diferencias estadísticas significativas. Desde este punto de vista la sensibilidad ha permanecido constante, verificándose solamente fluctuaciones aleatorias por el muestreo.

CUADRO N° 11

COMPARACIÓN DE LA SENSIBILIDAD ENTRE DIAGNÓSTICOS EN LA MÁQUINA DE RAYOS X EFECTUADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO CON EL EFECTUADO ANTERIORMENTE POR EL SAG

	ESTUDIO ANTERIOR	ESTUDIO PRESENTE
NÚMERO CASOS (+)	33	101
N MUESTRAL	42	144
SENSIBILIDAD	78,57	70,14

LÍMITES DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA AL 95 % - $0,245 < D < 0,076$

PRUEBA DE COMPARACIÓN DE LA SENSIBILIDAD ESTADÍSTICO $Z = 0,876$

Valor de $p = 0,381$

Diferencia no significativa al 95%

Análogamente el Cuadro N° 12 muestra los resultados de la comparación anterior pero en este caso para la especificidad. En el estudio previo de un total de 28 observaciones negativas, 16 fueron detectadas correctamente en la máquinas escáner, llegando a una especificidad de un 57,14% (Gómez, 2007), valor un tanto superior al 43,06% de especificidad obtenido en el presente estudio, pero que al igual que en el caso de la sensibilidad la diferencia observada no es estadísticamente significativa $Z = 1,16$ con un $p = 0,245$ ($P > 0,05$).

CUADRO N° 12

COMPARACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD ENTRE DIAGNÓSTICOS EN MÁQUINA DE RAYOS X EFECTUADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO CON EL EFECTUADO ANTERIORMENTE POR EL SAG

	ESTUDIO ANTERIOR	ESTUDIO PRESENTE
NÚMERO CASOS (+)	16	62
N MUESTRAL	28	144
ESPECIFICIDAD	57,14	43,06

LÍMITES DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA AL 95 % - $0,363 < D < 0,081$

PRUEBA DE COMPARACIÓN DE LA SENSIBILIDAD ESTADÍSTICO $Z = 1,160$

Valor de $p = 0,245$

Diferencia no significativa al 95%

Finalmente en el Cuadro N° 13 se muestra la eficiencia del control fronterizo como barrera sanitaria del país, medido a través de pruebas múltiples en paralelo. Tener más de una prueba diagnóstica para un problema supone la obtención de un diagnóstico más certero, lo que se está evaluando es que este supuesto se cumpla. En el caso de pruebas en paralelo, ambos se aplican simultáneamente, considerándose negativos aquellos que obtienen resultados negativos a ambas pruebas y positivos todos los demás (Hervada *et al.*, 2004).

En el Cuadro N° 13 se presenta un cuadro de contingencia 2x2 con los resultados de la combinación de ambos métodos (brigada y máquina). El análisis estadístico determina una sensibilidad de 77,6%, una especificidad de 36,5% y para los valores predictivos positivo y negativo, un 55,0% y 62,0% respectivamente.

CUADRO N° 13

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL CONTROL FRONTERIZO EN EL ESTUDIO MEDIANTE PRUEBAS DIAGNÓSTICA MULTIPLE EN PARALELO DE LA BRIGADA CANINA Y LA MÁQUINA ESCÁNER.

N DE OBSERVACIONES: 288
% DE POSITIVOS: 50%
SENSIBILIDAD BRIGADA : 25,0
MÁQUINA: 70,1
ESPECIFICIDAD BRIGADA: 84,7
MÁQUINA: 43,1

RESULTADOS DE LA PRUEBA EN PARALELO.

		ESTANDAR DE ORO		TOTAL
		POSITIVO	NEGATIVO	
PRUEBA	POSITIVO	112	91	203
	NEGATIVO	32	53	85
	TOTAL	144	144	288

SENSIBILIDAD = 77,6

ESPECIFICIDAD = 36,5

VALOR PREDICTIVO (+) = 55,0

VALOR PREDICTIVO (-) = 62,0

La combinación de las técnicas tiene un efecto potenciador de un diagnóstico más certero, por lo que se observan valores mucho más aceptables a los que se obtienen con las pruebas por separado. En este caso se considera a ambos métodos diagnósticos como un todo, constituyendo una sola barrera que detecta materia orgánica previniendo el ingreso de plagas reglamentadas, enfermedades exóticas de los animales y especies invasivas exóticas con riesgo para el patrimonio fitozoosanitario del país (SAG, 2007).

Se estima en consecuencia que un 77,6% de los productos orgánicos que llegan hasta el Control Fronterizo del aeropuerto de Santiago estarían siendo detectados, mientras que un 36,5% de los productos no riesgosos es considerado como tal. Se estima además, que un 55,0% de los casos diagnosticados como positivos por el control fronterizo, son realmente productos de riesgo y análogamente, el 62,0% de los productos no considerados de riesgo por el control fronterizo, realmente no lo son.

CONCLUSIONES

- El análisis de los indicadores estadísticos utilizados, permiten concluir que para la detección de productos orgánicos de riesgo en el aeropuerto AMB de Santiago, es más eficiente la detección efectuada por los inspectores a través de las máquinas escáner de rayos X que la brigada canina.
- El control fronterizo realizado en el aeropuerto AMB de Santiago, incluyendo el método de diagnóstico por la brigada canina SAG y el efectuado por los inspectores a través de las máquinas escáner de rayos X, se encuentra detectando un 77,6% del total de los productos de origen orgánico de riesgo que ingresan al país, cifra que puede ser aceptable, pero que en un futuro debe ser mejorada.
- La alta cantidad de señuelos diagnosticados como negativos por los perros de la brigada canina, demuestra una baja capacidad de detección de productos orgánicos de riesgo, lo que puede ser mejorado con un mayor adiestramiento y una mejor selección de los animales.
- La alta cantidad de señuelos diagnosticados como positivos por los inspectores de las máquinas escáner de rayos X, demuestran una buena capacidad de detección de productos orgánicos de riesgo, pero con un exceso de diagnóstico falsos positivos, lo que se debería principalmente a un criterio de no correr el riesgo de permitir la entrada de productos prohibidos al país, que en caso de dudas, son clasificados como positivos y revisados manualmente.
- Ambos métodos de diagnóstico no son estadísticamente concordantes con el estándar de oro y presentan cambios significativos al ser comparados con éste. En el caso de la brigada canina debidos al exceso de falsos negativos, y en el caso de los operarios de las máquinas de rayos X, por el exceso de falsos positivos.

BIBLIOGRAFÍA

- **CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1980. Decreto de Ley N ° 3.557 de Protección Agrícola. 29 de Diciembre 1980.
- **CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1989. Decreto de Ley N° 18.755, Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero. 7 de enero 1989.
- **CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1998. Decreto de Ley N° 19.558, Protección Agrícola. 4 de abril 1998.
- **CHOW, S.; SHAO, J.; WANG, H.** 2003. Sample Size Calculations in Clinical Research. Ed. Marcel Dekker. New York, USA. 368 p.
- **DOHOO, I.; MARTIN, W.; STRYHN, H.** 2003. Veterinary epidemiologic research. Ed. AVC Inc. Prince Edward Island, Canada. 706 p.
- **FOGLE, B.** 1994. Complete dog training manual. Ed. DK Publishing. London, England. 128 p.
- **GERZOVICHLIS, C.** 1998. Nuestro perro: uno más de la familia. Editorial Planeta. Buenos Aires, Argentina. 44-45 p.
- **GOMEZ, J.** 2007. Proyecto “Estimación de la sensibilidad y especificidad del Control Fronterizo SAG del Aeropuerto Arturo Merino Benítez como prueba diagnóstica para identificar el ingreso de productos agropecuarios de riesgo sanitario”. Santiago, Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. 2-3p. Ministerio de Agricultura.
- **GOMEZ, J.** 2008. Proyecto “Definición de señuelos y metodologías estandarizadas para la evaluación de la sensibilidad y especificidad en controles fronterizos del SAG”. Santiago, Chile. Servicio Agrícola Ganadero. 4-5 p. Ministerio de Agricultura.

- **GRODSINSKY, S.** 2003. El prodigioso olfato del perro. [En línea] <<http://www.perrosdebusqueda.com/articulosydocumentos.htm>> [Consulta 16-04-2009].

- **HEFLIN, C.** 2005. Labrador Retriever training secrets. Ed. LLC. Los Ángeles, USA. 129p.

- **HERVADA, X.; SANTIAGO, M.; VAZQUEZ, E.; CASTILLO, C.; LOYOLA, E.; SILVA, L.** 2004. EPIDAT 3.0 Programa para análisis epidemiológico de datos tabulados. [En línea] <<http://www.paho.org/spanish/sha/epidat.htm>> [Consulta: 16-04-2009].

- **LOBOS, C.; GONZALEZ, J.; REYES, P.; ARIAS, B.** 2005. Proyecto “guía para la detección de moscas de la fruta de importancia económica (Díptera: Tephritidae)”. Santiago, Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. 21-22 p. Ministerio de Agricultura.

- **MANTECA, X.** 1997. Etología clínica veterinaria del perro y del gato. 2º ED. Editorial Multiméica. Barcelona, España. 32-33 p.

- **OIE, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE SANIDAD ANIMAL.** 2009. Fiebre Aftosa. [En línea] <http://www.oie.int/esp/maladies/fiches/e_A010.htm> [Consulta: 16-04-2009].

- **PDI, POLICIA DE INVESTIGACIONES DE CHILE.** S.f. Sistema de detección combinado: Manual de entrenamiento. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile. 3-10 p.

- **SAG, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO.** 2007. Procedimiento P-AI-CF-001 Inspección del equipaje acompañado de pasajeros/as y tripulantes en controles fronterizos. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 5-8 p.

- **SAG, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO.** 2008. Curso operadores rayos X nivel básico. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 15-17p.

- **SAG, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO.** 2009. Pasajeros. [En línea] <<http://www.sag.cl/OpenNet/asp/default.asp?boton=Hom>> [Consulta: 16-04-2009].

- **TAUCHER, E.** 1997. Bioestadística. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 141-195p

- **WILLIAMS, M.; JOHNSTON, J.** 2002. Training and maintaining the performance of dogs (*Canis familiaris*) on an increasing number of odor discrimination in a controlled setting. *Applied animal behaviour science*. 78:55-65.

ANEXO N°1



GOBIERNO DE CHILE
SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO

BIENVENIDO(A) A CHILE DECLARACION JURADA WELCOME TO CHILE AFFIDAVIT

F-AI-CF-001
Versión: 01
Fecha entrada en vigencia:
15/09/2008
Página 1 de 2

ESTA DECLARACION DEBE SER LLENADA POR TODA PERSONA QUE INGRESE AL PAIS
TO BE FILLED IN BY ANY PERSON ENTERING THE COUNTRY

MASCULINO / MALE FEMENINO / FEMALE

I IDENTIFICACION / Personal Particulars

1. _____
1er apellido/First surname 2do apellido/Second surname nombres/Names
2. NACIONALIDAD _____ 3. PROCEDENTE DE _____
Nationality Coming from
4. DIRECCION EN CHILE _____
Address in Chile
5. DOCUMENTO DE VIAJE TIPO _____ N° _____
Travel Document Type N°
6. LUGAR DE INGRESO A CHILE _____
Place of entry into Chile
7. MEDIO DE INGRESO A CHILE (N° de vuelo, nombre de la nave, empresa de bus, etc.) _____
Means of entry into Chile (flight number, name of the ship, bus company, etc.)

HE LEIDO LAS INSTRUCCIONES QUE APARECEN EN EL REVERSO DEL FORMULARIO Y DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:
I have read the instructions on the back side of this form and I hereby swear that:

II SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS

NATIONAL CUSTOMS SERVICE

a) MERCANCIAS / GOODS

Traigo mercancías no comprendidas en el concepto de equipaje (descritas en el reverso). Sí / Yes No
I am carrying goods that are not considered to be part of my luggage (details on the back side)

b) MONEDAS O INSTRUMENTOS NEGOCIABLES AL PORTADOR (LEY 19.913)

CURRENCY OR OTHER NEGOTIABLE DOCUMENTS TO THE BEARER (LAW 19.913)
Traigo al país (Chile) más de US\$10.000 de los Estados Unidos de América o su equivalente en otras monedas en efectivo, o instrumentos negociables al portador por montos superiores al señalado. Sí / Yes No
I am bringing into the country (Chile) over US\$ 10,000 in cash or its equivalent in any other currency, or negotiable instruments to the bearer over this amount.

III SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO

AGRICULTURAL AND LIVESTOCK SERVICE

a) Declaro traer conmigo productos vegetales o animales

I do hereby declare that I am carrying plant or animal products Sí / Yes No

Frutas, hortalizas, hierbas, plantas, tubérculos, bulbos, semillas, ramillas, estacas, tierra, flores cortadas, artesanías, maderas, otros productos de origen vegetal, plaguicidas y fertilizantes.
Fruits, vegetables, herbs, plants, tubers, bulbs, seeds, twigs, cuttings, soil, cut flowers, crafts, woods, other plant products, pesticides and fertilizers.

Animales, aves, abejas, miel, quesos, leche, carnes, y los derivados de ambos, semen, embriones, medicamentos veterinarios (vacunas, kits de diagnóstico, antibióticos, shampoo medicados, etc.), u otros productos o subproductos de origen animal o de uso en animales como alimentos destinados a cualquier especie.
Animals, birds, bees, honey, cheese, milk, meat, dairy and meat products, semen, embryos, veterinary drugs (vaccines, diagnosis kits, antibiotics, medicated shampoos, etc.) or other products or byproducts of animal origin or to be used in/on animals, such as food intended for any species.

Especies de flora y/o fauna protegidos y/o subproductos derivados de especies en riesgos de extinción, incluidos en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
Protected flora and/or fauna species and/or derivatives of endangered species included in the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES).

b) ¿Ha tenido contacto con animales de granja o de experimentación durante las últimas 72 horas? Sí / Yes No
Have you been in contact with farm or research animals for the last 72 hours?

c) Esta declaración incluye menores de 18 años. Sí / Yes No
Does this affidavit include children under 18 years of age?

El declarar SÍ, no necesariamente implica autorización para ingresar los productos que usted porta, ya que deben cumplir con las regulaciones legales vigentes.
To declare YES does not necessarily imply an authorization for entry of the products you are carrying, as they must comply with legal regulations in force.

FECHA : _____
Date : _____
Día / Day Mes / Month Año / Year

FIRMA / Signature

INSTRUCCIONES

II SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS

a) ¿QUÉ SE ENTIENDE POR EQUIPAJE?

a.1) Los artículos, nuevos o usados, que porte un(a) viajero(a) para su uso personal o para obsequios, con exclusión de mercancías que por su cantidad o valor hagan presumir su comercialización.

Los artículos para uso personal señalados en esta norma y que porte el(la) viajero(a), además de sus efectos de aseo e higiene apropiados para el viaje, pueden ser los siguientes:

•Una cámara de video portátil. •Teléfono móvil, tipo celular, u otros. •Una cámara fotográfica portátil, tipo digital u otra. •Un aparato portátil para la grabación o reproducción del sonido, imagen o mixto, conocidos comúnmente como MP3, MP4 o similares. •Un reproductor de sonido digital portátil o reproductor portátil de discos compactos (CD) y/o DVD's o similares. •Un computador portátil de uso personal. •Artículos deportivos de uso personal. •Medicamentos, en cantidades conforme a la respectiva receta médica, siempre que sean de uso personal, o de familiares directos. En el caso de medicamentos de libre expendio, deberán venir en cantidades necesarias sólo para uso personal del viajero. •Libros y folletos que se editen en rústica y en encuademación común, así como los diarios, impresos, revistas y composiciones musicales impresas, siempre que no se trate de ediciones de lujo. •Prismáticos o binoculares de uso personal.

Los artículos para obsequios que porte el(la) viajero(a), son hasta un monto de US\$300 FOB, o su equivalente en otras monedas, por cada viajero(a) mayor de 14 años. Este monto no será acumulable con el que le corresponde a otros viajeros por esta misma letra.

a.2) Los objetos de uso exclusivo para el ejercicio de profesiones u oficios, usados, con la limitación de que corresponda a objetos portátiles que normalmente son llevados de un lugar a otro por profesionales y artesanos(as), y no a máquinas, aparatos u otros objetos que requiera alguna instalación para su uso.

a.3) Hasta una cantidad que no exceda, por persona adulta, de 400 unidades de cigarrillos; 500 gramos de tabaco de pipa; 50 unidades de puros y 2.500 centímetros cúbicos de bebidas alcohólicas.

Nota: Además de lo señalado, cada viajero proveniente del extranjero podrá adquirir, liberado de derechos e impuestos, mercancías que no tengan carácter comercial, hasta por un valor aduanero de US\$500 en las tiendas Duty Free ubicadas en el territorio nacional. Este monto es intransferible. (Ley 19.288).

b) MONEDAS O INSTRUMENTOS NEGOCIABLES AL PORTADOR (Ley 19.913)

Todo aquel que porte o transporte, hacia Chile, moneda en efectivo o instrumentos negociables al portador, un monto que exceda los 10.000 dólares de los Estados Unidos de América o su equivalente en otras monedas, incluido el peso chileno, debe presentarse, al momento de su ingreso al país, ante el(la) funcionario(a) de Aduanas para completar la declaración respectiva.

SANCIONES

El no cumplimiento de la obligación anterior será sancionado con multa de hasta el 80% del valor aduanero de las mercancías no declaradas.

INSTRUCTIONS

II NATIONAL CUSTOMS SERVICE

a) WHAT DOES THE CONCEPT OF "BAGGAGE" COVER?

a.1) Those items which, either brand new or used, are being carried by travelers, either for personal use or intended as gifts/presents, being excluded those which, either because of quantity or price, may be intended for sale.

The items for personal use under this rule and being carried by the traveler, further to personal cleaning and hygiene effects for their use during the journey, may be as follows:

•One portable video cameras •Mobile phones, cell or similar type. •One portable photographic camera, either digital or other type. •One portable sound and/or picture recorders or players, ordinarily known as MP3, MP4 or similar type. •One portable digital sound reproducers or portable reproducers for compact discs (CD) and/or DVD or similar. •One portable computer for personal use. •Sport gear for personal use. •Medicines according to the respective medical prescription, either for personal use or by family members. In the case of over-the-counter medicines and drugs, these should come in quantities only for personal use by the traveler. •Books and pamphlets edited in paperback binding, such as newspapers, magazines, printed material/forms and printed musical compositions, except those printed in luxury editions. •Binoculars for personal use.

Those items carried by the traveler which are intended as gifts or presents shall be under US\$300, FOB value, or the equivalent in any other currency, as per each traveler over 14 years of age. This amount shall not be transferred to/from other travelers under this same concept.

a.2) Those used items for the exclusive use on the exercise of professions or duties. However, they must be portable objects, normally carried from one place to another by professionals and/or craftsmen/women, other than machinery, devices or any other item requiring any installation for use.

a.3) For adults over the age of 18, a quantity not exceeding 400 units of cigarettes; 500 grams of pipe tobacco; 50 units of cigars and 2500 cubic centimeters of alcoholic beverages.

Note: Further to the above, each traveler arriving from abroad shall be allowed to buy, free of tax and duty, some goods of non-commercial character, not exceeding US\$500 (customs value) in the Duty Free stores located within the national territory. This amount shall be non-transferable. (Law 19.288).

b) FOREIGN CURRENCY AND NEGOTIABLE INSTRUMENTS TO THE BEARER (Law 19913)

Any individual carrying or transporting into the country of Chile, either in cash or negotiable instruments to the bearer, and amount of money over US\$10,000 or the equivalent in any other currency, including Chilean pesos, should, at moment of entry, appear before Customs to fill out the relevant declaration form.

FINES

Non-compliance with the above obligation shall be fined with an amount not exceeding 80% of the customs value of undeclared goods.

III SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

Señor(a) Viajero(a): solicitamos su colaboración para proteger la sanidad agrícola, forestal y animal de Chile. Esta declaración debe ser llenada por toda persona cuya edad sea igual o superior a 18 años. La declaración para personas menores de 18 años deberá ser llenada por quién lo represente.

Conforme a la legislación chilena, hacer una Declaración Jurada SAG que falte a la verdad constituye falta y será sancionado con multa.

¿Qué productos VEGETALES debo declarar?

- › Todo tipo de frutas y hortalizas frescas, secas o deshidratadas.
- › Todo tipo de material vegetal de reproducción, se incluye entre otros a: plantas vivas, partes de plantas, esquejes y cormos.
- › Todo tipo de semillas, incluyendo las de doble propósito.
- › Todo tipo de especias, hierbas y condimentos vegetales.
- › Tierra o todo vegetal que pueda contener tierra.
- › Todo tipo de adornos o tallados de madera.
- › Todo tipo de conos de coníferas.
- › Todo tipo de material biológico.

¿Qué productos ANIMALES debo declarar?

- › Animales vivos y cualquier especie animal viva que porte, mascotas, pájaros, etc.
- › Carne fresca de cualquier especie y/o productos cárneos.
- › Todo alimento de consumo diario, de origen animal, como: leche fresca, quesos, mantequillas, huevos.
- › Miel, polen, pupas de abejas.
- › Otro material de reproducción, como semen.

III AGRICULTURAL AND LIVESTOCK SERVICE

Dear traveler:

Please help us protect agricultural, forest and animal health in Chile. This affidavit must be filled in by any person being 18 years or older. Affidavits for children under 18 years must be filled in by their personal representatives.

According to Chilean laws, to make any misrepresentation in a SAG Affidavit is a misdemeanor punishable by a fine.

What PLANT PRODUCTS must I declare?

- › Any kind of fresh, dried or dehydrated fruits and vegetables.
- › Any kind of plant reproductive material, including but not limited to live plants, plant parts, cuttings and corms.
- › Any kind of seeds, including dual-purpose seeds.
- › Any kind of spices, herbs and plant condiments.
- › Soil or any plant that may contain soil.
- › Any kind of wood ornaments or carvings.
- › Any kind of conifer cones.
- › Any kind of biological material.

What ANIMAL PRODUCTS must I declare?

- › Live animals and any live animal species you are carrying: pets, birds, etc.
- › Fresh meat of any kind and/or meat products.
- › Any animal product for daily consumption, such as fresh milk, cheese, butter, eggs.
- › Honey, pollen, bee pupae.
- › Other reproductive material, such as semen.

Toda especie de FLORA y FAUNA nativa y/o regulada por CITES, se debe declarar y cumplir con la documentación emitida por la autoridad administrativa competente.

Su transporte y comercio en cualquier estado (viva, disecada, peletería, vestuario, adorno, u otra) es ilegal.

All wild FLORA and FAUNA and/or wildlife regulated by CITES must be declared and all requisite documentation from the relevant administrative authorities must be submitted.

Carrying and trading in the above products in any condition (live, dried, furry, clothing, ornaments or otherwise) is illegal.

ANEXO N° 2

FORMULARIO: BRIGADA CANINA SAG

Nombre Inspector:

Identificación Perro:

Instrucciones:

Escriba en cada uno de los siguientes espacios un signo positivo (+) o negativo (-) según corresponda:

- **Positivo (+):** Si usted cree, según la actitud y comportamiento del perro, que la caja **SI** contiene un producto o subproducto de riesgo (interceptable).
- **Negativo (-):** Si usted cree, según la actitud y comportamiento del perro, que la caja **NO** contiene un producto o subproducto de riesgo (interceptable).

CODIGO DE LA CAJA (NÚMERO)	(+) O (-)

FORMULARIO: OPERARIOS MÁQUINAS ESCÁNER DE RAYOS X

Nombre del operario:

Instrucciones:

Escriba en cada uno de los siguientes espacios un signo positivo (+) o negativo (-) según corresponda:

- **Positivo (+):** Si usted cree, según la visión que obtuvo mediante la máquina de rayos X, que la caja **SI** contiene un producto o subproducto de riesgo (interceptable).
- **Negativo (-):** Si usted cree, según la visión que obtuvo mediante la máquina de rayos X, que la caja **NO** contiene un producto o subproducto de riesgo (interceptable).

CODIGO DE LA CAJA (NÚMERO)	(+) O (-)