

**“Evaluación cuantitativa de riesgo de transmisión del virus de la
fiebre aftosa por carne bovina con hueso, vísceras y
menudencias de Argentina”**

Buenos Aires, marzo 2021

Grupo de trabajo

Coordinación general:

Carlos van Gelderen

Coordinadores temáticos:

Alejandro Schudel (Virología)

Marcelo Signorini (Evaluación cuantitativa de riesgo)

Participantes:

Victoria Brusa (IGEVET-CONICET)

María Durrieu (Fundación Prosaia)

Índice

Glosario	3
Ref.	6
1- Resumen ejecutivo	7
2- Recomendaciones.....	8
3- Introducción	9
4- Antecedentes.....	10
5- Justificación	12
6- La República Argentina	12
a. El sistema productivo	12
b. Estructura sanitaria, organismo de control y aplicación.....	17
7- La enfermedad.....	19
a. El agente causal.....	19
- <i>Virus de la fiebre aftosa</i>	19
- <i>Aspectos clínicos</i>	20
- <i>Patogenia</i>	20
- <i>Animales persistentemente infectados</i>	21
- <i>Supervivencia del virus</i>	23
b. El control de la fiebre aftosa en Argentina	23
- <i>Vigilancia epidemiológica. Indicadores clínicos y serológicos</i>	24
- <i>Actividades de la vigilancia epidemiológica</i>	26
- <i>La vacunación contra la fiebre aftosa</i>	27
c. Estatus sanitario para la fiebre aftosa.....	29
- <i>Los últimos focos de fiebre aftosa en Argentina</i>	29
- <i>Reconocimiento internacional</i>	30
- <i>El estatus según OIE</i>	31
8- El riesgo de transmisión del virus de la fiebre aftosa por carnes y vísceras	32
a. Transmisión y supervivencia del virus de la FA	32
b. Evaluación cuantitativa de riesgo de transmisión del virus de la fiebre aftosa por carne con hueso de Argentina	33
9- ANEXOS.....	50
a. Las condiciones del Código Terrestre para el comercio de carnes y productos cárnicos (carne con hueso, vísceras y menudencias).....	50
b. Supervivencia del virus de la fiebre aftosa.....	51
10- Referencias bibliográficas.....	58

Tablas

Tabla 1: Existencias bovinas por categoría (millones de cabezas).....	12
Tabla 2: Estratificación de establecimientos con existencias Bovinas.....	13
Tabla 3: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Vol. (Tn/peso producto) por destino.	15
Tabla 4: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Precio FOB en miles U\$D, por destino.	15
Tabla 5: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Precio FOB en U\$D/tn, por destino.....	16
Tabla 5: Exportaciones de lenguas bovinas congeladas (enero-agosto 2020)	16
Tabla 6: Exportaciones de hígados bovinos congelados (enero-agosto 2020).....	16
Tabla 8: Variables, ecuaciones y distribuciones empleadas en el modelo.....	47

Mapas

Mapa 1: Distribución y densidad del ganado bovino en Argentina - 2017.....	13
Mapa 2: Últimos focos de fiebre aftosa por provincia.....	30
Mapa 3. Estatus sanitario oficial para la FA en Argentina	31

Figuras

Figura 1: Faena de bovinos. 2010 – 2020.....	14
Figura 2: Exportaciones argentinas de carnes bovinas 1970-2020 (Miles Tn res c/hueso y Millones U\$S).....	14
Figura 3: Exportaciones por destino y volumen. 2020.....	15
Figura 4: Exportaciones por destino y U\$D. 2020.....	15
Figura 5: Modelo teórico del riesgo de generar un brote de fiebre aftosa por exportaciones de carne con hueso provenientes de Argentina.	34
Figura 6: Distribución de la probabilidad de que se exporte en un año carne con hueso de al menos un bovino infectado.	42
Figura 7: Análisis de sensibilidad de la probabilidad de exportar carne con hueso de al menos un animal infectado con el virus de la fiebre aftosa	43
Figura 8: Distribución de la probabilidad de que ocurra al menos un brote de fiebre aftosa por contacto con huesos derivados de la importación de carne con hueso desde Argentina.....	44
Figura 9: Análisis de sensibilidad de la probabilidad de que ocurra un brote de fiebre aftosa por importación de carne con hueso desde Argentina.....	45

Siglas

- FA: Fiebre Aftosa
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos
- IPCVA: Instituto de la Promoción de la Carne Vacuna Argentina
- MAGYP: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
- OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal
- OMC: Organización Mundial de Comercio
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- OPS: Organización Panamericana de la Salud
- PANAFTOSA: Centro Panamericano de Fiebre Aftosa y Salud Pública Veterinaria
- SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

Glosario

Análisis de Riesgo: designa el proceso que comprende la identificación del peligro, la evaluación del riesgo, la gestión del riesgo y la información sobre el riesgo.

Análisis de sensibilidad: es la técnica que determina cómo diferentes valores de una variable independiente impactan en una variable dependiente bajo un conjunto de supuestos.

Animal Expuesto: Es el animal que en forma comprobada estuvo en contacto directo o indirecto con un agente infeccioso y tiene potencialmente la capacidad de reproducir la infección o de transmitir mecánicamente el agente infeccioso.

Animal Infectado: Es un animal en el cual se multiplica el agente infeccioso, con o sin aparición de los signos clínicos de la enfermedad.

Animal Portador: Es el animal que después de su exposición a un agente infeccioso, mantiene el mismo en su organismo, por un periodo de tiempo determinado, sin mostrar signos clínicos de la enfermedad.

Animal Vacunado: Todo animal que haya sido inmunizado contra la FA en tiempo y forma por personal reconocido y autorizado por la autoridad sanitaria, respetando en todos los casos, para la vacunación profiláctica, los períodos de vacunación, los plazos intervacunales y las exigencias del programa.

Animales (población/especie) Centinelas: Especies muy susceptibles, sin infección ni anticuerpos, que localizados en un área determinada podrían contraer la enfermedad en caso de que el agente infeccioso esté presente.

Brote de Enfermedad o de Infección: Designa la aparición de uno o más casos de enfermedad o de infección en una unidad epidemiológica.

Caso: Designa un animal infectado por el virus de la FA, con o sin signos clínicos manifiestos.

Coefficiente de correlación: Es la medida específica que cuantifica la intensidad de la relación lineal entre dos variables en un análisis de correlación.

Distribución Beta: es una distribución continua definida por dos parámetros de forma. La distribución puede adoptar diferentes formas dependiendo de los valores de los dos parámetros. Cuando ambas formas son iguales y mayores que 1, la distribución es simétrica. Se emplea para incorporar variabilidad en la estimación de la probabilidad p de ocurrencia de un evento, en aquellos casos en los que se cuenta con información sobre el número de ensayos n y el número de veces que se identificó un éxito s.

Distribución de probabilidad: conjunto de valores posibles, y la relación entre ellos y sus respectivas probabilidades. Indica toda la gama de valores que pueden representarse como resultado de un experimento si éste se llevase a cabo.

Distribución gamma: modela el tiempo necesario para que ocurran x eventos aleatorios sucesivos.

Distribución PERT: modela la opinión de expertos acerca de una variable continua.

Distribución Poisson: modela el número de eventos que ocurren en un continuo de tiempo, masa, volumen, etc.

Emergencia sanitaria: Referido a FA, es la presencia de casos de la enfermedad en zonas consideradas libres o indemnes; en zonas endémicas la presencia de casos con una frecuencia inusual (mayor que la esperada), puede ser considerada como una emergencia. Especial tratamiento debe dársele a la aparición en el país de tipos de virus exóticos de fiebre aftosa.

Epidemia: Aparición colectiva de una enfermedad generalmente infecciosa, que se desarrolla en un territorio ilimitado, durante un tiempo determinado y que muestra altos índices de morbilidad, mortalidad y letalidad.

Erradicación: Designa la eliminación de un agente patógeno en un país o una zona.

Especie Susceptible: Es la especie en la cual puede ocurrir la infección.

Establecimientos Infectados: Son planteles en los que existe o ha existido, una determinada infección o enfermedad, hasta tanto los procedimientos de control y/o erradicación, no garanticen que están libres de la misma.

Establecimientos Sospechosos: Son los planteles que pudieron haber estado expuestos con anterioridad a la infección, a través de contacto directo o indirecto.

Estatus zoonosanitario: designa el estatus de un país, una zona o un compartimento respecto de una enfermedad, según los criterios enunciados en el Código Terrestre de la OIE.

Foco: Es la unidad epidemiológica con animales enfermos y sus contactos.

Infecciosidad: Capacidad de un agente para transmitirse.

Inmunogenicidad/Inmunogénico-a: Capacidad de un agente inducir una respuesta protectora específica por parte del individuo.

Mediana: Es el dato central de un conjunto de datos ordenados de menor a mayor/mayor a menor y deja la misma cantidad de valores a un lado que al otro.

Medidas de Control: Acciones sanitarias en brotes de una enfermedad, mediante las cuales se pretende evitar la difusión de la misma y disminuir los daños ocasionados, sin eliminar radicalmente al agente causal.

Medidas de Erradicación: Acciones sanitarias aplicadas en brotes de una enfermedad tendientes a eliminar el agente causal o impedir su transmisión.

Modelo: Un modelo estadístico es una ecuación matemática que reproduce los fenómenos que observamos de la forma más exacta posible, es la forma que pueden tomar un conjunto de datos obtenidos de muestreos de datos con comportamiento que se supone aleatorio.

Modelo Monte Carlo: método estadístico utilizado para resolver problemas matemáticos complejos a través de la generación de variables aleatorias. Permite ver todos los resultados posibles de las decisiones y evaluar el impacto del riesgo.

Muestra: subconjunto representativo de una población.

Muestras para Diagnóstico: Material biológico tomado de las lesiones que ocasiona una enfermedad, y que le permiten al laboratorio, hacer un diagnóstico del tipo de patología presente.

Parámetro: función definida sobre los valores numéricos de características medibles de una población.

Período de Incubación: Designa el período entre el ingreso del agente patógeno en el animal y la aparición de los primeros signos clínicos de la enfermedad.

Período de Prueba: Tiempo durante el cual los animales centinelas son localizados en un predio o región determinada, para que, en presencia del agente causal, pueda presentarse la enfermedad. El tiempo de la prueba para FA, debe ser como mínimo igual a dos períodos de incubación.

Población: conjunto de individuos o elementos que cumplen ciertas propiedades y entre los cuales se desea estudiar un determinado fenómeno.

Prevalencia: proporción de individuos de un grupo o una población que presentan una característica o evento determinado (ej. una enfermedad) en un momento o en un período determinado.

Serología: Estudio de la naturaleza y producción de los anticuerpos presentes en el suero.

Variable: característica observable que varía entre los diferentes individuos de una población. Las variables pueden dividirse en cualitativas y cuantitativas.

Viabilidad: La capacidad de un agente de sobrevivir fuera de su hospedador.

Vigilancia Epidemiológica: Conjunto de actividades que proporciona información indispensable para conocer, detectar o prever cualquier cambio en la ocurrencia de la enfermedad o en los factores condicionantes del proceso salud -enfermedad, con la finalidad de recomendar, oportunamente, las medidas indicadas que conduzcan a prevenir o controlar las enfermedades.

Virulencia: Grado de severidad de una reacción patológica que un agente es capaz de producir independiente del tipo de lesión que se trate.

Zona/Región: Designa una parte de un país claramente delimitada, que contiene una subpoblación animal con un estatus sanitario particular respecto de una enfermedad determinada contra la cual se han aplicado las medidas de vigilancia, control y bioseguridad requeridas para el comercio internacional.

Ref.

- FAO. Guía para la atención de focos y de situaciones de emergencias sanitarias de Fiebre Aftosa. 2013.
- OIE. Glosario para la aplicación del Código Terrestre. 2020.

1- Resumen ejecutivo

Este trabajo se ha desarrollado a fin de demostrar que la exportación de carne con hueso, vísceras y menudencias desde "*países/zonas libres de fiebre aftosa con vacunación*" tienen un riesgo equivalente a la exportación de esos mismos productos desde "*países/zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación*". Este estudio se complementa con una evaluación cuantitativa de riesgo elaborada con base en la actual situación epidemiológica respecto a la FA, completamente diferente a la de los estudios realizados en 1968, cuando los países compradores aprobaron la importación de carne sin hueso y sin ganglios.

La habilitación para la exportación de carne con hueso, vísceras y menudencias sería la última barrera por sortear en los países importadores, para estar en un pie de igualdad/equivalencia con los países productores "*libres de fiebre aftosa sin vacunación*".

Los resultados obtenidos aportan información científica sobre el riesgo de la transmisión del virus de la FA por la carne con hueso, vísceras y menudencias.

Como condición primaria debe tenerse en cuenta que la sospecha de enfermedades vesiculares, incluida la FA, han sido siempre de notificación obligatoria en Argentina, con el análisis y diagnóstico definitivo de cada caso.

En la actualidad la República Argentina tiene el reconocimiento oficial de OIE sobre tres zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación y dos zonas libres de fiebre aftosa con vacunación que cubren todo el territorio nacional.

Desde 2002, se han desarrollado en forma consecutiva 37 campañas de vacunación, con niveles de cobertura vacunal superiores al 90% y elevados niveles de protección de acuerdo con los muestreos anuales del SENASA, que aumentan el nivel de protección y prevención de la población bovina ante una eventual reemergencia de FA.

Desde el último reconocimiento oficial de la OIE en el 2007 a la fecha todas las reconfirmaciones anuales fueron revalidadas, lo que ratifica que los animales susceptibles al virus de la FA en Argentina se han mantenido indemnes y el país ha estado libre de infección por más de 13 años, ya que todos los resultados informados hasta noviembre 2019 resultaron negativos a la presencia clínica y/o serológica (circulación/transmisión) del virus de la FA.

La condición de "libre con vacunación" y "libre sin vacunación" son equivalentes. En el caso potencial del ingreso de la fiebre aftosa a la Argentina, la vacunación es una importante estrategia de control, que puede disminuir la velocidad de dispersión en

el territorio nacional. De hecho, durante el brote ocurrido en el país durante el año 2001, cuando el estatus era de "libre sin vacunación", se presentaron 2.394 focos de la enfermedad, afectando a 86.781 bovinos, de los cuales 295 murieron. En contraposición, durante el último brote que se presentó en 2006 cuando el estatus era de "libre con vacunación", hubo un solo foco de la enfermedad, afectó a 70 animales y el mismo fue contenido inmediatamente por el servicio sanitario nacional. Estas diferencias pueden ser explicadas, fundamentalmente, por dos situaciones: i) el nivel de cobertura vacunal presente en la población de bovinos era elevada, lo cual limitó la difusión de la enfermedad tanto intra como inter predial y ii) el rápido accionar del SENASA. Por lo tanto, la vacunación no modifica el estatus sanitario de "libre de fiebre aftosa" pero significa una importante barrera para la contención de un potencial brote que pudiera ocurrir en el territorio nacional por el ingreso de productos o subproductos contaminados al país. Considerando la situación epidemiológica actual en Argentina, el riesgo que las exportaciones de carne con hueso, vísceras y menudencias de nuestro país generen brotes de la enfermedad en los países importadores es "insignificante". La evaluación cuantitativa de riesgos realizada concluyó que la probabilidad de que en un país importador de carne con hueso, vísceras o menudencias de argentina se produzca un brote de fiebre aftosa sería cada 5.618 años en promedio. La variable más asociada a la ocurrencia de este evento fue la probabilidad de que ocurra un brote por el ingreso del virus de la fiebre aftosa a nuestro país. Ahora bien, el riesgo de ocurrencia de un brote de fiebre aftosa en un país importador de carne con hueso, vísceras y menudencias de argentina está asociado con las condiciones existentes en nuestro país para que ocurra un brote de la enfermedad. Por lo tanto, si Argentina conserva el estatus libre de la enfermedad, el riesgo de ocurrencia del evento evaluado será insignificante, no resultando relevante si el mismo es con o sin vacunación.

La Argentina ha eliminado todos los animales afectados y sus contactos del último foco ocurrido en el año 2006 y lleva más de 14 años consecutivos demostrando la ausencia de transmisión/infección por el virus de la FA en la totalidad de su territorio. En este contexto, se deberían aplicar las condiciones del Capítulo 8.8.3 del Código Terrestre para la comercialización de sus carnes y derivados, incluyendo carnes con hueso, vísceras y menudencias.

2- Recomendaciones

Basados en esta evaluación cuantitativa de riesgo, resulta imprescindible fortalecer y mantener la condición sanitaria actual de la República Argentina (zonas libres de fiebre aftosa con vacunación y zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación) que asegure el riesgo insignificante para las exportaciones de carne con hueso, vísceras y menudencias con respecto a la fiebre aftosa.

Realizar un análisis del registro de los volúmenes y destinos de las exportaciones de carne con hueso, vísceras y menudencias de Argentina a la fecha a fin de demostrar el riesgo insignificante de estas exportaciones con respecto a la situación de fiebre aftosa de los países de destino.

De ser necesario, esta evaluación de riesgo puede complementarse con un componente experimental para corroborar los resultados de la evaluación cuantitativa de riesgo y actualizar los estudios realizados en 1966 (EEUU-Argentina) con animales vacunados.

Los autores quedamos a disposición para brindar soporte técnico científico en futuras demandas o negociaciones sobre este tema.

3- Introducción

La presente **Evaluación cuantitativa de riesgo de transmisión del virus de la fiebre aftosa por carne bovina con hueso, vísceras y menudencias de la Argentina** fue formulada considerando que:

- la actual situación epidemiológica de la República Argentina respecto a la fiebre aftosa, con 3 zonas "*libres de fiebre aftosa sin vacunación*" y 2 zonas "*libres de fiebre aftosa con vacunación*" es completamente diferente a la de los estudios realizados en 1968, con fiebre aftosa endémica - cuando se aprobó la importación por nuestros clientes externos de carne sin hueso y sin ganglios.
- De acuerdo con lo establecido por la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) la Argentina está en condiciones de acceder a todos los mercados con carne con hueso, vísceras y menudencias en un pie de igualdad con los países exportadores "*libres de fiebre aftosa sin vacunación*". Sin embargo, será necesario negociar con nuestros importadores la aceptación de los nuevos productos y subproductos, para lo cual en este informe se recopila la información técnico-científica necesaria y se realiza una evaluación cuantitativa de riesgo sobre la introducción al país del virus de la fiebre aftosa y la probabilidad de que se transmita la enfermedad a nuestros clientes del exterior.
- La normativa internacional establece que es imprescindible contar con un organismo sanitario reconocido, un laboratorio de referencia, un marco normativo adecuado, en el cual se establezca, entre otras cosas, la notificación obligatoria de la enfermedad, un programa de capacitación para veterinarios oficiales, privados y productores, un programa de control y erradicación de la enfermedad validado internacionalmente y -en este caso en particular- la disponibilidad de vacunas de pureza, potencia e inocuidad controlada en la cantidad necesaria. Todos estos

aspectos son los que se actualizaron y desarrollaron en este trabajo.

- Los resultados obtenidos aportan información científica sobre el riesgo de la transmisión del virus de la fiebre aftosa por la carne con hueso, vísceras y menudencias por la importación de estos productos desde la Argentina.

Este documento servirá de apoyo a los negociadores argentinos ante nuestros principales importadores.

4- Antecedentes

La fiebre aftosa ha significado para Argentina y la región, la principal barrera sanitaria para sus exportaciones cárnicas. La existencia de la enfermedad en el territorio nacional es conocida desde el siglo XVIII ya que fue introducida con el ganado proveniente del continente europeo.

El comienzo de las exportaciones argentinas -primero de cueros y carnes saladas- se realizó sin mayores trabas sanitarias. Con el arribo de "Le Frigorifique" comenzó un período de expansión de las exportaciones de carnes bovinas y ovinas (principalmente a Europa) que la llevaron a ocupar el primer lugar en el mundo de la exportación de carnes.

La primera señal de alarma fue en 1929, cuando los Estados Unidos de América (USA) prohibió la importación de carne de bovinos, ovinos y cerdos desde países con fiebre aftosa, después que eliminaron el último brote de fiebre aftosa en 1927.

En 1967, tras la ocurrencia de brotes de fiebre aftosa (FA) en Gran Bretaña, se realizaron estudios conjuntos (Argentina-Reino Unido y Argentina-USA) a fin de determinar si se habían iniciado por las importaciones de carne argentina.

Como resultado de estas actividades, una comisión técnico-científica mixta argentino-norteamericana realizó estudios conjuntos a fin de evaluar los mecanismos de mitigación de la presencia de virus de fiebre aftosa en carnes y derivados de animales provenientes de un país/zona con fiebre aftosa. Estos primeros trabajos, sumados a otros que les siguieron, determinaron que:

- el proceso de maduración de las carnes sin hueso y ganglios linfáticos (<pH6 durante 48 h),
- la cocción a temperatura de 70 Cº durante 30' y
- la salazón y el secado

son tratamientos efectivos para la eliminación del virus de fiebre aftosa.

Estos conocimientos científicos fueron incorporados al Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE en su Capítulo 8.8. La OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) es la organización designada por la Organización Mundial de Comercio (OMC) como responsable de dictar los estándares internacionales para el comercio seguro de animales, sus productos y subproductos.

Para la importación de carnes frescas de bovinos procedentes de *"países o zonas libres de FA en que se aplica la vacunación"*, la OIE recomienda que es necesario garantizar que el animal haya permanecido en un *"país/zona libre de FA con vacunación"* y que haya sido evaluado satisfactoriamente en los exámenes *ante y post-mortem* para detectar la enfermedad (Código Terrestre punto 8.8.21), por lo cual el código de la OIE avala la introducción de carne con hueso desde un país con vacunación a otro sin vacunación.

Tomando en consideración el *status de "libre de fiebre aftosa con vacunación"* de Argentina, la habilitación para la exportación de carne con hueso, vísceras y menudencias sería la última barrera por sortear con los países importadores, para estar en un pie de igualdad con los *"países/zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación"* como establecen la OIE y la OMC.

De los antecedentes enumerados, las principales conclusiones son:

- se han modificado las condiciones de aceptabilidad de los productos cárnicos conforme al último conocimiento científico disponible. En otras palabras, el riesgo de transmisión del virus de la FA a través de carne con hueso, vísceras y menudencias es equivalente si proviene de un *"país/zona libre sin vacunación o libre con vacunación"*.
- la OIE ha reconocido el riesgo insignificante de la exportación de productos y subproductos cárnicos de *"países/zonas libres de FA con vacunación"* cumpliendo determinados requisitos.
- en esta línea de trabajo el presente informe realiza una actualización de todos los conocimientos para dar sustento científico a la Argentina para cumplimentar la última etapa que es la exportación de carne con hueso y vísceras a los mercados internacionales.

Ref.

- Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. 1967-68.
- de las Carreras A. 1993.
- National Academy of Sciences. Studies on Foot-and-mouth Disease, 1966.
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.
- OIE Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019). Chapter 3.1.8.

5- Justificación

Este informe fue elaborado en el marco de lo establecido por la OMC respecto a que los estándares para la inocuidad de los alimentos, la preservación de la salud pública, animal y protección vegetal deben estar basados en ciencia y análisis de riesgo, ser aplicados por organizaciones especializadas y que se puede hacer uso de equivalencias sanitarias.

Por lo tanto, con base en la situación epidemiológica actual de Argentina respecto a la fiebre aftosa, se recopila, analiza y evalúa la última información científica del riesgo de transmisión del virus por la importación de carne con hueso, vísceras y menudencias bovinas.

6- La República Argentina

a. El sistema productivo

Argentina ha sido históricamente uno de los principales productores y exportadores de alimentos en el mundo. El sector agropecuario, con una estructura muy variable en los aspectos productivos, tecnológicos y organizacionales, reviste una gran importancia a nivel económico y social para el país. Las cadenas agroalimentarias producen el 9,92% del PBI, generando de 2 de cada 10 empleos privados a nivel nacional (Fuente: FADA 2019/Censo agropecuario 2018).

El país es el sexto productor de carne bovina en el mundo, con una producción de 3,12 millones y una exportación de 845.877 toneladas eq. res c/h en 2019, y es el quinto exportador, después de Brasil, Australia, India y EE. UU.

La ganadería argentina se lleva a cabo en sistemas mayormente extensivos, con disponibilidad de pasturas y producción de granos para la suplementación. También se desarrollan sistemas silvopastoriles y, en las últimas décadas, se ha implementado el engorde a corral, principalmente como sistema de terminación.

Tabla 1: Existencias bovinas por categoría (millones de cabezas)

VACAS	VAQUILLONAS	NOVILLOS	NOVILLITOS	TERNEROS	TERNERAS	TOROS	TORITOS	BUEYES	TOTAL
22.987.374	7.776.765	2.425.955	5.009.912	7.466.588	7.498.026	1.014.090	276.236	5.853	54.460.799

Fuente: SENASA. Diciembre 2019.

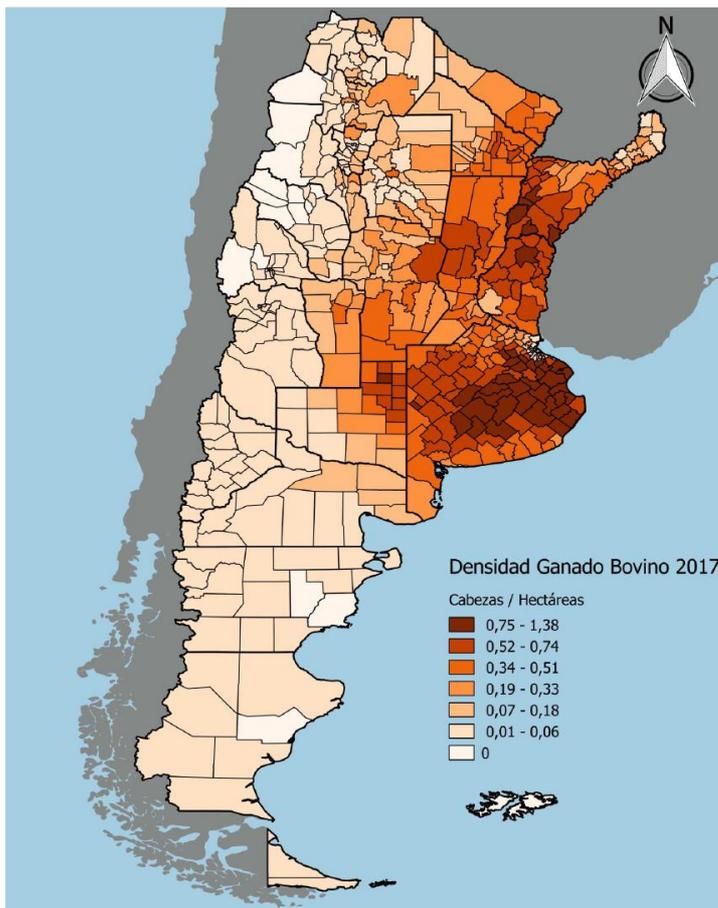
El rodeo nacional está compuesto por más de 54 millones de cabezas, con el 60% concentrado en la región pampeana y distribuidas en más de 275 mil unidades productivas.

Tabla 2: Estratificación de establecimientos con existencias Bovinas

	Cantidad de UP	% UP	Total Bovinos	% bovinos
Hasta 20	64.242	23,3	690.784	1,3
Entre 21 y 100	106.937	38,8	5.427.325	10,0
Entre 101 y 250	52.585	19,1	8.454.154	15,5
Entre 251 y 500	27.274	9,9	9.596.903	17,6
Entre 501 y 750	9.924	3,6	6.055.582	11,1
Entre 751 y 1000	5.059	1,8	4.367.417	8,0
Entre 1001 y 2000	6.567	2,4	8.968.641	16,5
Entre 2001 y 4000	2.263	0,8	6.096.458	11,2
Más de 4000	725	0,3	4.803.535	8,8
Total	275.576	100,0	54.460.799	100,0

Fuente: SENASA. Diciembre 2019

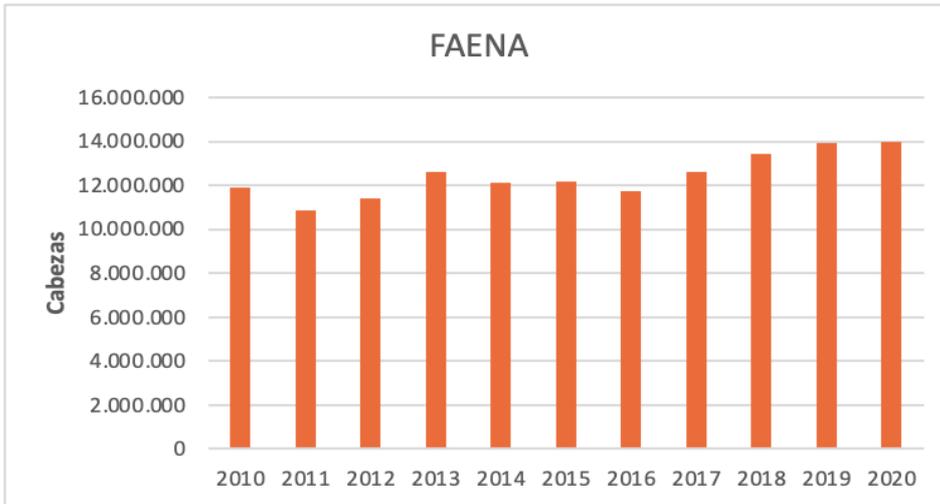
Mapa 1: Distribución y densidad del ganado bovino en Argentina - 2017



Fuente: SENASA

La faena de bovinos se distribuye en 400 establecimientos en todo el país. Durante 2019 se faenaron 13.924.936 de bovinos, con una producción de 3.136 miles de eq tn/res con hueso (MAGYP).

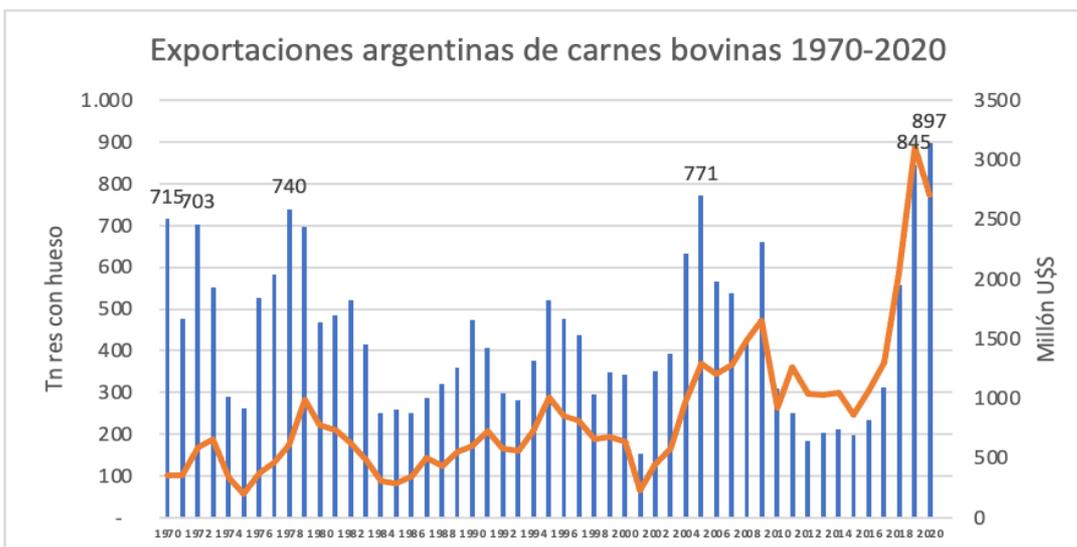
Figura 1: Faena de bovinos. 2010 – 2020



Fuente: Elaboración propia con datos MAGYP

El 70% de la producción se destina al mercado interno. El país ha experimentado en el último tiempo un aumento en las exportaciones -tanto en volumen como en divisas- habiendo alcanzado el máximo valor en volumen durante 2020, con valores que se ubicaron en volúmenes cercanos a las 897,5 mil toneladas equivalente res con hueso; por un valor cercano a 2.710 millones de dólares y en U\$D en 2019, con 3.108,4 miles U\$D

Figura 2: Exportaciones argentinas de carnes bovinas 1970-2020 (Miles Tn res c/hueso y Millones U\$S)



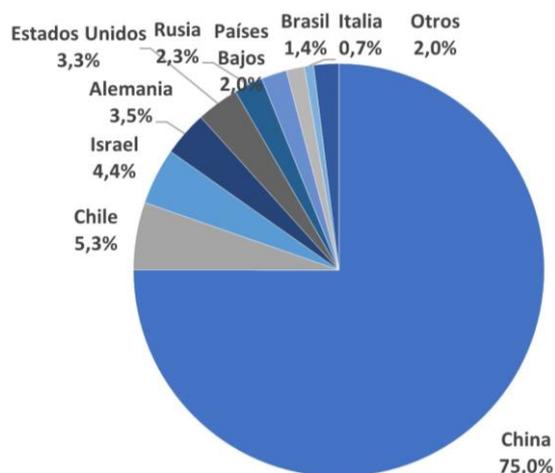
Fuente: Elaboración propia con datos de Consorcio de Exportadores de Carnes Argentinas.

Tabla 3: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Vol. (Tn/peso producto) por destino.

Figura 3: Exportaciones por destino y volumen. 2020.

País	AÑO 2019	AÑO 2020	Var. % 2020/2019
China	426.696	462.269	8,30%
Chile	30.200	32.595	7,90%
Israel	23.727	27.310	15,10%
Alemania	25.806	21.805	-15,50%
EE. UU.	1.717	20.539	1096,00%
Rusia	16.481	13.993	-15,10%
Países Bajos	14.156	12.351	-12,80%
Brasil	8.736	8.800	0,70%
Italia	7.166	4.439	-38,10%
Otros	13.095	12.148	-7,20%
TOTAL	567.780	616.248	8,50%

Fuente: INDEC



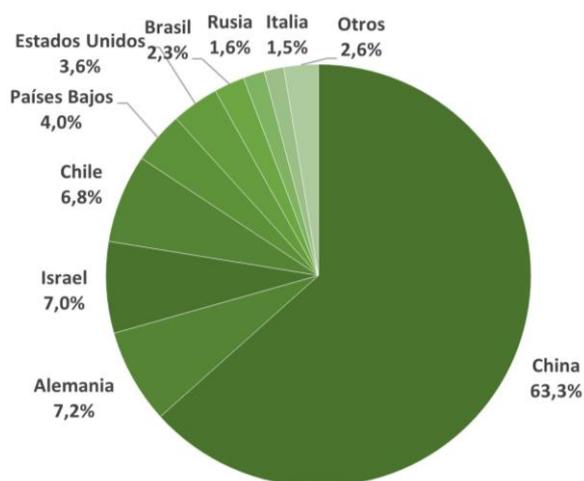
Fuente: Elaboración propia con datos MAGYP

Tabla 4: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Precio FOB en miles U\$D, por destino.

Figura 4: Exportaciones por destino y U\$D. 2020.

País	AÑO 2019	AÑO 2020	Var. % 2020/2019
China	2.067.221	1.716.419	-17,00%
Alemania	263.898	196.344	-25,60%
Israel	161.570	189.820	17,50%
Chile	177.807	183.544	3,20%
Países Bajos	144.334	107.581	-25,50%
EE. UU.	11.228	97.819	771,20%
Brasil	69.244	63.032	-9,00%
Rusia	55.750	44.133	-20,80%
Italia	68.744	40.515	-41,10%
Otros	77.702	70.718	-9,00%
TOTAL	3.097.498	2.709.927	-12,50%

Fuente: INDEC



Fuente: Elaboración propia con datos MAGYP

Tabla 5: Exportaciones de carne vacuna enfriada, congelada y procesada. Precio FOB en U\$D/tn, por destino

País	2019	2020	Var% 2020/2019
Italia	9.593	9.127	-4,90%
Alemania	10.226	9.004	-11,90%
Países Bajos	10.196	8.711	-14,60%
Brasil	7.926	7.163	-9,60%
Israel	6.810	6.951	2,10%
Chile	5.888	5.631	-4,40%
EE. UU.	6.539	4.763	-27,20%
China	4.845	3.713	-23,40%
Rusia	3.383	3.154	-6,80%
TOTAL	5.455	4.397	-19,40%

Fuente: INDEC

Las menudencias -subproductos de la faena bovina junto con el cuero, el sebo y el hueso- como hígado, lengua, mondongo, corazón, pulmones, aortas y tendones, fueron exportados a países de menores requerimientos.

Tabla 6: Exportaciones de lenguas bovinas congeladas (enero-agosto 2020)

Lenguas bovinas congeladas	Total Suma de Peso neto (Kg)	Total Suma de Monto FOB u\$s	U\$S FOB/kg
Rusia	2.961.851	\$ 8.103.897	2,74
Hong Kong (China)	1.136.400	\$ 2.193.561	1,93
Israel	188.746	\$ 840.358	4,45
Tailandia	199.376	\$ 401.024	2,01
Confidencial	156.469	\$ 350.003	2,24
Total general	4.642.841	\$ 11.888.844	2,56

Fuente: ABC con datos INDEC provisorios

Tabla 7: Exportaciones de hígados bovinos congelados (enero-agosto 2020)

Hígados bovinos congelados	Total Suma de Peso neto (Kg)	Total Suma de Monto FOB en u\$s	U\$S FOB/kg
Rusia	14.072.120	\$ 16.768.920	1,19
Brasil	4.953.984	\$ 4.226.350	0,85
Confidencial	1.585.501	\$ 968.827	0,61
Total	20.611.605	\$ 21.964.096	1,07

Fuente: ABC con datos INDEC provisorios

Las exportaciones de otros subproductos de la faena (en especial el sebo y la harina de hueso) habrían alcanzado en 2020 las 180.000 toneladas, por un valor cercano a los 60 millones de dólares. En el caso de la harina de carne, se exportan 120.000 toneladas, a

razón de 270 U\$S/tonelada. La harina de carne y de hueso es exportada a Asia, fundamentalmente a Vietnam. En Argentina hay 38 plantas de proceso y reciclado en las que se elaboran 1.58 millones de toneladas por año. En los actuales equipos de proceso continuo, la temperatura de trabajo es del orden de 120°C.

Ref.

- ALADI. 2020.
- Cámara de subproductos ganaderos. 2020.
- Consorcio ABC. 2020.
- INDEC. 2020.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Existencias bovinas. Exportaciones de carnes y menudencias vacunas. Faena y producción de carne bovina. Principales indicadores del sector bovino. Sector cárnico en Argentina.

b. Estructura sanitaria, organismo de control y aplicación.

- Marco legal

La Ley N° 3959/1903: ‘Ley básica de policía sanitaria de los animales’ establece en su artículo 1º: “La defensa de los ganados en el territorio de la República contra la invasión de enfermedades contagiosas exóticas y la acción de las epizootias ya existentes en el país, se hará efectiva por el Poder Ejecutivo por los medios que esta ley indica”.

Esta ley otorga la autoridad al Gobierno Nacional, que designa al SENASA como organismo de aplicación para establecer las medidas necesarias para proteger la seguridad y la salud. La Ley N° 24.305/94 y el Decreto N° 643/96, establecieron el Plan Nacional de Erradicación de la fiebre aftosa y la notificación inmediata y obligatoria de los casos y reglamentan:

- el Plan Nacional de control y erradicación a través del sistema nacional de vigilancia epidemiológica (SNVE), estableció:
 - los requisitos para movimientos de ganado dentro del país y para el envío a los establecimientos de faena de exportación de carne y subproductos.
 - la participación de otros organismos gubernamentales y del sector privado para trabajar a nivel provincial y local en el control de enfermedades notificables de los animales, los protocolos para el control de brotes, medidas aplicables a animales susceptibles, enfermos y en contacto con brotes, la notificación y procedimientos operativos de atención de focos,

- los requisitos para la importación de animales y productos animales, la disposición de desechos orgánicos de barcos y aviones y el control de pasajeros y equipajes.

- **Organización**

El SENASA está constituido por varias Direcciones, de las cuales tres se enfocan en temas de salud animal: Dirección Nacional de Sanidad Animal (DNSA), Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (DNICA) y la Dirección de Laboratorios y Control Técnico (DILACOT).

La DNSA es responsable de los controles fronterizos, la sanidad animal y programas de control y erradicación, incluyendo la estrategia y acciones preventivas necesarias para asegurar el estatus sanitario del país, análisis de riesgos, vigilancia y evaluación de los programas de vacunación, identificación y registro de animales, controles de movimiento de animales y trazabilidad. Las actividades operativas a campo están a cargo de las oficinas locales supervisadas por las Direcciones Regionales.

La DNICA es responsable de hacer cumplir los requisitos de higiene y salud en las plantas de procesamiento e instalaciones de almacenamiento de productos y subproductos animales y vegetales.

La DILACOT tiene a su cargo los Laboratorios de Referencia Nacionales e internacionales de inocuidad alimentaria, sanidad animal y vegetal, incluido un Laboratorio de Referencia de la OIE para la FA, laboratorios regionales y una red de laboratorios privados acreditados. Entre sus funciones están:

- Establecer los métodos y protocolos de prueba que se utilizan en el Laboratorio Central y los laboratorios que participan en la red nacional;
- Intervenir en la resolución de disputas;
- Confirmar los resultados positivos de las pruebas emitidas por los laboratorios de la red;
- Realizar y participar en pruebas interlaboratorios;
- Auditar la red de laboratorios;
- Brindar asistencia a otras oficinas del SENASA para evaluar los resultados analíticos;
- Participar en la revisión de la normativa pertinente.
- Asistir a reuniones internacionales (ej. Codex Alimentarius, MERCOSUR, OIE)

Los Centros Regionales son 14 oficinas operativas distribuidas en el territorio nacional que reportan a la Dirección Nacional de Operaciones. De los Centros Regionales

dependen las 360 oficinas locales de salud animal, que representan a varias organizaciones locales y tienen subcomités técnicos presididos por médicos veterinarios oficiales o privados que ejercen en el área y que trabajan en estrecha colaboración con los funcionarios del SENASA. Estas oficinas -Ley N° 24.305- son parte del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SNVE) con las responsabilidades y funciones establecidas.

Los Comités Provinciales de Sanidad Animal (COPROSAS) son 24 y conforman el Comité Nacional de Erradicación de la fiebre aftosa (CONALFA). La CONALFA es un foro de consenso donde los gobiernos provinciales, SENASA y representantes de las asociaciones de productores agropecuarios definen las estrategias operativas para llevar a cabo las políticas zoonosanitarias definidas por SENASA.

Ref.

- INFOLEG. Ley N° 24.305. Programa Nacional de lucha contra la Fiebre Aftosa.
- INFOLEG. Decreto Reglamentario 643/1996
- SENASA. Ley N° 3959. Ley básica de Policía Sanitaria de los Animales.

7- La enfermedad

a. El agente causal

- *Virus de la fiebre aftosa*

La fiebre aftosa (FA) es una de las enfermedades infecciosas más importantes que afectan a los animales por su alta transmisibilidad. Es producida por un virus perteneciente a la Familia *Picornaviridae*, Genus *Aphthovirus*. El virus de la fiebre aftosa fue el primer virus animal en ser identificado y se han caracterizado siete serotipos distintos (A, O, C, SAT1, SAT2, SAT3 y Asia 1), sin inmunidad cruzada entre ellos. Este virus está compuesto por cuatro proteínas principales, de las cuales la VP1 es la más inmunogénica y es responsable principal de la inmunidad pos-infección y vacunal.

El virus sobrevive a bajas temperaturas, pero se inactiva a 70°C durante 30 minutos y es muy sensible a valores de pH bajos (se inactiva en pocas horas a pH 6 y en pocos segundos a pH 5). Por esa razón, el proceso de acidificación láctica del músculo que ocurre durante la fase de "*rigor mortis*" del procesamiento de la carne se considera efectivo para la eliminación del virus en animales infectados. Sin embargo, puede sobrevivir en los ganglios linfáticos y la médula ósea, donde el pH no disminuye tanto como en el tejido muscular.

Ref:

- Ed. E. Domingo and F. Sobrino, 2016
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.
- OIE Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019). Chapter 3.1.8. Sep. 2020.

- **Aspectos clínicos**

El ganado bovino es el huésped principal del virus de la fiebre aftosa, aunque el virus puede afectar a todos los animales de pezuña hendida (cerdos, ovejas, cabras y ciertas especies de la vida silvestre). La enfermedad suele cursar con una alta tasa de morbilidad, cercana al 100%, excepto para los serotipos SAT cuyas tasas de morbilidad se acercan al 12-15%. La tasa de mortalidad es baja (1-5%) en animales adultos, pero puede aumentar hasta un 20% en terneros.

Los signos comunes de infección son depresión, debilidad, fiebre, anorexia, temblores, disminución de la producción de leche, salivación, bruxismo, problemas ambulatorios y vesículas llenas de líquido transparente en la boca, lengua, labios, encías y mucosa del paladar, piel, espacio interdigital y corona, vesículas que también pueden aparecer en los pezones y la ubre. La gravedad de los signos clínicos varía con una serie de factores epidemiológicos, incluida la virulencia de la cepa, la dosis infecciosa, la edad, la raza del animal y la inmunidad del huésped.

La detección clínica es difícil en ovejas ya que el 21-27% de los animales infectados no desarrollan signos y el 20% muestran sólo escasas lesiones, aunque se cree que desempeñan un papel importante en la transmisión de la enfermedad porque la infección se propaga sin ser detectada.

Ref.

- Cottral G.E., 1969
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.
- OIE Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019). Chapter 3.1.8. Sep. 2020.

- **Patogenia**

La incubación del virus de la fiebre aftosa en el ganado varía de 3 a 10 días, según la cepa viral, el tipo de exposición y el estado inmunológico del huésped, aunque el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE considera el período de incubación hasta 14 días.

La transmisión suele producirse por inhalación de virus en aerosol o por contacto directo con animales infectados. La transmisión a través de heridas cutáneas o mucosas no es eficaz. Los terneros pueden infectarse por vía oral con leche que contenga virus.

El sitio inicial de replicación del virus es el área faríngea. Debido a la viremia posterior, llega al epitelio de la pezuña y la boca. Al producirse los anticuerpos (>7 días post-infección), el virus desaparece de la sangre.

Los animales infectados pueden comenzar a propagar el virus una semana antes de la

aparición de los signos clínicos y, de 1 a 7 días después de los síntomas, la propagación de partículas virales suele ser evidente. El virus se puede detectar en órganos internos (hígado, riñón, sangre y ganglios linfáticos) hasta 8 días pos-infección (ensayos experimentales).

La enfermedad suele resolverse en 8 a 15 días. Sin embargo, una proporción variable de los bovinos susceptibles- incluso los vacunados- pueden transformarse en animales portadores del virus hasta un período de 270-300 días pos-infección. **Hasta la fecha no hay evidencias contundentes de que los bovinos portadores sean transmisores de la enfermedad en condiciones experimentales y/o naturales.**

La transmisión entre ovejas es relativamente ineficaz y puede ser necesario el contacto con otras especies para mantener y propagar la infección. Sin embargo, pueden convertirse en portadoras de virus. **En muchos "países libres de fiebre aftosa con vacunación", los ovinos no se vacunan y se los utiliza como población centinela con vigilancia serológica para la detección de la enfermedad (Ej. Argentina, Uruguay, Paraguay).**

En los cerdos, la infección oral es la principal vía de contagio. Si bien, en comparación con los bovinos y ovinos, son más resistentes a las infecciones transmitidas por el aire, excretan más virus por vía respiratoria que los bovinos. Esta especie puede actuar como agente multiplicador durante la infección. Cuando se los expone a dosis bajas de virus, pueden desarrollar una forma subclínica o leve de la enfermedad sin una transmisión eficaz. El período de incubación puede ser de 2 días o más. Algunas cepas del virus, como la "O" Taiwán 1997 son muy virulentas para los cerdos y, en esos casos, los signos clínicos pueden aparecer 18 h después de la exposición.

Ref.

- Cottral G.E., 1969
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.
- OIE Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019). Chapter 3.1.8. Sep. 2020.
- Stenfeldt C., Arzt J. 2020

- ***Animales persistentemente infectados.***

Los primeros estudios experimentales confirmaron que la exposición al virus de la fiebre aftosa del ganado que previamente había sido sometido a inmunización activa o pasiva provocaba una infección subclínica del tracto respiratorio superior y una infección persistente posterior (estado portador), a pesar de la protección clínica completa. En los años siguientes una serie de publicaciones confirmaban la infección persistente en rumiantes mediante el aislamiento del virus a partir de muestras de líquido esofágico faríngeo (OPF) de bovinos, caprinos, ovinos y búfalos africanos.

El estado de portador del virus de la fiebre aftosa fue descrito por primera vez por van Bekkum *et al.* en 1959. Esa publicación se basó en pruebas de campo y datos experimentales y llegó a la conclusión de que una proporción sustancial de bovinos seguía siendo portadora hasta varios meses después de la infección, según lo determinado por el aislamiento del virus de muestras de saliva. Además, se informó que la transmisión de enfermedad de estos animales portadores era poco probable.

Sutmoller y Gaggero informaron de un método optimizado para la detección de portadores del virus de la fiebre aftosa infectados persistentemente mediante la recolección de líquido "esófago-faríngeo" u "orofaríngeo" (OPF) raspando la superficie mucosa orofaríngea y la nasofaringe con una copa de metal unida a una varilla (Probang). Varias investigaciones han mostrado diferencias significativas en la detección del virus en muestras de hisopos convencionales en comparación con las muestras de Probang durante el estado de portador, lo que sugiere que los contenidos incluidos en las muestras de OPF obtenidas por Probang son fundamentales para la recuperación del virus de animales infectados persistentemente. Esta diferencia puede ser una consecuencia de los diferentes sitios anatómicos de recolección de la muestra, pero también es probable que se vea afectada por los contenidos celulares que se incorporan en la muestra de OPF debido a la acción de raspado de la copa Probang.

La infección persistente en los bovinos se definió originalmente sobre la base de la logística experimental, en lugar de los datos biológicos, con un umbral arbitrario de 28 días. Según este estándar, un animal en el que se puede detectar el virus de la fiebre aftosa más allá de los 28 días posteriores a la infección se considera portador.

En el caso del ganado vacuno, los animales persistentemente infectados pueden mantener la condición hasta 2 años, pudiendo ser superior a 32 meses en algunos contextos.

El riesgo de transmisión de la enfermedad por portadores infectados de forma persistente es un tema muy controvertido, ya que no se ha documentado la reactivación de la enfermedad clínica ni la transmisión vertical/horizontal en el ganado portador. El consenso general entre los estudios es que la transmisión del virus de la fiebre aftosa de ganado infectado persistentemente es poco probable. No hay estudios publicados que hayan podido confirmar la transmisión de ganado infectado persistentemente a centinelas en contacto.

Por el contrario, la transmisión de la infección es posible en los búfalos africanos.

Ref.

- Arzt J. et al. 2011.
- Donaldson A. - Kitching P. 1989.
- McVicar J. – Sutmoller P. 1976.
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.

- Stenfeldt C., Arzt J. 2020
- Sutmoller P., Gaggero A. 1965.
- Sutmoller P. et al. 1968.
- van Bekum J. et al. 1959.

- ***Supervivencia del virus***

El virus es susceptible variaciones en el pH, la temperatura y la humedad relativa. Es estable entre pH 7,2 y 7,6, siendo capaz de mantener su infecciosidad entre pH 6,7 y 9,5 si la temperatura es reducida a 4°C. Este rango se estrecha a medida que la temperatura se eleva. A pH menor de 5,0 o superior a 11,0, la inactivación es muy rápida. El incremento de la temperatura reduce el tiempo de supervivencia. A temperaturas más bajas que el punto de congelación el virus es estable casi en forma indefinida. A temperatura ambiente (22°C) puede mantener su infectividad por 8 a 10 semanas y por 4 a 10 días a 37° C. Por sobre tales temperaturas la inactivación es más rápida. La exposición a 56°C durante 30 minutos es suficiente para inactivar el virus. Sin embargo, se han descrito algunas diferencias en la resistencia entre cepas. La supervivencia del virus en el aire está principalmente influenciada por la HR, con buena supervivencia en porcentajes superiores al 60% y rápida inactivación con niveles inferiores.

Ref.

- Cottral G.E., 1969.
- FAO. 2013.
- PANAFTOSA. 2007.

b. El control de la fiebre aftosa en Argentina

La sospecha de fiebre aftosa y otras enfermedades vesiculares han sido siempre de notificación obligatoria en Argentina, con el análisis y diagnóstico definitivo en cada caso. El marco legal establece al SENASA como máxima autoridad sanitaria del país (Leyes No. 3959, 24.305 y 27.233) y las Resoluciones N° 5/2001, 725/2005 y 44/2011 del SENASA establecen la normativa específica para el control y erradicación de la fiebre aftosa.

La lucha organizada para el control de la fiebre aftosa se inició en 1960 con la vacunación obligatoria de todos los bovinos al norte del río Limay y Negro mediante el uso de vacunas contra los tres tipos de virus actuantes, A, O y C con adyuvante acuoso (Hidróxido de Aluminio). Durante la década de 1980 se demostró la efectividad de la vacuna oleosa, que asegura una mejor y más prolongada inmunidad (Plan Henderson). Se reestructuró la campaña mediante el involucramiento de organizaciones privadas

rurales (Plan Ayacucho), responsables de la conducción y administración de los recursos para la vacunación, reconocidas y auditadas por SENASA. Con este sistema se diseñó el Plan de Control 1990-92 ejecutándose en todo el país, con la vacuna oleosa, de larga duración de inmunidad y sujeta a estrictos controles de potencia, pureza e inocuidad para su aprobación. A finales de 1992, según el objetivo previsto, se inició la etapa del Plan Nacional de Erradicación 1993-97. Los resultados fueron altamente satisfactorios con una tremenda disminución en la ocurrencia de focos que le permitieron a Argentina -en mayo del año 2000- el reconocimiento oficial de OIE como "país libre de fiebre aftosa sin vacunación". La reintroducción de la fiebre aftosa en el territorio nacional a fines de ese mismo año determinó la pérdida de ese estatus y se debió reiniciar el programa de vacunación al norte del paralelo 42.

En 2001, mediante la resolución SENASA N° 5 se reinició la vacunación con vacuna oleosa tetravalente (O1 Campos, A24, A2001 y C3 Indaial) en dos periodos de vacunación anual para todos los bovinos en el territorio nacional al norte del río Colorado, manteniendo la zona patagónica como "zona libre de fiebre aftosa sin vacunación". Esta resolución se encuentra vigente con modificaciones por normas complementarias. **Desde su implementación, se han desarrollado en forma consecutiva 37 campañas de vacunación (2002 a la fecha). La última modificación complementaria a esta norma es la IF-2020-51936887-APN-DNSA/SENASA de agosto 2020 que implementó una estrategia específica de prevención en la frontera norte.**

Ref.

- SENASA. Normativa. 2020.
- SENASA. Fiebre aftosa. 2020.

- ***Vigilancia epidemiológica. Indicadores clínicos y serológicos***

El control y erradicación de la fiebre aftosa requiere de una vigilancia epidemiológica integral de los factores de riesgo descriptos que involucran:

- Control de las importaciones de animales y productos
- Denuncia obligatoria de sospechas de enfermedades vesiculares.
- Vigilancia activa y pasiva.

La vigilancia pasiva se lleva a cabo a través de sensores -actores locales, regionales y a nivel central- e incluye la inspección *ante* y *post-mortem* en los frigoríficos. La Res. SENASA 540/2010 establece los procedimientos de notificación frente a la sospecha, incluyendo la protocolización y el registro de su ocurrencia temporal y geográfica. De acuerdo con la información oficial disponible, durante 2019 se recibieron 5 denuncias

compatibles con enfermedades vesiculares con análisis del material en el laboratorio de referencia de fiebre aftosa, todas con resultados negativos.

El control de la eficacia del programa de vacunación se realiza por muestreo serológico de animales vacunados, especies centinelas o bien basado en riesgo con el objeto de demostrar ausencia de transmisión/infección del virus.

Los anticuerpos específicos e indicadores de protección en los animales vacunados son detectados y cuantificados mediante varias pruebas serológicas: seroprotección en animales de laboratorio, neutralización y ELISA's. Como las proteínas no capsidales (NSP's) están muy conservadas y se expresan solamente en el proceso de replicación activa del virus, son empleadas en las pruebas diagnósticas. Los ensayos inmunoenzimáticos para detección de NSP y EITB son utilizados para identificar animales infectados y diferenciarlos de los animales vacunados (DIVA) que no han tenido exposición al virus y es el elemento fundamental para determinar la ausencia de transmisión / circulación viral en las poblaciones vacunadas y, con los otros indicadores epidemiológicos, para la certificación del estatus sanitario de "*libre de fiebre aftosa con vacunación*" (Código Terrestre de la OIE).

Estas actividades están sujetas al estricto cumplimiento de las normativas del SENASA y se realizan en las cinco zonas epidemiológicas reconocidas por la OIE en la Argentina (ver mapa de OIE en la sección El estatus sanitario OIE). Los resultados obtenidos se envían anualmente a OIE para reconfirmación del estatus sanitario de cada zona de acuerdo con los requisitos del Código Terrestre en su capítulo 8.8.2 y 8.8.3 "*zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación*" y "*zonas libres de fiebre aftosa con vacunación*", respectivamente.

También se realiza una importante tarea de concientización y capacitación en el área de fauna silvestre, análisis de muestras de animales susceptibles (cerdos silvestres, ciervos, camélidos). Se llevan a cabo ejercicios de simulacro que incluyen: reconocimiento y diagnóstico de la enfermedad, atención de focos, capacitación de vacunadores y personal técnico del SENASA en aspectos epidemiológicos, análisis de riesgo y análisis laboratorial.

Desde el último brote en 2006 a la fecha todas las reconfirmaciones anuales fueron revalidadas por la OIE, lo que confirma que los animales susceptibles al virus de la fiebre aftosa en estas 5 zonas de Argentina (2 *libres de fiebre aftosa con vacunación* y las 3 *zonas libres de fiebre aftosa sin vacunación*) se han mantenido indemnes y libres de infección por más de 14 años.

- **Actividades de la vigilancia epidemiológica**

Las actividades de vigilancia epidemiológica a través de métodos serológicos (circulación/transmisión viral y niveles de inmunidad poblacional) han sido continuas desde 2007 a la fecha.

- En el 2017 se realizó el último análisis de inmunidad poblacional en las zonas libres de fiebre aftosa con vacunación, con los siguientes resultados:
- Cobertura vacunal superior al 90 %,
- Inmunidad poblacional para los virus A y O al fin del periodo de duración de la vacuna (1 año) en animales mayores de 24 meses con niveles de protección superiores al 80% y en los animales menores, niveles de protección superiores al 70%, demostrando que la población bovina se encontraba protegida efectivamente.
- Con respecto a las investigaciones realizadas desde 2007 para demostrar la ausencia de circulación/transmisión viral, resultaron negativas y el último muestreo (2019) de la Zona Centro Norte (libre con vacunación) fue diseñado considerando una prevalencia mínima esperada en rodeos del 1% y de animales positivos hasta un 15% (si bien este valor es mayor al utilizado habitualmente, pero se utiliza cuando el muestreo está enfocado a terneros sin vacunar, donde se puede esperar una prevalencia mayor), con un error tipo II: 5% y un nivel de confianza del 95%. Las 5700 muestras provinieron de 380 establecimientos y fueron analizadas por las técnicas de 3ABC y EITB, con las investigaciones complementarias según lo recomendado por el Código Terrestre de la OIE Cap. 8.8.42.
- El muestreo serológico del cordón fronterizo *-libre de fiebre aftosa con vacunación-* se diseñó estimando una prevalencia predial del 1%, una intrapredial del 10%, la sensibilidad de la prueba del 98% y del sistema del 95%. Estos parámetros determinaron el tamaño de la muestra que fue de 5.031 animales pertenecientes a 387 establecimientos -13 bovinos de entre 3-36 meses- que se analizaron por el sistema 3ABC y EITB para la detección de proteínas no estructurales del virus de la fiebre aftosa. Las investigaciones complementarias se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del Código Terrestre Cap. 8.8.42. y han resultado negativas.
- En varios años se han muestreado también las poblaciones de ovinos, caprinos y cerdos no vacunados -considerados centinelas del sistema- con resultados negativos.

Todos resultados informados hasta noviembre 2019 resultaron negativos a la presencia (circulación/transmisión) del virus de la fiebre aftosa.

En las zonas libres de FA sin vacunación (Patagonia Norte A, Patagonia y Valles de Calingasta), todos los resultados obtenidos hasta la fecha en muestreos de vigilancia activa para la detección de transmisión/infección viral en la población susceptible han sido negativos.

Ref.

- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.
- OIE Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019). Chapter 3.1.8. Sep. 2020.
- PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA. 2005 – 2019.
- SENASA. Revalidación Anual de Estatus de Zonas libres de Fiebre Aftosa. 2019.

- *La vacunación contra la fiebre aftosa*

Ante el reingreso de la enfermedad a fines del 2000, en el 2001 se rediseñó el Plan de Erradicación, incorporando nueva tecnología en la elaboración de la vacuna y estrategias acordes a los últimos conocimientos de la epidemiología de la enfermedad:

- Regionalización para la aplicación de estrategias, considerando el ecosistema y las características productivas de cada región.
- Vacunación sistémica, obligatoria y universal de los bovinos y bubalinos. Cerdos y ovinos son utilizados como centinelas
- Vacuna de alta calidad (mayor duración de la inmunidad). Inactivada con etilnimina binaria (BEI), formulada con adyuvante oleoso y saponina, conteniendo las cepas O1 Campos, A24 Cruzeiro, A Argentina 2001, C3 Indaial (tetraivalente), elaborada por laboratorios privados y controlada por el SENASA de acuerdo con la normativa internacional (OIE) garantizando: inocuidad, pureza y potencia.
- Control del mantenimiento de la cadena de frío de la vacuna.
- Control de movimientos del ganado.
- Sistema eficaz de identificación de los bovinos.
- Vigilancia epidemiológica: control de denuncias, muestreos serológicos.
- Participación de los productores organizados como ejecutores de las políticas

de SENASA. Trescientos dos Entes Sanitarios Locales (ESL), distribuidos en toda la zona con vacunación, integrados por representantes de las asociaciones de ganaderos, veterinarios privados, con el apoyo técnico del SENASA e instituciones nacionales y provinciales.

- Cada distrito debe contar con un plan de vacunación aprobado por el SENASA conforme a la estrategia general establecida y consensuada previamente por las Comisiones provinciales de sanidad animal (Coprosas) y nacional (Comisión Nacional de Lucha contra la fiebre aftosa- Conalfa).
- La categoría de los animales: Los menores (ternero/a, vaquillona, novillo, novillito y torito) reciben dos dosis anuales en dos campañas. Los animales mayores (vacas, toros y bueyes), reciben una dosis anual.
- En la denominada zona fronteriza se vacunan todas las especies susceptibles.

Desde el 2007 a la fecha se han realizado 28 campañas de vacunación con niveles de cobertura vacunal superiores al 90% y elevados niveles de protección de acuerdo con los muestreos del SENASA, que aumentan el nivel de protección y prevención de la población bovina ante una eventual reemergencia de fiebre aftosa.

Otro dato importante son los análisis de la efectividad del programa de vacunación que se llevaron a cabo en forma sistemática en 49 distritos de la Provincia de Buenos Aires en el 2004, 2007, 2008 y 2011, basados en la estimación de la proporción de establecimientos y animales protegidos según los niveles de anticuerpos medidos por la técnica de ELISA en fase líquida (anticuerpos contra las proteínas estructurales del virus de la fiebre aftosa presentes en la vacuna). En el año 2013, bajo el marco de una nueva estrategia de vigilancia activa para fiebre aftosa, se diseñó un muestreo que contempla los establecimientos de la zona del país que realizan 2 campañas de vacunación al año, con el objetivo de estimar el nivel de inmunidad conferido por la vacuna a nivel poblacional bovino/bubalino y detectar circulación viral. Dicho muestreo se diseñó para ser completado en 4 años y en 2016 se cumplimentó la etapa final.

Ref.

- SENASA. Fiebre aftosa. 2020.
- Robiolo B. et al. 2006.
- Cosentino B. et al. 2013.
- Leon E. et al. 2014.
- Ed. Metwally S. – Munstermann S. 2016.
- D'Alessio F. 2016

c. Estatus sanitario para la fiebre aftosa.

- *Los últimos focos de fiebre aftosa en Argentina.*

En agosto del 2003, en la localidad de Tartagal, Salta, se detectó un foco a virus O1 que afectó a un establecimiento ubicado a 40 Km de la frontera, asociado cronológicamente con la presencia de manifestaciones clínicas de la enfermedad en Paraguay (Pozo Hondo, Departamento Boquerón Julio/2003) y Bolivia (Chuquisaca, La Paz, Potosí, Tarija, julio/2003). El estatus de "zona libre de fiebre aftosa que practica la vacunación", fue suspendido y se recuperó el 18 de enero del año 2005.

En 2004 SENASA instrumentó medidas tendientes a evitar la reintroducción de la enfermedad, en particular en la frontera norte, con la delimitación de un "Cordón fronterizo" de 25 Km de ancho en los límites con Bolivia y Paraguay que comprendía territorios de las provincias de Salta y Formosa, y que luego se extendió a las provincias de Chaco, Corrientes y Misiones. Los países lindantes implementaron medidas similares que fueron auditadas por la OIE y el CEPAFA.

Durante 2004/5 se realizó una vacunación de emergencia en el cordón fronterizo, donde -con 30 días de intervalo- se vacunaron, revacunaron e identificaron con caravana oficial, todos los animales de las especies susceptibles. Simultáneamente, se realizó un muestreo serológico para detectar la presencia de infección/circulación, cuyo resultado fue negativo.

En febrero de 2006 se registraron dos focos en el Departamento San Luis del Palmar de la provincia de Corrientes. Se declaró la emergencia sanitaria y se realizaron todas las actividades para el control y erradicación con el sacrificio y destrucción de los animales afectados y sus contactos. El evento se cerró en marzo de ese mismo año.

En síntesis, **el último foco de fiebre aftosa detectado en Argentina ocurrió en la Provincia de Corrientes en el año 2006 (Mapa 2), hace más de 14 años, y desde entonces no se ha informado la detección de la enfermedad clínica, ni evidencias de circulación/transmisión o infección por el virus de la fiebre aftosa en todo el territorio nacional.**

de "Zona libre de FA sin vacunación" a la pequeña zona de altos valles andinos (Valles de Calingasta) de la provincia de San Juan.

Por último, en mayo de 2014, la 82ª asamblea de la OIE otorgó la condición de "Zona libre de FA sin vacunación" al área comprendida entre los ríos Colorado y Negro- Patagonia Norte A.

- **El estatus según OIE**

Argentina ha sido listada oficialmente como país libre de FA, con 5 zonas, en las que 3 son "libres de fiebre aftosa sin vacunación" y 2 "libres de fiebre aftosa con vacunación" (OIE).

Para la confirmación y mantenimiento del estatus, anualmente se debe dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el capítulo 8.8.2 del Código Terrestre para lo cual se debe suministrar información objetiva sobre el cumplimiento de la normativa OIE. Ver ANEXO correspondiente al año 2019.

Mapa 3. Estatus sanitario oficial para la FA en Argentina



El estatus sanitario oficial para la fiebre aftosa en Argentina

Las cinco zonas libres de fiebre aftosa (con y sin vacunación) cubren totalmente el territorio de Argentina

- Zona libre de fiebre aftosa en que no se aplica la vacunación compuesta por Patagonia Norte A (octubre de 2013) que cubre parte de las provincias de Neuquén, Río Negro y Buenos Aires
- Zona libre de fiebre aftosa en que no se aplica la vacunación compuesta por la zona de pastoreo de verano en la provincia de San Juan (abril de 2011)
- Zona libre de fiebre aftosa en que no se aplica la vacunación compuesta por las provincias de Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur y la mayor parte de las provincias de Neuquén y Río Negro (enero de 2007)
- Zona libre de fiebre aftosa en la que se aplica la vacunación compuesta por las provincias de Catamarca, Córdoba, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, San Luis, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán y parte de las provincias de Buenos Aires, San Juan, Salta, Formosa, Chaco, Corrientes, Misiones, Neuquén y Río Negro (marzo de 2007 y octubre de 2013)
- Zona libre de fiebre aftosa en la que se aplica la vacunación compuesta por la zona "Cordon Fronterizo", cubre parte de las provincias de Salta, Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones (agosto de 2010 y febrero de 2014)

Provincia Provincias enmarcadas son parte de dos zonas libres de fiebre aftosa diferentes

* Las fechas indicadas entre paréntesis indican el mes en el que las solicitudes fueron presentadas a la OIE por el Delegado.

Ref.

- OIE. FMD Official Status. Animal Health in the World. 2020.
- SENASA. Fiebre aftosa. 2020.

8- El riesgo de transmisión del virus de la fiebre aftosa por carnes y vísceras

a. Transmisión y supervivencia del virus de la FA

La transmisión del virus de la fiebre aftosa en los productos de origen animal ha sido de continua preocupación para países exportadores e importadores. Hasta 1959, las carnes curadas de países infectados eran aceptadas por los Estados Unidos de América. A partir de ese año -como resultado de experimentos relacionados con la sobrevivencia del virus en ganglios linfáticos de carnes curadas - su importación fue prohibida.

La justificación de esta prohibición fue discutida en 1962 con una Misión Científica Norteamericana, con el fin de determinar si la aplicación de la ciencia y la tecnología podrían liberar de virus viable a ciertos productos procesados de carnes y hacerlos aceptables para su importación a Estados Unidos. Dado que no se tenían datos acerca de qué ocurría con el virus en animales vacunados luego de fueran sometidos a la infección, se preparó un proyecto de protocolo de un experimento, comenzando los estudios en 1963. El estudio concluyó que la probabilidad de recobrar virus de ganglios linfáticos de carne curada de reses de bovinos vacunados era baja, pese a las deficientes vacunas que se utilizaban en esa época y que la prueba se realizó en el período agudo de la enfermedad (infección experimental a menos de dos días antes del sacrificio).

Siguiendo el criterio de utilizar los últimos conocimientos científicos disponibles y que la Argentina ha eliminado todos los animales afectados y sus contactos del último foco ocurrido en el año 2006, y desde entonces ha adquirido el estatus de "libre de fiebre aftosa con vacunación" para dos de sus zonas, y "libre de fiebre aftosa sin vacunación" para las 3 zonas restantes (total del país) y lleva más de 14 años continuados demostrando la ausencia de transmisión/infección por el virus de la fiebre aftosa en la totalidad de su territorio, pueden aplicarse las condiciones del Capítulo 8.8.3 del Código Terrestre para la comercialización de sus carnes y derivados, incluyendo carnes con hueso, lengua y vísceras. Es decir, se puede justificar plenamente que solo la introducción o la emergencia de un brote de fiebre aftosa puede afectar alguna de sus zonas y por lo tanto la comercialización de mercaderías de esas zonas, al igual que sucedería en cualquier otro país libre con o sin vacunación.

Ref.

- Argentina-USA. 1966.
- Cottral G.E. 1969.
- Callis JJ. 1996.
- Suttmoller P. - Casas R. 2003.
- Penn University. 2016.
- APHIS/USDA. 2014
- Marcos A. - Perez A. 2019.
- OIE Animal Health Code for Terrestrial Animals. Chapters 2.1, 2.2 and 8.8. Sep. 2020.

b. Evaluación cuantitativa de riesgo de transmisión del virus de la fiebre aftosa por carne con hueso de Argentina

Los 14 años en que Argentina ha mantenido su estatus de "libre de fiebre aftosa con y sin vacunación" en sus diferentes zonas, ameritan un tratamiento especial, aun considerando las normativas actuales del Código Terrestre de la OIE en sus Capítulos 8.8.2 y 8.8.3 homologando las consideraciones sobre las posibilidades de comercialización de carne con hueso, lengua y vísceras.

A fin de garantizar la condición de libre con vacunación de Argentina este estudio se complementa con una evaluación cuantitativa de riesgo elaborada con base en la situación epidemiológica actual respecto a la fiebre aftosa, completamente diferente a la de los estudios realizados en 1968, cuando se aprobó la importación por los países compradores de carne sin hueso y sin ganglios.

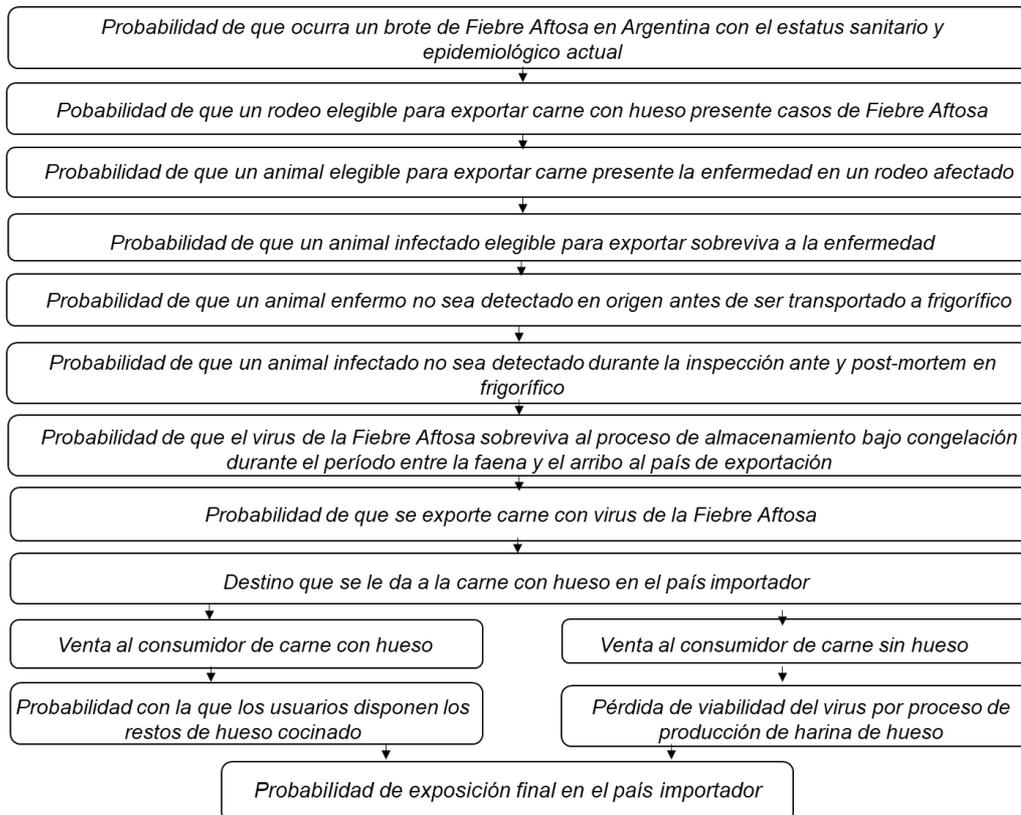
La habilitación para la exportación de carne con hueso y menudencias sería la última barrera para arancelaria por sortear en los países importadores, para estar en un pie de igualdad con los países productores libres de fiebre aftosa sin vacunación.

Los resultados obtenidos aportarán información científica sobre el riesgo de la transmisión del virus de la fiebre aftosa por la carne con hueso y las menudencias.

La evaluación cuantitativa de riesgos se construyó considerando todos los aspectos que, *a priori*, influyen sobre la probabilidad de que ocurra, a lo largo de un año y en un país importador, un foco de fiebre aftosa como resultado de la importación de carne con hueso, vísceras y menudencias desde Argentina. Inicialmente se identificaron todas las etapas que deben cumplirse para que ocurra el evento final. Cada evento constituye una etapa que puede graficarse como un árbol de decisiones. A su vez, para cada etapa se asume que su probabilidad de ocurrencia puede ser representada por una distribución de probabilidad, la cual se construyó con base en información científica disponible a nivel nacional e internacional.

Las variables incluidas en el modelo, las ecuaciones y distribuciones empleadas se presentan detalladas en la Tabla 8. Para facilitar la descripción del modelo, se presenta en la Figura 5 un esquema de la cadena cárnica bovina y las variables más relevantes incluidas en el modelo final. Este modelo teórico fue elaborado tomando en consideración modelos previamente publicados (Astudillo *et al.*, 1997; Sutmoller, 2001; Sutmoller y Casas Olascoaga, 2003).

Figura 5: Modelo teórico del riesgo de generar un brote de fiebre aftosa por exportaciones de carne con hueso provenientes de Argentina.



1.- Probabilidad de que ocurra un brote en Argentina con el estatus sanitario y epidemiológico actual (P_{Br})

Argentina obtuvo el estatus de libre con vacunación en el año 2002. Desde esa fecha hasta la actualidad se produjeron, según los datos oficiales reportados por el SENASA, dos brotes de fiebre aftosa (2003 y 2006). En el año 2003 se detectó un foco a 40 km de la frontera norte, en la localidad de Tartagal, Departamento San Martín (Salta), asociado con la presencia de manifestaciones clínicas de la enfermedad en Paraguay (Pozo Hondo, Departamento Boquerón, julio de 2003) y Bolivia (Chuquisaca, La Paz, Potosí, Tarija, julio de 2003). El estatus de "zona libre de fiebre aftosa que practica la vacunación" fue suspendido y se recuperó el 18 de enero del año 2005. El foco de fiebre aftosa detectado en un establecimiento localizado en el Departamento San Luis del Palmar, en la provincia de Corrientes en el año 2006, fue el último identificado en

Argentina, donde todos los animales enfermos y contactos fueron destruidos. A partir de ese momento, el sistema de vigilancia nacional no detectó enfermedad clínica, evidencia de circulación/transmisión o infección por el virus en Argentina, por lo que podría considerarse que la probabilidad de ocurrencia de un brote de fiebre aftosa en Argentina es insignificante. Asimismo, desde el brote del año 2003, se realizaron 36 campañas de vacunación consecutivas. De acuerdo con los muestreos anuales del SENASA, estas campañas confirieron niveles de cobertura vacunal superiores al 90% y elevados niveles de protección, que aumentan el nivel de resistencia y prevención de la población bovina ante una eventual reemergencia de fiebre aftosa. Desde el último reconocimiento oficial de OIE en el 2007 a la fecha, todas las reconfirmaciones anuales fueron revalidadas, lo que ratifica que los animales susceptibles al virus de la fiebre aftosa en Argentina se han mantenido indemnes y libres de infección por más de 14 años ya que todos los resultados informados hasta noviembre 2019 resultaron negativos a la presencia clínica y/o serológica (circulación/transmisión) del virus de la fiebre aftosa.

No obstante, no se puede eliminar la posibilidad de la reemergencia de un brote de fiebre aftosa como un escenario potencial, modelándose esa probabilidad con una distribución GAMMA que contempla el número de brotes ocurridos desde el momento que se obtuvo el estatus libre con vacunación hasta la actualidad (2 brotes en 18 años).

2.- Probabilidad de que un rodeo elegible para exportar carne con hueso presente casos de fiebre aftosa ($P_{(R+)}$)

Se empleó información derivada de los reportes presentados por Argentina de los focos ocurridos desde el año 2002 hasta la actualidad. Disponible en el repositorio de la Organización Mundial de Salud Animal (WAHIS – OIE) donde hay información detallada sobre el último brote del año 2006. Para poder estimar la probabilidad de que un rodeo presente casos de fiebre aftosa antes de que el servicio sanitario nacional los detecte, se dividió el número de predios infectados durante el brote ocurrido en el año 2006 por la cantidad total de predios ganaderos existentes en ese momento aportados por el SENASA. Con base en los datos obtenidos se modeló mediante una distribución Beta, que estima la variabilidad existente en una proporción con base en datos de monitoreo o vigilancia.

Los valores elegidos son muy conservadores ya que, en los últimos 20 años, debido a la sensibilización de los productores y a la acción del Servicio Veterinario Oficial siempre se intervino detectando el primer foco, por lo cual podría considerarse que en caso de una reintroducción de la enfermedad lo más probable es que se detecte el primer foco de fiebre aftosa y se establezcan las medidas sanitarias adecuadas para evitar la diseminación de la enfermedad.

3.- Probabilidad de que un animal elegible para exportar carne presente la enfermedad en un rodeo afectado ($P_{(An+)}$)

Se estimó la prevalencia intrapredio en aquellos establecimientos en los cuales se presentaron focos de fiebre aftosa durante los años 2003 y 2006, cuyo inicio fue previo a la primera intervención del SENASA. Con base en los reportes del año 2006 disponibles en el WAHIS – OIE, se calculó la probabilidad de que un animal estuviese infectado antes de que el foco fuese detectado dividiendo la cantidad de animales enfermos al momento de la intervención oficial por la población total del establecimiento en el mismo momento (morbilidad). En el año 2006 se registraron 70 animales con signología compatible con fiebre aftosa al momento de detectarse los focos sobre 4098 animales existentes en el rodeo. Para modelar la morbilidad intrarodeo se empleó una distribución Beta.

4.- Probabilidad de que un animal infectado elegible para exportar sobreviva a la enfermedad ($P_{(S)}$)

Para modelar esta probabilidad (sobrevivencia) se emplearon los datos disponibles en el sitio WAHIS – OIE sobre la letalidad correspondiente al brote ocurrido en el año 2006. De 70 animales afectados ninguno murió. La tasa de sobrevivencia se estimó como $1 - \text{letalidad}$ y la letalidad se modeló a partir de una distribución Beta.

5.- Probabilidad de que un animal enfermo no sea detectado en origen antes de ser transportado al frigorífico ($P_{(DP)}$)

En Argentina, los bovinos deben ser inspeccionados antes de ser enviados al frigorífico por la autoridad sanitaria. La inspección *ante-mortem* involucra la detección de animales con fiebre, salivación o problemas para caminar. Como toda técnica diagnóstica, su sensibilidad o la capacidad que tiene para detectar como positivo a un animal que presenta la enfermedad, no suele ser del 100%. Esto puede ser explicado por la pericia y experiencia del Médico Veterinario actuante, la presencia de animales con bajos síntomas o directamente asintomáticos (Sutmoller *et al.*, 2002). La sensibilidad *ante-mortem* fue estimada de acuerdo con lo reportado por Astudillo *et al.* (1997), la cual presenta valores extremos entre el 1% y el 10%, con un valor promedio del 5%, la cual resulta ser muy conservadora.

6.- Probabilidad de que un animal infectado no sea detectado durante la inspección ante y post-mortem en frigorífico ($P_{(amF)}$ y $P_{(pmF)}$)

Para la estimación de la sensibilidad en la detección *ante-mortem* en los frigoríficos se tomó en consideración la sensibilidad estimada por González *et al.* (2014). La misma tiene valores extremos del 22% y 40%, con valor promedio del 31%.

En la inspección *post-mortem*, los técnicos del servicio sanitario inspeccionan la canal después del desollado. Si se observa alguna lesión compatible con fiebre aftosa, todo el animal es separado para esperar el juicio de un veterinario. La lengua, la mucosa oral y las pezuñas de todo animal faenado son inspeccionadas individualmente en búsqueda de lesiones vesiculares agudas o recuperadas. Es poco probable que un inspector pase por alto el desarrollo de vesículas o lesiones agudas. Si el rodeo se infectó poco antes de salir del campo de producción primaria o durante transporte, es probable que al menos algunos de los animales hayan desarrollado lesiones en esta etapa. Las lesiones en proceso de curación de los animales convalecientes también son muy características y probablemente se encontrarán estas lesiones en más de un animal del rodeo. Gracias a la minuciosa inspección individual de cada canal, algunos autores asumen que la inspección *post-mortem* es, al menos, cinco veces más sensible que la inspección *ante-mortem* (Astudillo *et al.*, 1997). La probabilidad de falsos negativos tiene un valor mínimo de 10%, un máximo de 19,98% y un valor más probable del 18% (Marcos y Pérez, 2019). Dicha probabilidad fue modelada empleando una distribución PERT.

7.- Probabilidad de que el virus de la fiebre aftosa sobreviva al proceso de almacenamiento (refrigerado o congelado) durante el período entre la faena y el arribo al país de exportación ($P_{(spm)}$)

El virus de la fiebre aftosa se inactiva rápidamente (90% por minuto a pH 6,0). Para el caso del músculo almacenado a 4°C, el virus se inactiva en 2 días debido al descenso del pH ocurrido durante la maduración de la carne (Pharo, 2002). No obstante, el virus permanece infectivo en los nódulos linfáticos y médula ósea durante varios meses (Bronsvort, 2004). Cottral (1969) reportó que el virus se mantiene viable luego de 7 meses, 33 días y 42 días de almacenamiento a temperaturas de refrigeración en médula ósea, lengua y órganos internos (hígado, riñones). Otros estudios identificaron que el virus se mantiene viable por 80 días en la médula ósea almacenada a -1°C (Henderson y Brooksby, 1948). Se ha encontrado que el virus de la fiebre aftosa persiste durante 196 y 112 días en médula ósea almacenada a 1 y 4°C, respectivamente (Hyslop, 1970) y en nódulos linfáticos por 70 días a 4°C (Cox *et al.*, 1961 citado por Blackwell *et al.*, 1982). La tasa de inactivación del virus de la fiebre aftosa almacenado a 1 - 4°C en nódulos linfáticos y médula ósea ha sido estimada en 0,66 y 0,4 unidades logarítmicas por mes, respectivamente (Sellers, 1971). Cabe aclarar que los datos anteriormente aportados sobre sobrevivencia del virus de la fiebre aftosa corresponden a experiencias realizadas con animales experimentalmente

inoculados y faenados en la fase aguda y sintomática de la infección. Considerando la información disponible, el mayor período de sobrevivencia del virus de la fiebre aftosa sería de dos días para la carne sin hueso y hasta 196 días para los cortes cárnicos con hueso.

En esta evaluación de riesgos se asumió que, si un animal se infecta, es altamente probable que partículas virales alcancen los huesos y el proceso de maduración y almacenamiento bajo refrigeración o congelación no alteren la sobrevivencia del virus durante el período de tiempo entre la faena y la comercialización (Henderson y Brooksby, 1948).

8.- Probabilidad de que se exporte carne con virus de la fiebre aftosa ($P_{(Exp)}$)

La probabilidad de que se exporte carne con hueso desde Argentina a partir de un animal faenado se estimó multiplicando las probabilidades independientes estimadas anteriormente. No obstante, para poder estimar la probabilidad de que se exporte carne con hueso a partir de al menos un animal infectado, es necesario contemplar la cantidad de animales que se deben faenar para cumplir con el volumen de carne con hueso a exportar por nuestro país durante un año. Para esto último, se consideró el volumen de carne exportada durante el año 2018 por Argentina (según informe de exportaciones del SENASA para carne fresca, cuota Hilton y cuota 481 del 2018), la cual fue dividida por el peso de las reses al gancho (empleando la información estadística publicada por el IPCVA) para estimar cuántos animales se requieren faenar para alcanzar el volumen de carne a exportar.

9.- Destino que se le da a la carne con hueso en el país importador ($D_{(ch)}$)

Un aspecto relevante para que se produzca un brote de fiebre aftosa en el país importador de carne con hueso procedente de Argentina es el manejo que de la misma se realice. Estas vías pueden ser muy variadas y particulares de acuerdo a los hábitos y costumbre en los variados países de destino de la carne argentina. No obstante, con el objetivo de poder generar un modelo que sea aplicable a todas las condiciones, se identificaron las siguientes vías, aunque se aclara que las mismas podrían implicar una sobre simplificación del modelo.

1.- La carne con hueso se vende directamente al consumidor

2.- La carne se deshuesa en destino, el consumidor compra carne sin hueso y el hueso se destina para otros usos.

Dado que no se cuenta con información que pueda emplearse para sustentar científicamente la estimación de la probabilidad de ocurrencia de ambas vías, se

decidió emplear una distribución Uniforme con probabilidad entre 0% y 100%. Si bien esta aproximación implica aceptar que dicha probabilidad es incierta, permite modelar todo el rango de probabilidades de que los países a los que Argentina exportaría carne con hueso adopten las vías antes mencionadas.

Si la carne se vende al consumidor con hueso, es necesario estimar el efecto de la cocción sobre la viabilidad del virus ($S_{(cocc)}$). Para modelarlo se emplearon datos reportados por Kamolsiripichaiorn *et al.* (2007). Se modeló la pérdida de viabilidad del virus presente en el hueso del corte a partir de rectas de regresión que permiten estimar el tiempo de reducción decimal (D) en función de la temperatura de cocción. A su vez, se modelaron las incertidumbres en los parámetros a (ordenada al origen) y b (pendiente) de la recta de regresión, considerando la variabilidad natural de la resistencia entre cepas del virus de la fiebre aftosa. La temperatura de cocción ($Temp$) fue modelada suponiendo un rango entre 50 y 70°C. El tiempo de cocción ($Tiempo$) fue estimado de manera conservadora, suponiendo que el hueso se expone a esas temperaturas por un tiempo mínimo y máximo de 180 y 300 segundos, respectivamente. El número de reducciones decimales de la viabilidad del virus (N_{red}) se calculó dividiendo el tiempo de cocción por el tiempo de reducción decimal estimado. Una vez consumida la carne, los huesos restantes pueden seguir dos vías alternativas:

1.1.- El consumidor elimina los restos de la carne con huesos con sus residuos domiciliarios y los mismos son procesados de manera adecuada para que no tomen contacto con otros animales susceptibles. Por tratamiento adecuado de residuos orgánicos podemos mencionar la digestión térmica o enzimática o compactados en celdas de disposición final correctamente cercados.

1.2.- El consumidor elimina los huesos de manera inapropiada, es decir, los elimina en basurales a cielo abierto, ya sea municipales o en traspatio.

Nuevamente, no hay información que permita modelar la probabilidad con la que los usuarios disponen los restos de hueso cocinado ($P_{(dh)}$). Para considerar todos los hábitos y condiciones existentes en los países de destino, se modeló dicha etapa empleando una distribución Uniforme similar a la empleada en el punto anterior.

Si la carne se vende al consumidor sin hueso y el hueso se destina a la producción de harina de hueso para alimentación animal, entonces se modeló la pérdida de viabilidad del virus producto del proceso de producción de harina de hueso ($S_{(HH)}$) a partir de los datos reportados por Bachra *et al.* (1957). El virus de la fiebre aftosa es muy sensible a la temperatura. Cuando se incorporan materiales potencialmente infectados con el virus en formulaciones para alimentar animales susceptibles, es necesario que se apliquen temperaturas en el centro de la masa del producto de al menos 93°C para

que el material se considere libre del virus de la fiebre aftosa (Blackwell y Rickansrud, 1989).

Otros trabajos (Gubbins *et al.*, 2016) concluyeron que el virus de la fiebre aftosa no se encuentra viable en materiales infectados luego de haber sido sometido a diferentes procesos empleados en la elaboración de alimentos balanceados para mascotas: *i*) tratamiento térmico de carne 68°C durante 300 s; *ii*) tratamiento de harinas enriquecidas con el virus de la fiebre aftosa a 79°C durante 10 o 30 s, o *iii*) tratamiento del epitelio homogeneizado de la lengua bovina, tomado de un animal infectado con el virus de la fiebre aftosa, a 79°C durante 10 s. Los tratamientos anteriores arrojaron reducciones estimadas de 8 log₁₀ con rangos de variación entre 6 log₁₀ y 13 log₁₀. Esto demuestra que los tratamientos térmicos utilizados en la fabricación comercial de alimentos para mascotas pueden reducir significativamente el título del virus de la fiebre aftosa en las materias primas infectadas.

Dado que el proceso de obtención de harina de hueso emplea tratamientos térmicos elevados (superiores a los 130°C) bajo presión, generarían una reducción de la viabilidad que, adoptando una posición conservadora, sería del orden de 4 y 5 logaritmos.

10.- Probabilidad de exposición final en el país importador ($P_{(EF)}$)

Finalmente, todas las rutas identificadas anteriormente se integraron y se calculó la probabilidad total de que ocurra un brote de fiebre aftosa en animales de los países de destino de la carne con hueso argentina. Es decir, los animales pueden exponerse a partir de varias rutas: a) hueso cocinado en el hogar eliminado de forma incorrecta, b) hueso crudo mal eliminado, c) harina de hueso.

Caracterización del riesgo

Se integró toda la información obtenida en los modelos cuantitativos para cada matriz alimentaria. Estos modelos describen con el mayor grado de detalle y precisión, las condiciones en las que se producen los productos cárnicos bovinos en nuestro país, considerando la variabilidad intrínseca de cada proceso y las incertidumbres presentes. Una vez diseñados los modelos predictivos de riesgos, se realizaron simulaciones de los mismos empleando el modelo Monte Carlo, con la asistencia del programa de análisis de riesgos @Risk® versión 7.5 (Palisade, New York). Cada simulación realizó 5.000 iteraciones del modelo, lo que permitió lograr un adecuado nivel de convergencia (<1%).

Análisis de sensibilidad

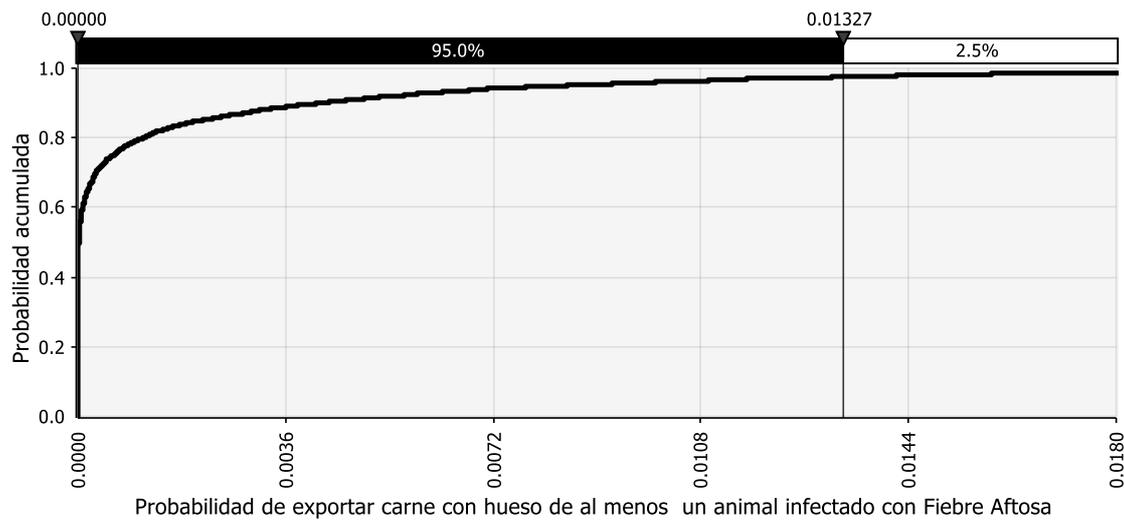
Se utilizó el programa @Risk para identificar las etapas del proceso que mayor influencia tuvieron en el riesgo de que se produzca un brote de fiebre aftosa por importación de carne con hueso, lengua e hígado desde Argentina y de esta forma poder evaluar un abanico de estrategias de manejo del riesgo que generaría el mayor impacto en la reducción de la exposición. Este análisis permitió determinar el grado de incertidumbre y variabilidad asociada a cada variable de entrada dentro del modelo.

RESULTADOS

Luego de correr el modelo, la estimación de la probabilidad de que durante un año se exporte carne con hueso de al menos un animal infectado con el virus de la fiebre aftosa fue, en promedio, de $1,38 \times 10^{-3}$ (IC95% $<10^{-10} - 1,33 \times 10^{-2}$) con una mediana de ocurrencia de $1,49 \times 10^{-5}$ (Figura 6). Es decir, se espera que este evento ocurra una vez en los próximos 720 años. Resultados similares fueron obtenidos en otra evaluación cuantitativa de riesgos realizada en Argentina para la introducción de la fiebre aftosa a la zona patagónica con estatus de libre sin vacunación (Marcos y Pérez, 2019). En dicho estudio, el riesgo promedio de que se produzca un brote de fiebre aftosa por ingreso de carne con hueso a la Patagonia fue estimado en $1,7 \times 10^{-3}$. La diferencia entre el modelo previo con el realizado en este trabajo es que no consideraron la probabilidad de que los animales infectados no sean detectados en los establecimientos de origen por la autoridad sanitaria antes de ser enviados a faena.

Con el objetivo de procurar la exportación de carne de países con fiebre aftosa (situación epidemiológica imperante en Sudamérica en ese tiempo), Astudillo *et al.* (1997) estimaron la probabilidad de que dichos países exporten carne sin hueso. De acuerdo con los resultados de dicho estudio, la probabilidad de que países de Sudamérica exporten carne sin hueso conteniendo virus de la fiebre aftosa fue, en promedio, de $10^{-6,1}$, lo que significa aproximadamente una posibilidad en un millón, con un peor escenario de $10^{-5,5}$ o una posibilidad entre 700.000.

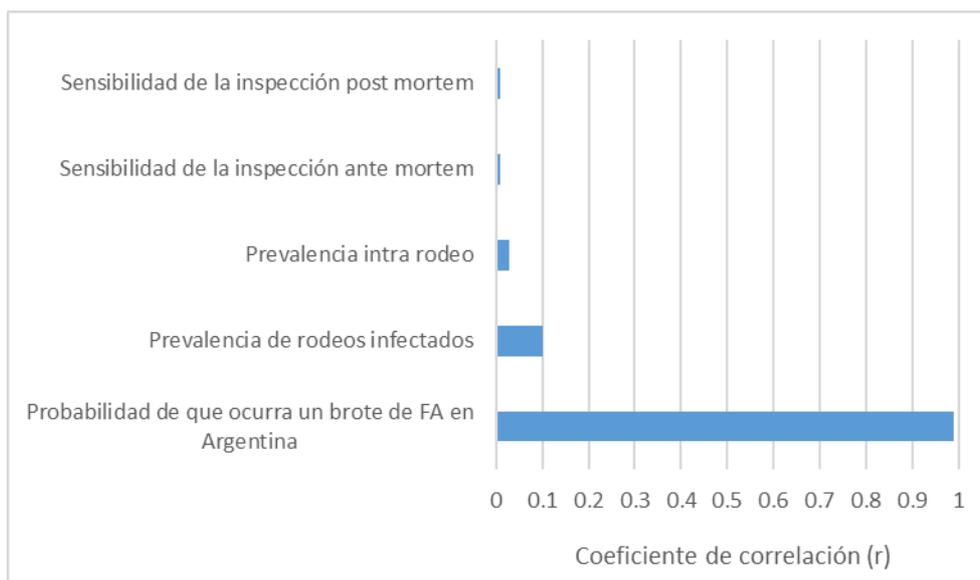
Figura 6: Distribución de la probabilidad de que se exporte en un año carne con hueso de al menos un bovino infectado.



Las variables más asociadas con el riesgo de exportar carne con hueso de al menos un animal infectado con el virus de fiebre aftosa fueron la probabilidad de que ocurra un brote en nuestro país ($r= 0,99$) y el número de rodeos que podrían verse afectados durante un brote ($r= 0,10$) (Figura 7). Las otras variables (sensibilidad de la inspección *ante* y *post-mortem* y la incidencia intra rodeo durante un brote) tuvieron una asociación marginal ($r < 0,03$) con la probabilidad de exportar carne con hueso de animales infectados.

El correcto y eficiente funcionamiento del Sistema de Vigilancia de la fiebre aftosa por parte del servicio nacional de salud animal es posiblemente el factor más relevante para la prevención y control frente a la potencial reemergencia de brotes de la enfermedad y, en caso de ocurrir un brote, detectarlo rápidamente antes de que los animales sean enviados a faena. Si el sistema de vigilancia funciona adecuadamente, los animales potencialmente infectados y sus contactos podrían ser rápidamente detectados y destruidos, evitando su ingreso a la cadena y con esto limitar la difusión del brote y reducir el riesgo de que material infectado sea exportado.

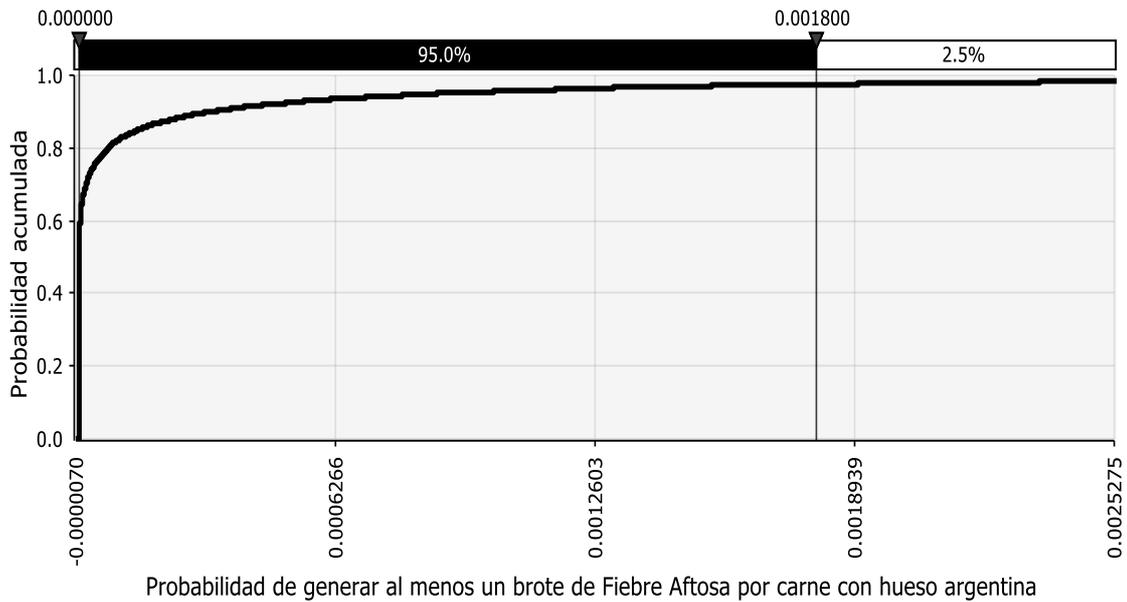
Figura 7: Análisis de sensibilidad de la probabilidad de exportar carne con hueso de al menos un animal infectado con el virus de la fiebre aftosa



Cuando la carne con hueso llega a los países de destino, puede seguir diferentes rutas, incluyendo la venta directa al consumidor o el deshuese de los cortes antes de su venta final. En función de qué ruta se siga en cada país o la proporción de carne con hueso que se vende de una u otra forma en cada país, se presentan diferentes alternativas para que los huesos de los animales que pudieran estar infectados tomen contacto con animales susceptibles en el país importador. La probabilidad asociada a cada ruta comercial resulta incierta y muy variable, por lo que podría corregirse si se dispusiera de información precisa de las vías comerciales aplicables en cada país importador de carne argentina.

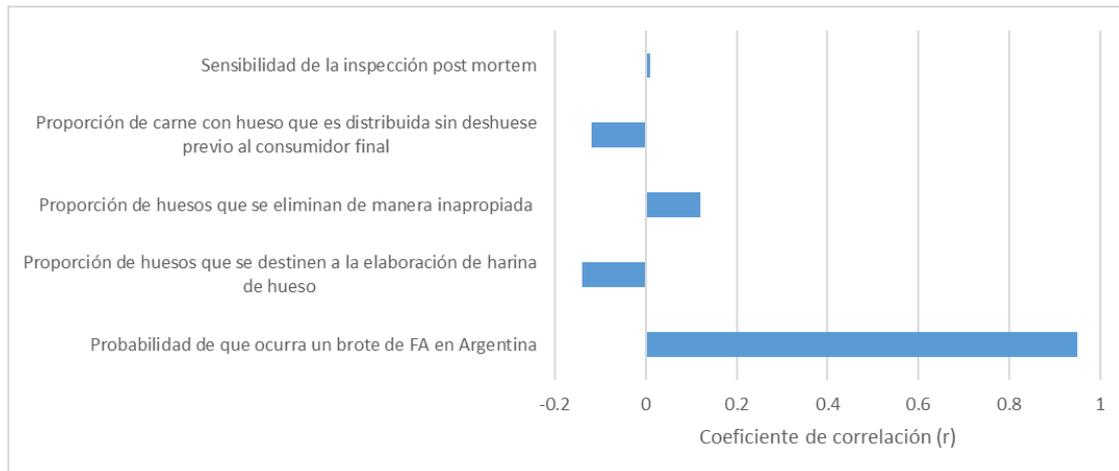
La probabilidad de que los animales susceptibles en el país importador tomen contacto con el material infeccioso (huesos) y se genere un brote, fue estimada en $1,78 \times 10^{-4}$ (IC95% $<10^{-10} - 1,80 \times 10^{-3}$) con una mediana de la distribución de $6,72 \times 10^{-7}$ (Figura 8). Es decir, de acuerdo con los resultados obtenidos, sería posible que se generara un brote de fiebre aftosa en un país importador de carne con hueso argentina cada 5.618 años en promedio.

Figura 8: Distribución de la probabilidad de que ocurra al menos un brote de fiebre aftosa por contacto con huesos derivados de la importación de carne con hueso desde Argentina.



Nuevamente el riesgo de que ocurra un brote de fiebre aftosa en nuestro país ($r= 0,95$) resultó ser la variable que más impacto tuvo sobre la estimación del riesgo de que se produzca un brote de fiebre aftosa derivado de la importación de carne con hueso desde Argentina (Figura 9). Cuanto mayor sea la proporción de huesos que se destinen a la elaboración de harina de hueso en los países de destino, menor resultó el riesgo de que el país importador sufra un brote de fiebre aftosa ($r= -0,14$). En sentido opuesto, si la proporción de huesos que se eliminan de manera inapropiada y por ende es probable que otros animales susceptibles tomen contacto con los mismos, mayor será el riesgo de que se produzca un brote en el país de destino ($r= 0,12$). Si la carne con hueso importada por un país es distribuida sin deshuese previo al consumidor final, mayor resultó ser la probabilidad de que el país sufra un brote de fiebre aftosa ($r= -0,12$). Otras variables resultaron asociadas con la variable de respuesta, pero con coeficientes de correlación muy bajos ($r < 0,03$).

Figura 9: Análisis de sensibilidad de la probabilidad de que ocurra un brote de fiebre aftosa por importación de carne con hueso desde Argentina.



La variable más asociada tanto con la probabilidad de que Argentina exporte carne con hueso infectada con el virus de la fiebre aftosa como con la probabilidad de que estas exportaciones generen un brote de la enfermedad en el país de destino, fue la probabilidad de que ocurra un brote de fiebre aftosa en nuestro país. De tal forma, el riesgo de ocurrencia de dicho evento está asociado con las condiciones existentes en el país para que ocurra un brote de la enfermedad. Si nuestro país conserva el estatus libre de la enfermedad, no resulta relevante si el mismo es con o sin vacunación.

La condición de “libre con vacunación” y “libre sin vacunación” son equivalentes. En el caso potencial del ingreso de la fiebre aftosa a la Argentina, la vacunación es una importante estrategia de control, que puede disminuir la velocidad de dispersión en territorio nacional. De hecho, durante el brote ocurrido en el país durante el año 2001 cuando el estatus era de “libre sin vacunación”, se presentaron 2.394 focos de la enfermedad, afectando a 86.781 bovinos, de los cuales 295 murieron. En contraposición, durante el último brote que se presentó en 2006 cuando el estatus era de “libre con vacunación”, hubo un solo foco de la enfermedad, afectó a 70 animales y el mismo fue contenido inmediatamente por el servicio sanitario nacional. Estas diferencias pueden ser explicadas, fundamentalmente, por dos situaciones: *i*) el rápido accionar del SENASA y *ii*) el nivel de cobertura vacunal presente en la población de bovinos era elevada, lo cual limitó la difusión de la enfermedad tanto intra como inter predial. Es decir, la vacunación no modifica el estatus sanitario de "libre de fiebre aftosa" y esta condición es la que hace "insignificante" el riesgo que las exportaciones de carne con hueso de nuestro país generen brotes de la enfermedad en los países importadores.

Consideraciones finales

La presente evaluación de riesgo, basada en el último conocimiento científico disponible, aporta información relevante, para esclarecer y sortear la principal barrera sanitaria para las exportaciones de carne con hueso, vísceras y menudencias de Argentina.

El SENASA coordina un Sistema de Vigilancia Epidemiológica activa sobre la emergencia de casos de enfermedades vesiculares, por lo que está preparado para actuar rápida y eficazmente en el caso de una eventual reemergencia de fiebre aftosa en el territorio nacional. Adicionalmente, el alto nivel tecnológico presente en los frigoríficos bovinos habilitados para exportar carne argentina provee un factor adicional de control que reduce significativamente el riesgo de que la carne con hueso, vísceras y menudencias exportadas por nuestro país sea la causa de brotes de fiebre aftosa en países importadores.

La combinación de la certificación de un estatus sanitario libre con vacunación desde hace casi 20 años, la amplia cobertura vacunal vigente en el país, la existencia de un sistema de vigilancia de enfermedades vesiculares y el elevado nivel tecnológico presente en los frigoríficos en Argentina, sustentan el riesgo estimado como "*insignificante*" de que la carne con hueso argentina genere brotes de fiebre aftosa en países importadores.

De ocurrir un brote por el ingreso de fiebre aftosa en el territorio nacional, contar con una adecuada cobertura vacunal, reduciría la difusión de la enfermedad intra predial y limitaría su expansión entre rodeos.

Por todo lo anterior, no permitir la exportación de carne con hueso de países con estatus libres con vacunación parecería ser, con base en la evaluación cuantitativa de riesgos realizada, injustificada científicamente.

Ref.

- - Bachrach HL, et al. 1957.
- - Gubbins S. et al. 2016.
- - Henderson WM - Brooksby B. 1948.
- - Pharo HJ. 2002.
- - Astudillo V et al. 1997.
- - Blackwell JH - Rickansrud. 1989
- - Bronsvoort BMC. 2004.
- - Cottral. 1969.
- - Gonzales JL. Et al. 2014.
- - Hyslop, N. 1970.
- - Kamolsiripichaiorn S. et al. 2007.
- - Marcos A, Perez AM. 2019.
- - Sutmoller P, Casas OR. 2002.
- - Sutmoller P. 2001.

Tabla 8: Variables, ecuaciones y distribuciones empleadas en el modelo.

Etapa del proceso	Símbolo	Distribución / Ecuación
Probabilidad de que ocurra un brote en Argentina con el estatus sanitario y epidemiológico actual	$P_{(Br)}$	$\sim \text{Gamma}\left(\frac{2}{18}; 1\right)$
Probabilidad de que un rodeo elegible para exportar carne con hueso presente casos de fiebre aftosa	$P_{(R+)}$	$\sim \text{Beta}(2 + 1; 182297 - 2 + 1)$
Probabilidad de que un animal elegible para exportar carne presente la enfermedad en un rodeo afectado	$P_{(An+)}$	$\sim \text{Beta}(70 + 1; 4098 - 70 + 1)$
Probabilidad de que un animal infectado elegible para exportar sobreviva a la enfermedad	$P_{(S)}$	$\sim \text{Beta}(0 + 1; 70 - 0 + 1)$
Probabilidad de que un animal enfermo no sea detectado en origen antes de ser transportado a frigorífico	$P_{(DP)}$	$1 - \sim \text{PERT}(0,01; 0,05; 0,10)$
Probabilidad de que un animal infectado no sea detectado durante la inspección ante-mortem en frigorífico	$P_{(amF)}$	$1 - \sim \text{PERT}(0,22; 0,33; 0,40)$
Probabilidad de que un animal infectado no sea detectado durante la inspección post-mortem en frigorífico	$P_{(pmF)}$	$\sim \text{PERT}(0,1; 0,18; 0,1998)$
Probabilidad de que el virus de la fiebre aftosa sobreviva al proceso de almacenamiento bajo	$P_{(spm)}$	1

<i>congelación durante el período entre la faena y el arribo al país de exportación</i>		
<i>Volumen de carne con hueso potencialmente a exportar</i>	$V_{(exp)}$	$\sim \text{Poisson}(187.698.000)$
<i>Peso de las canales bovinas al gancho en frigoríficos</i>	$P_{(cb)}$	$\sim \text{PERT}(238; 279; 306)$
<i>Número de canales bovinas a exportar</i>	$N_{(cb)}$	$\sim \text{Poisson}\left(\frac{V_{(exp)}}{P_{(cb)}}\right)$
<i>Probabilidad de que se exporte carne con virus de la fiebre aftosa</i>	$P_{(Exp)}$	$(P(Br) \times P(R+) \times P(An+) \times P(S) \times P(DP) \times P(amF) \times P(pmF) \times P(spm))^{N_{(cb)}}$
<i>Destino que se le da a la carne con hueso en el país importador</i>	$D_{(ch)}$	$\sim \text{Uniforme}(0; 1)$
<i>Tiempo de reducción decimal</i>	D	$a + b \times \text{Temp}$
<i>Parámetro a</i>	a	$\sim \text{PERT}(4,26; 4,36; 5,27)$
<i>Parámetro b</i>	b	$\sim \text{PERT}(-0,0541; -0,0439; -0,043)$
<i>Temperatura de cocción</i>	Temp	$\sim \text{Uniforme}(50; 70)$
<i>Tiempo de cocción</i>	Tiempo	$\sim \text{Uniforme}(180; 300)$
<i>Sobrevivencia del virus de la fiebre aftosa a la cocción</i>	$S_{(cocc)}$	$\frac{1}{10^{(\text{Tiempo}/D)}}$
<i>Probabilidad con la que los usuarios disponen incorrectamente de los restos de hueso cocinado</i>	$P_{(dh)}$	$\sim \text{Uniforme}(0; 1)$

<i>Exposición por hueso desechado desde el hogar inapropiadamente</i>	$P_{(exphI)}$	$\overline{D(ch) \times P(dh) \times S(cocc)}$
<i>Probabilidad de que los cortes no se vendan con hueso</i>	$P_{(csh)}$	$\overline{1 - D(ch)}$
<i>Probabilidad de que los huesos se destinen a la elaboración de harina de hueso</i>	$P_{(cHH)}$	$\overline{\sim Uniforme(0; 1)}$
<i>Pérdida de viabilidad del virus producto del proceso de producción de harina de hueso</i>	$S_{(HH)}$	$\overline{\sim Uniforme(0,000001; 0,00001)}$
<i>Probabilidad de exposición al virus de la fiebre aftosa por consumo de harina de hueso</i>	$P_{(Ehh)}$	$\overline{P(csh) \times P(cHH) \times S(HH)}$
<i>Probabilidad de que los huesos no se destinen a la elaboración de harina de hueso</i>	$P_{(ncHH)}$	$\overline{1 - P(cHH)}$
<i>Probabilidad de que los huesos no se desechen apropiadamente</i>	$P_{(HdI)}$	$\overline{\sim Uniforme(0; 1)}$
<i>Probabilidad de exposición al virus de fiebre aftosa por consumo de huesos desechados inapropiadamente</i>	$P_{(expHdI)}$	$\overline{P(csH) \times P(ncHH) \times P(HdI)}$
<i>Probabilidad de exposición final al virus de fiebre aftosa</i>	$P_{(EF)}$	$\overline{1 - ((1 - P(exphI)) \times (1 - P(Ehh)) \times (1 - P(expHdI)))}$

9- ANEXOS

a. **Las condiciones del Código Terrestre para el comercio de carnes y productos cárnicos (carne con hueso, vísceras y menudencias)**

Los Capítulos 8.8.20 y 8.8.21 detallan las recomendaciones internacionales para las importaciones de carnes y menudencias procedentes de países libres sin vacunación y con vacunación respectivamente. Para la importación de estas mercancías desde países con fiebre aftosa (Capítulo 8.8.22 del Código Terrestre de la OIE), se requieren además implementar medidas adicionales para reducir el riesgo asociado con estos, que consisten en controles del establecimiento de origen, la inspección en los frigoríficos y la maduración y deshuesado de las carcasas además de algunos tratamientos asociados al procesamiento térmico reducción del pH. En el caso de la importación de carnes frescas y productos cárnicos de animales susceptibles a la fiebre aftosa desde países/zonas que están "libres de fiebre aftosa sin vacunación" y desde "países/zonas libres de fiebre aftosa con vacunación" para ello el Código Terrestre en su capítulo 8.8 recomienda que los animales deben ser faenados en un frigorífico aprobado y deben estar sujetos a una inspección ante-mortem y post-mortem con resultados favorables.

Artículo 8.8.20.

Recomendaciones para las importaciones procedentes de países o zonas libres de fiebre aftosa en que no se aplica la vacunación o de compartimentos libres de la enfermedad

Para las carnes frescas o los productos cárnicos de animales susceptibles a la fiebre aftosa

Las autoridades veterinarias deberán exigir la presentación de un certificado veterinario internacional que acredite que toda la remesa de carnes procede de animales que:

1. permanecieron en un país o una zona libres de fiebre aftosa en que no se aplica la vacunación o en un compartimento libre de la enfermedad, o se importaron de conformidad con los Artículos 8.8.10., 8.8.11. u 8.8.12., según el caso;
2. se sacrificaron en un matadero autorizado y dieron resultados satisfactorios en las inspecciones *ante mortem* y *post mortem* a las que se sometieron.

Artículo 8.8.21.

Recomendaciones para las importaciones procedentes de países o zonas libres de fiebre aftosa en que se aplica la vacunación

Para las carnes frescas o los productos cárnicos de rumiantes y cerdos

Las autoridades veterinarias deberán exigir la presentación de un certificado veterinario internacional que acredite que toda la remesa de carnes procede de animales que:

1. permanecieron en un país o una zona libres de fiebre aftosa en que se aplica la vacunación, o se importaron de conformidad con los Artículos 8.8.10, 8.8.11. u 8.8.12., según el caso;
2. se sacrificaron en un matadero autorizado y dieron resultados satisfactorios en las inspecciones *ante mortem* y *post mortem* a las que se sometieron para descartar la presencia de fiebre aftosa;
3. en el caso de los rumiantes, se excluyó del embarque la cabeza, incluidos la faringe, la lengua y los nódulos linfáticos asociados.

Como puede observarse en el caso de "zonas/países libres de fiebre aftosa con vacunación" se excluye la cabeza de rumiantes, incluidos los tejidos de la faringe, la lengua y los nódulos linfáticos.

b. Supervivencia del virus de la fiebre aftosa

Las condiciones bajo las cuales el virus de la fiebre aftosa sobrevive en tejidos animales ha sido, desde entonces, asunto de fundamental interés para todos los países interesados en exportar sus mercancías y productos bajo normas que aseguren la seguridad sanitaria de los países. Estas condiciones han sido estudiadas extensivamente en muchos países, tanto en los que exportan como en los que importan productos de origen animal -especialmente carnes- y en particular por los organismos internacionales encargados de la redacción de normas que aseguren el comercio internacional de estos productos bajo condiciones sanitariamente seguras.

Como resultado de tales investigaciones se ha acumulado una gran cantidad de información. El virus, desde los lugares específicos de multiplicación, es distribuido a través del organismo infectado y puede ser hallado en diferentes concentraciones en los tejidos, secreciones y excreciones. Luego de la muerte del animal, la persistencia

del virus depende del estado de la enfermedad, de las características de la cepa de virus y de factores ambientales tales como la temperatura y la concentración de hidrogeniones.

Las pruebas existentes muestran que el virus aftoso es inactivado en el músculo esquelético después de tres días del sacrificio debido a pH reducido. Por el contrario, cuando el virus no está expuesto a la acidez del músculo esquelético, puede sobrevivir durante semanas o meses en órganos internos refrigerados, en la médula ósea en ganglios linfáticos y hemolinfáticos, glándulas y sangre residual.

En 1961, luego de la creación en 1960 de la Comisión Asesora Nacional para la Erradicación de la fiebre aftosa (CANEFA), la República Argentina comenzó un programa de vacunación, -más completo que lo intentado hasta entonces- junto a otras medidas, para controlar la fiebre aftosa. Puede decirse, entonces, que en general los productos de origen animal provendrían de animales de una población vacunada y, que en vista de la ausencia de información acerca de la persistencia del virus de la fiebre aftosa en bovinos vacunados, se diseñó un experimento para comparar la sobrevivencia del virus en ganglios linfáticos de bovinos argentinos susceptibles y de bovinos inmunizados por repetidas vacunaciones.

El protocolo detallado para este experimento fue acordado en la primera reunión de directores del programa en Buenos Aires en 1963. Las cepas de virus utilizadas fueron seleccionadas por el Centro Panamericano de fiebre aftosa (OPS) en Río de Janeiro y se utilizaron las cepas de los tipos inmunológicos A (CANEFA A-1, aislada en Rio Bamba en 1963), O (CANEFA O-2, aislada en Gonzales Chávez en 1962) y C (CANEFA C-3 aislada en Tandil en 1963).

Los animales seleccionados fueron bovinos susceptibles (sin vacunaciones) y un segundo grupo que había recibido repetidas vacunaciones (con vacunas de la época y sin datos sobre la potencia y pureza de estas) y con índices de seroprotección en ratones que impide la comparación con las vacunas actuales en cuanto a su potencia, pero se estima significativamente menor.

Los animales fueron sujetos a descarga por vía intradermolingual y se determinó el tiempo del pico de viremia para cada tipo de virus, que es cuando se sacrificaron todos los animales (susceptibles y vacunados). El tiempo medio de sacrificio pos-inoculación de todos los animales del experimento fue a las 32 h pi. También se leyeron las lesiones primarias y secundarias en todos los bovinos descargados,

Las reses sacrificadas fueron colgadas y mantenidas a 3-7 °C durante 72 horas. Luego de ese tiempo se tomaron las muestras que fueron preparadas y enviadas al PIADC (Plum Island Animal Disease Center) para su análisis definitivo por pruebas de

inoculación en ratones lactantes y cultivos de tejidos, bovinos susceptibles y exposición oral a cerdos susceptibles.

El experimento demostró claramente que la vacunación disminuye en forma significativa las posibilidades de recolectar virus infectante de ganglios linfáticos en el momento del sacrificio de vacunos expuestos al virus alrededor de las 32 hs post inoculación. En ese mismo momento todos los bovinos susceptibles y no vacunados fueron positivos.

El experimento también demostró que al final del periodo de curado y almacenamiento (un mes), la probabilidad de recobrar virus de los ganglios linfáticos de los bovinos no vacunados fue considerablemente reducida.

Dado que el virus fue recobrado de un solo ganglio linfático fresco de un bovino vacunado y no lo fue de los ganglios curados, cualquier estimación de la probabilidad de recobrar virus de ganglios linfáticos curados de bovinos vacunados debe ser indirecta.

No se halló virus en los ganglios linfáticos (frescos, madurados y/o curados) de ninguno de los bovinos vacunados y descargados con virus A-2 y C-3. Sin embargo, se detectó virus en 1/14 bovinos vacunados y expuestos con virus O-2; el límite superior de confianza de 95% de recuperación de virus infeccioso de ganglios linfáticos frescos fue 0,19. Las probabilidades combinadas de sobrevivencia luego de la vacunación y el tratamiento de curado (asumiendo que la sobrevivencia del virus durante el curado es la misma para los animales vacunados y no vacunados) son $0,07 \times 0,27$ o sea 0,019. El producto del límite superior de confianza ($0,19 \times 0,40$) es 0,087 o 9% aproximadamente. Es decir que, en carne curada preparada de 100 bovinos vacunados y expuestos a la infección, no debería esperarse que ocurrieran ganglios linfáticos infecciosos en más de 9 casos bajo las condiciones experimentales empleadas. Esta probabilidad disminuye a 3% cuando se consideran los resultados obtenidos en todos los grupos experimentales empleando bovinos inmunizados.

Otros autores han analizado la distribución y persistencia del virus de la fiebre aftosa en carnes bovinas y otros órganos y tejidos siempre con diseños experimentales sobre animales bovinos **totalmente susceptibles y a cortos tiempos pos-inoculación**. Cottral en 1969 informa sobre los hallazgos de persistencia de virus de la fiebre aftosa (SAT-1/2, O CANEFA-9, O1-CANEFA-2, A 119) en tejidos bovinos entre 12 h y 8 días post-inoculación que se detallan en la Tabla 1, y donde se observa claramente que a los 8 días post inoculación la presencia de virus solamente se registra en las glándulas adrenales, tiroides y el rumen Tabla 1. El mismo trabajo demuestra que el virus de la fiebre aftosa puede detectarse durante la fase de "eclipse" de la infección y antes de la presencia de síntomas clínicos y/o lesiones en fluidos (sangre, semen, orina, etc.) con

las implicancias potenciales de que se pueda faenar animales infectados en este periodo y entrar en la cadena alimentaria sin notificación de la enfermedad.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de persistencia del virus en diferentes tejidos animales luego de la inoculación, donde se observa claramente que en el hígado ya no se encuentra virus a los 4 días post inoculación y en el riñón el virus ya está ausente a los 94 días post inoculación. En la Tabla 3, se resumen los datos obtenidos por diferentes autores sobre la presencia de virus en diferentes tejidos en animales convalecientes o que se han recuperado de la infección donde se detecta virus en lengua hasta 23 días post inoculación y en el paladar blando hasta los 196 días post inoculación. Cuando se trata de la detección de virus en animales "portadores" la detección de virus a través de por pruebas de "PROBANG" se extiende hasta 24 meses post inoculación.

Tabla 1

Persistencia de virus de la FA O-CANEFA-9 en tejido de bovinos afectados (*)

Tejidos	Días post inoculación*							
	0,5	1	2	4	6	6	8	8
Sangre	4,2	4,2	5,6	1,5	N	N	N	N
Tiroides	3,3	3	6	5	3,7	1,2	N	1,2
Adrenal	2,5	3,4	6,2	6,6	4,8	3,6	1,1	3,2
Páncreas	2,8	3,7	6,4	5,9	3,6	3,4	0,9	N
Riñón	3,1	3,5	4	2,6	N	2,4	N	N
Bazo	2,5	3	3,1	2,6	N	N	N	N
Hígado	2,2	2,6	3,6	1,5	N	N	N	N
Rumen	2,8	4,8	6,3	6,4	5,2	2	1,5	1,2
Médula ósea	3,9	4,3	5,9	4,6	1	N	N	-

*Bovinos inoculados en epitelio lingual con 10^6 D₅₀ unidades de virus bovino. Títulos virales en cultivo de células de riñón Log₁₀ PFU/g muestra.

N=negativo, - = no se llevó a cabo. Las muestras evaluadas 10 DPI fueron negativas.

Tabla 2

Tiempo de aparición y persistencia de virus de la FA en tejidos de animales infectados luego de inoculación.

Tejidos	Horas - Días
Médula ósea	12 - 6
Pituitaria	12 - 6
Pineal	48 - 8
Tiroides	12 - 8*
Páncreas	12 - 8*
Adrenal	12 - 8
Linfonódulos	8 - 15
Hígado	12 - 4
Riñón	12 - 94
Bazo	12 - 4
Médula espinal	12 - 8

Testículos	24 - 11
Vejiga	24 - 94
Rumen	12 - 8*
Piel	12 - 7
Músculo (lesiones)	12 - 14
Corazón (lesiones)	4 - 14
Lesiones de FA en lengua	8 - 9

* El virus probablemente persiste más de 8 DPI

Tabla 3

Persistencia del VFA en tejidos de animales convalecientes y recuperados

Tejidos	Días
Lengua	23
Espacio glosa epiglótico	31
Faringe	75
Paladar blando, sup. dors.	196
Paladar blando, sup. ventr.	75
Senos tonsilares	31
Tonsilas	21
Esófago	29-31
Tráquea	23
Hocico	8
Lesiones podales, bovinos	12
Lesiones podales, porcinos	10
Pezuña, bovinos	34

Los portadores pueden ser detectados por aislamiento viral de líquidos esofágico-faríngeos con una copa PROBANG. Los datos indican que, aparentemente, los bovinos permanecen portadores durante más tiempo que las ovejas y cabras mientras que, con técnicas similares, los porcinos no fueron detectados como portadores. Cuando el virus de la FA es inoculado en pasajes nasales o en garganta en bovinos vacunados o inmunizados pasivamente, pueden convertirse en portadores sin presentar signos clínicos o lesiones.

El brote de fiebre aftosa de 1967/68 en el Reino Unido fue para esa época uno de los más grandes y de más impacto en ese país. Se atribuyó a una importación de carne congelada con hueso. Las circunstancias en que ocurrió el brote hicieron suponer que esa teoría era correcta. A consecuencia de ello, se nombró una comisión de alto nivel dirigida por el conde de Northumberland, para que elaborara una política de importación de carne para el Reino Unido que recomendó lo siguiente:

-Se prohibió la importación de ovinos, corderos y cerdos desde países con fiebre aftosa

-Se prohibió la importación de vísceras de ovinos, corderos, cerdos a excepción de aquellas vísceras que fueran sometidas a tratamientos que inactivaran el virus de FA

-Se prohibió la importación de carcasas y vísceras de bovinos desde países infectados con fiebre aftosa

-Las importaciones de carnes bovinas desde países con fiebre aftosa están habilitadas solo para carnes deshuesadas y vísceras procesadas

-Las importaciones de carne bovina proveniente de zonas bien definidas y libres de fiebre aftosa son aceptadas, aun cuando dichas áreas sean de un país con fiebre aftosa.

Desde que se instituyó esa política, no se han detectado brotes de fiebre aftosa en el Reino Unido atribuido a las importaciones de carne desde países con fiebre aftosa (por el contrario, las ocurrencias de 1968 en las islas de Jersey y en la Isla de Wight han sido atribuidas a transmisión aérea desde el continente y las epidemias de fiebre aftosa de 2001 y 2007 en el RU han sido atribuidas a otras causas). De las Carreras ha indicado en 1978 y 1989 que desde entonces se han importado cientos de miles de toneladas de carne bovina sin hueso desde Sudamérica sin que se detecte ningún incidente atribuible a estas importaciones, aún más, si se contabilizan los cientos de miles de toneladas exportadas a otros países. Sumado a esto es que desde esos años los países exportadores sudamericanos practican la vacunación contra los 3 tipos de virus presentes en la región (A-O-C) (Callis, 1969).

Sin embargo, en 2001 se detecta una nueva emergencia en el Reino Unido atribuido a la presencia del virus O1, cuyo origen no pudo ser determinado y produjo la mayor epidemia de fiebre aftosa en el Reino Unido de los últimos tiempos. La epidemia se extendió a Irlanda, Francia y Holanda a través de la exportación de animales infectados. En 2007 reaparece la fiebre aftosa en el Reino Unido por un escape de virus de su laboratorio de alta seguridad en Pirbright que fue rápidamente contenida.

Esas regulaciones, tienen algunas restricciones para el movimiento de animales y productos animales desde zonas o países donde se practica la vacunación y logran el estatus de "país/zona libre de fiebre aftosa con vacunación". Las restricciones están basadas en la posibilidad que los animales vacunados y sus productos pudieran contener virus de fiebre aftosa y, por lo tanto, representar un riesgo cuando se introducen en un país o una zona que es libre de FMD. Sin embargo, los eventos del año 2001 y 2007 en Europa (Epidemia de fiebre aftosa en el Reino Unido, Francia, Irlanda y Holanda) no pudieron ser atribuidas a importaciones argentinas. El Reino Unido en 2001 tenía el estatus de "país libre de fiebre aftosa sin vacunación" y sin embargo la fiebre aftosa se introdujo subsecuentemente en Irlanda, Francia y Holanda. Una legítima pregunta es, por lo tanto, de qué manera ese riesgo se compara con la importación de animales y productos desde países/zonas "libres de fiebre aftosa con vacunación".

Según la OIE, para mantener el estatus libre de fiebre aftosa para el comercio internacional, es necesario demostrar la ausencia de signos clínicos de la enfermedad, mediante una vigilancia activa para la detección precoz de la enfermedad. Además,

debe demostrarse la ausencia de infección por el virus de la fiebre aftosa. Para evitar la introducción del virus de la fiebre aftosa, los países reducen o restringen el comercio de animales y subproductos. Asimismo, en Argentina, el comercio de ciertos productos ha estado tradicionalmente restringido entre zonas con diferente estatus sanitario. Las normas de la OIE especifican que, para las importaciones de carne de vacuno fresca de países o zonas libres de fiebre aftosa con vacunación, solo es necesario asegurarse de que el animal sea realmente originario de la zona libre de fiebre aftosa con vacunación y que no haya signos similares a la fiebre aftosa detectados en la inspección ante mortem y post mortem. Con respecto al movimiento de rumiantes vivos y cerdos desde una zona libre sin vacunación, las normas de la OIE requieren garantizar que los animales no hayan mostrado ningún signo clínico de fiebre aftosa el día del embarque. Además, los animales deben permanecer en un país o zona libre de fiebre aftosa desde su nacimiento, o durante al menos los últimos 3 meses, y si su destino es una zona libre de fiebre aftosa sin vacunación, no deben ser vacunados y deben dar negativo en las pruebas de detección de anticuerpos contra el virus de la fiebre aftosa.

La legislación vigente en Argentina es más estricta en comparación con la normativa internacional, establece que solo la carne de res madurada y deshuesada puede ingresar a una zona libre de fiebre aftosa sin vacunación. Esa legislación ha sido informada por estudios científicos que sugieren que el virus de la fiebre aftosa puede sobrevivir en la médula ósea hasta 7 meses en la carne de res congelada. La introducción de animales vivos susceptibles a la fiebre aftosa en una zona libre del virus de la fiebre aftosa sin vacunación también está prohibida porque los animales no vacunados susceptibles pueden ser portadores asintomáticos del virus. Sin embargo, el estado de portador solo se ha descrito en bovinos, ovinos y caprinos, y nunca se ha demostrado que realmente pudieran generar un brote de enfermedad en condiciones de campo.

Las restricciones generadas por esas regulaciones, incluyendo el asado (con hueso) perjudican a las zonas libres de fiebre aftosa con vacunación.

10- Referencias bibliográficas

- ALADI. Potenciales productos de exportación de Bolivia, Ecuador y Paraguay y sus condiciones de acceso a mercados dentro de la ALADI. 2020. [http://www2.aladi.org/nsfaladi/estudios.nsf/57D5954999CD6DA3032585B60066989A/\\$FILE/237.pdf](http://www2.aladi.org/nsfaladi/estudios.nsf/57D5954999CD6DA3032585B60066989A/$FILE/237.pdf)
- Arzt, J., Juleff, N., Zhang, Z. and Rodriguez, L.L. The Pathogenesis of Foot-and-Mouth Disease I: Viral Pathways in Cattle. *Transboundary and Emerging Diseases*, 58: 291-304, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2011.01204.x>
- Astudillo V, Suttmoller P, Saraiva V, López A. 1997. Risks of introducing foot and mouth disease through the importation of beef from South America. *Rev Sci Tech. Apr*;16(1):33-44.
- Bachrach HL, Breese SS, Callis JJ, Hess WR, Patty RE. 1957. Inactivation of foot and mouth disease virus by pH and temperature changes and by formaldehyde. *Proc. Soc. Experim. Biol. Med.*, 95 (1), 147–152.
- Blackwell JH, Rickansrud. 1989. Ingredient Effects on the Thermal Inactivation of Foot - and - Mouth Disease Virus in Formulated, Comminuted Meat Products. *Journal of food science*, 54 (6): 1479-1484.
- Bronsvort BMC. 2004. Assessment of different pathways for the introduction of exotic swine diseases to Denmark.
- Callis JJ. Evaluation of the presence and risk of foot and mouth disease virus by commodity in international trade. *Rev Sci Tech.* 1996 Sep;15(3):1075-85. doi: 10.20506/rst.15.3.974. PMID: 9025152
- Cámara de subproductos ganaderos. <https://www.subproductosganaderos.org/>
- Consorcio ABC. Exportaciones de carnes y menudencias bovinas - Producto/Destino. Enero - Diciembre 2020.
- Cosentino B., Bohl j., Bottini R., Maradei E., Pedemonte A., Mendoza A., Duffy S., León E., Pérez A. Inmunidad contra la Fiebre Aftosa evaluada a nivel nacional con posterioridad a la campaña de vacunación. *SNS. Publicación Periódica Científica Tecnológica*, ISSN 2314-2901, Vol 1, N 2, 2013.
- Cottral G.E., Persistence of Foot and Mouth Disease Virus in Animals, their products and the environment. *Bull. Off. int. Epiz.*, 71 (3-4), 549-568, 1969.
- D'Alessio F. Evaluation of Mass systematic vaccination against foot and mouth disease in Argentina. Preliminary results. SENASA, 2016.
- de las Carreras A. La Aftosa en la Argentina. Un desafío competitivo. Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado, Ed. Hemisferio Sur, ISBN 950-504-517-4, 1993.
- Donaldson A., Kitching P. "Transmission of foot and mouth disease by vaccinated cattle following natural challenge", *Research in Veterinary Science* 46, 9-14, 1989.
- Evaluation of Mass systematic vaccination against foot and mouth disease in Argentina. Preliminary results. Fransisco D'Alessio, SENASA, 2016
- FAO. Guía para la atención de focos y de situaciones de emergencias sanitarias de Fiebre Aftosa, 2013. <http://www.fao.org/3/a-i3168s.pdf>
- Foot and Mouth Disease (FMD) - Risk posed by the importation of meat (beef), Penn University Extension Service, USA, 2016.

- Foot and Mouth Disease. Current Perspective, Ed. E. Domingo and F. Sobrino, Horizon Scientific Press, Caister Academic Press, ISBN 978-1-910190-52-4. 2016.
- Gonzales JL, Barrientos MA, Quiroga JL, Ardaya D, Daza O, Martinez C, Orozco C, Crowther J, Paton DJ. 2014. Within herd transmission and evaluation of the performance of clinical and serological diagnosis of foot-and-mouth disease in partially immune cattle herds. *Vaccine*, 32 6193–6198.
- Gubbins S, Forster J, Clive S, Schley D, Zuber S, Schaaf J, Corley D. 2016. Thermal inactivation of foot and mouth disease virus in extruded pet food. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 35 (3), 965-972.
- Henderson WM, Brooksby B. 1948. The survival of foot-and-mouth disease virus in meat and offal. *J Hyg (Lond)*, 46(4): 394-402.
- <https://www.lavoz.com.ar/negocios/carnes-grupo-beltran-exporta-un-contenedor-diario-de-menudencias-africa-y-asia>
- Hyslop, N. 1970. The epizootiology and epidemiology of foot and mouth disease. *Adv. in Vet. Sci. & Comp. Med.* 14:261-307
- INDEC. <https://www.indec.gob.ar/>
- INFOLEG. Decreto Reglamentario 643/1996. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=37502>
- INFOLEG. Ley N° 24.305. Programa Nacional de lucha contra la Fiebre Aftosa. 1994. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/701/norma.htm>
- Informe de situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2019, PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA 47, 13-31, 2020.
- Informe de situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2018, PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA 46, 17-30, 2019.
- Informe de situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2017, PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA 45, 11-20, 2018.
- IPCVA. Exportaciones de carne vacuna. Diciembre 2020. http://www.ipcva.com.ar/documentos/2296_1611758587_informemensualdeexportacionesdiciembre2020.pdf
- Kamolsiripichaiporn S, Subharat S, Udon R, Thongtha P, Nuanualsuwan S. 2007. Thermal inactivation of foot-and-mouth disease viruses in suspension. *Appl Environ Microbiol*, 73(22):7177-84.
- La Fiebre Aftosa en Gran Bretaña. Libro Blanco. 1967-68, Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación, República Argentina, 1968.
- Leon, E, Perez, A., Stevenson M.Q., Robiolo, B, Mattion N., Seki,C, La Torre, J., Torres, A., Cosentino, B., Duffy, S.J "Effectiveness of systematic foot and mouth disease mass vaccination campaigns in Argentina" *Rev. Sci.tech.Off.int Epiz*, 33 (3), 917-926, 2014
- Marcos A, Perez AM. Quantitative Risk Assessment of Foot-and-Mouth Disease (FMD) Virus Introduction Into the FMD-Free Zone Without Vaccination of Argentina Through Legal and Illegal Trade of Bone-in Beef and Unvaccinated Susceptible Species. *Front Vet Sci.* 2019 Mar 19;6:78. doi: 10.3389/fvets.2019.00078. PMID: 30941355; PMCID: PMC6433775.
- McVicar J, Suttmoller J. Growth of foot and mouth disease virus in the upper respiratory tract of non-immunized, vaccinated and recovered cattle after intranasal inoculation. *J Hyg. Camb.* 76, 467, 1976.

- Metwally S., Munstermann S. Foot and mouth Disease vaccination and post-vaccination monitoring - Guidelines. Ed. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Organization for Animal Health, 2016.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Consulta diciembre 2020. <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/senasa-existencias-bovinas/archivo/52e72aec-4ab6-4d60-8c95-47de21e46eec>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Coordinación de Gestión y Control de Actividades del Sector Pecuario. Carnes Enfriadas y Congeladas Bovinas. 2016.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Exportaciones de carnes y menudencias vacunas. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/index.php
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Faena y producción de carne bovina. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/index.php
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Principales indicadores del sector bovino. Diciembre 2020. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/_archivos/000030_Indicadores/000001-%20Indicadores%20bovinos%20mensuales.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Sector cárnico en Argentina Calidad de la carne y oportunidades comerciales. 2018.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Series de stock bovino y mapas. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/index.php
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Subsecretaría de ganadería dirección nacional de estudios y análisis económico del sector pecuario. Perfil de Mercado: Despojos y menudencias de la especie bovina refrigeradas, congeladas y procesadas. 2014.
- OIE. <https://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/official-disease-status/fmd/list-of-fmd-free-members/>, Oct. 2020.
- OIE. Animal Health Code for Terrestrial Animals (TAHC), Chapters 2.1, 2.2 and 8.8, <https://www.oie.int/en/standard-setting/terrestrial-code/access-online/>, Sept. 2020.
- OIE. Glosario para la aplicación del Código Terrestre. https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/glossaire.pdf
- OIE. https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/map/A_Argentina.jpg, octubre 2020
- OIE. Manual for Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (2019), Chapter 3.1.8, <https://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-manual/access-online/>, Sept. 2020.
- PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA. Informe de Situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2019, 47. 13-31, 2020.
- PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA. Informe de Situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2019. 46, 17-30, 2019.
- PANAFTOSA-OPS/OMS, COSALFA. Informe de Situación de los Programas de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Sudamérica y Panamá en 2019, 45. 11-20, 2018.
- Penn University. Foot and Mouth Disease (FMD) - Risk Posed by the Importation of Meat (beef). 2016.
- Pharo HJ. 2002. Foot-and-mouth disease: an assessment of the risks facing New Zealand. New Zealand Veterinary Journal 50, 46-55.

- Risk Analysis: Risk of importing Foot and Mouth Disease in Susceptible Species and Products from a region of Patagonia, Argentina, Veterinary Services, National Import-Export Services, Regionalization Evaluation Services, APHIS/USDA, Jan. 2014.
- Robiolo B, Seki C, Fondevilla N, Grigera P, Scodeller E, Periolo O, La Torre J, Mattion N. Analysis of the immune response to FMDV structural and non-structural proteins in cattle in Argentina by the combined use of liquid phase and 3ABC-ELISA tests. *Vaccine*. 2006 Feb 13;24(7):997-1008. doi: 10.1016/j.vaccine.2005.08.071. Epub, 2005. PMID: 16171905.
- SENASA. <https://www.argentina.gob.ar/senasa>
- SENASA <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/bovinos-y-bubalinos-producción-primaria/fiebre-aftosa> Oct. 2020.
- SENASA, Revalidación Anual de Estatus de Zonas libres de Fiebre Aftosa. Doc. enviado a OIE noviembre 2019.
- SENASA. <http://www.senasa.gob.ar/normativas/ley-nacional-3959-1900-honorable-congreso-de-la-nacion#:~:text=%2D%20Todo%20animal%20que%20se%20intente,haya%20lugar%20a%20indemnizaci%C3%B3n%20alguna>.
- SENASA. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/bovinos-y-bubalinos-produccion-primaria/fiebre-aftosa>. Oct. 2020.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/normativa>. Sep 2020.
- Stenfeldt C., Arzt J. The carrier Conundrum: A review of recent advances and Persistent gaps regarding the carrier state of foot-and-mouth disease virus, Pathogens, by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland, 2020.
- Studies on Foot-and-mouth Disease/Estudios sobre la Fiebre Aftosa. National Academy of Sciences/National Research Council, Publication 1343, Washington DC, 1966.
- Sutmoller P, Casas R. The risks posed by the importation of animals vaccinated against foot and mouth disease and products derived from vaccinated animals: a review. *Rev Sci Tech*. 2003 Dec;22(3):823-35. doi: 10.20506/rst.22.3.1435. PMID: 15005540.
- Sutmoller P, Gaggero A. Foot-and mouth diseases carriers. *Vet Rec*. 1965 Aug 14;77(33):968-9. doi: 10.1136/vr.77.33.968. PMID: 5890082
- Sutmoller P, Casas OR. 2002. Unapparent foot and mouth disease infection (sub-clinical infections and carriers): implications for control. *Rev Sci Tech*, 21(3):519-29. doi: 10.20506/rst.21.3.1366.
- Sutmoller P. 2001. Importation of beef from countries infected with foot and mouth disease: a review of risk mitigation measures. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (3), 715-722.
- Sutmoller P, McVicar JW, Cottral GE. The epizootiological importance of foot-and-mouth disease carriers. I. Experimentally produced foot-and-mouth disease carriers in susceptible and immune cattle. *Arch Gesamte Virusforsch*. 1968;23(3):227-35. doi: 10.1007/BF01241895. PMID: 5680590.
- USDA. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. October 2020.
- van Bekum J, Frenkel H.S., Frederiks H.J., Frenkel S. Observations on the carrier state of cattle exposed to foot and mouth disease virus. *Tijdschr. Diergeneeskd* 84, 1159-1164, 1950.