

EL AIRE Y LA TRANSMISION DE LA FIEBRE AFTOSA*

Mário V. Fernandes**

INTRODUCCION

Desde hace muchos años, entre los ganaderos y los veterinarios existe la sospecha de que el virus aftoso puede ser transportado por el viento e infectar a animales susceptibles. Las evidencias circunstanciales se fueron acumulando y, en ciertas ocasiones, la transmisión por el aire resultó ser la única manera por la cual la enfermedad podría haberse diseminado. Cerca de 40 años atrás Höhener¹ basándose en observaciones hechas en Suiza durante el período 1914-1921, formuló la primera hipótesis razonable acerca de la transmisión aérea del virus de la fiebre aftosa. Los puntos de vista de Höhener no fueron bien aceptados entonces porque se basaban solamente en observaciones de campo y evidencias circunstanciales, sin ninguna demostración experimental.

Los primeros ensayos de laboratorio se realizaron en 1950 en el Instituto Veterinario de Dinamarca para Investigación de Virus en colaboración con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Estos experimentos demostraron por la primera vez que la transmisión del virus aftoso por el aire era posible bajo ciertas condiciones. El interés para llevar a cabo estos experimentos fué determinado por varios estudios, en los cuales se demostró que las epidemias de fiebre aftosa en los países Escandinavos habían seguido un patrón común, sugiriendo fuertemente que la

transmisión aérea del virus era la causa de la mayoría de los brotes observados.

Los resultados del análisis de la epidemia en Inglaterra en 1967/68, que indican que en muchos casos la diseminación del virus fue debida al viento, llamaron la atención de varios investigadores sobre este problema y posteriormente se llevaron a cabo intensas investigaciones de laboratorio.

Esta presentación es una revisión resumida sobre observaciones de campo e investigaciones de laboratorio acerca de la transmisión aérea del virus de la fiebre aftosa.

OBSERVACIONES DE CAMPO

Las observaciones hechas por Höhener se basaron en situaciones que ocurrían durante varios años en Suiza en un valle donde estaba localizado un matadero. Reparó que existía una estrecha relación entre la ocurrencia de brotes en el valle, el sacrificio de animales enfermos o en período de incubación, y los vientos que cruzaban el valle. Estudiando la dispersión del virus en aquel valle durante un período de varios años, y considerando las corrientes de aire en el área, dedujo que sólo el viento podría determinar la dispersión del virus con la secuencia y los caracteres observados. Höhener pensó que el vehículo que transportaba el virus por el aire eran pequeñas gotitas de agua diseminadas en la atmósfera, las que, a bajas temperaturas, podían permanecer

* Este trabajo será presentado en la Reunión Continental sobre la Ciencia y el Hombre, Sección dedicada a la aerobiología de enfermedades, plagas y alérgenos en el Hemisferio Occidental, México City, México, 20 de junio a 4 de julio de 1973.

** Director del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, Caixa Postal 589, ZC-00, Rio de Janeiro, GB, Brasil.

¹ Citado por Bischofberger.

por largos períodos de tiempo. También supuso que esas pequeñas gotitas de agua conteniendo virus podían depositarse en el agua del río cercano y ser transportadas por la corriente, aguas abajo.

Estudios recientes realizados por Bischofberger en la misma área donde Höhener hizo sus observaciones y analizando los datos disponibles para el mismo matadero, el río y el valle, demostró que era imposible una contaminación directa o indirecta a través del agua del río. Por otra parte, estos estudios, a la luz de nuevos conocimientos de meteorología y del virus de fiebre aftosa reforzaron la hipótesis de Höhener sobre la transmisión aérea de la fiebre aftosa.

Otra situación estudiada y analizada por varios años, es la que se relaciona con los países escandinavos. Ya en 1933 se había observado que las epidemias de fiebre aftosa en estos países habían seguido un patrón común que parecía reforzar la teoría de la transmisión aérea del virus. La enfermedad apareció en Dinamarca, generalmente en épocas en que era predominante en el norte de Alemania, Suecia y Noruega. Estos brotes ocurrieron durante períodos de fuertes vientos provenientes del sud o sudoeste, presentándose algunos de los brotes primarios en el sur de Noruega y Suecia en fincas muy aisladas, en épocas en que la enfermedad era predominante en el norte de Dinamarca y sin haber ningún contacto directo entre estas fincas. Se detectaron también varios brotes primarios en la región montañosa perteneciente a Dinamarca, frente a Alemania, que no pudieron ser explicados por contacto directo, y sin ninguna relación con las rutas usuales de comercio y transporte y en épocas en que no se producía migración de pájaros. Los brotes en esas islas se asociaban siempre con fuertes vientos del sud o del sudoeste. Brotes primarios en Suecia también han sido relacionados con vientos de Dinamarca cuando la fiebre aftosa estaba presente en este país. Estas observaciones llevaron a los veterinarios de los países escandinavos a creer que la transmisión aérea de la fiebre aftosa era la causa de ocurrencia de muchos

brotes en aquella área. Varios brotes primarios en fincas muy aisladas sólo podían ser explicados por esta forma de transmisión.

La más reciente demostración en el campo de que la transmisión por el aire era el factor primordial en la diseminación del virus aftoso, está relacionada con la epidemia de Inglaterra en 1967/68. La Comisión de Northumberland (Comité de Investigación de la Fiebre Aftosa) hizo un estudio exhaustivo sobre esta epidemia y la conclusión de este análisis fué que en gran parte, la diseminación de la epidemia fué debida al viento. Analizando los datos meteorológicos de los días que siguieron al brote inicial en Nantmawr, se observó que alrededor del 75% de los primeros 100 brotes estaban situados en el norte y noreste del brote inicial, cuando los vientos prevalecientes eran del sudoeste. Pareció también significativo que llovió durante los días en que los vientos soplaban con persistencia del sudoeste. Toda esta evidencia, parece reforzar la teoría del transporte del virus por el viento que, junto con el depósito de la lluvia por la noche, pueden haber sido responsables de los brotes secundarios, principalmente durante el período inicial de la epidemia. Dependiendo de las condiciones del tiempo, la extensión de la diseminación pudo haber alcanzado puntos alrededor de 50 km del brote original. La Comisión de Northumberland estudió también la posibilidad de que, en algunas ocasiones, el virus pudo haber sido transportado por corrientes de aire térmicas, desde los lugares donde se quemaban carcasas. En algunos casos se observó que ocurrían brotes hacia abajo en la dirección del viento, desde sitios infectados donde las carcasas de animales infectados fueran destruidas por cremación, las que pudieron haber sido responsables por la diseminación de la enfermedad.

De acuerdo con los estudios de Wright es probable que la totalidad de los 44 brotes que ocurrieron entre el 27 de octubre y 1º de noviembre de 1967 fueran debidos a la diseminación del brote primario de Oswestry, por el viento y la lluvia, puesto que la mayoría de estos brotes se encontraban en el cuadrante

noreste de la localización del brote primario. Wright hizo también un análisis detallado de los brotes que ocurrieron en el área de Worcester y concluyó que la mayor parte de los brotes fueron debidos a la transmisión por el aire. Esto se aplica también al área de Lincolnshire donde los dos primeros brotes se localizaron a 70 km de la probable fuente de infección más próxima y que en aquella época el viento estaba en dirección favorable para transportar virus a los lugares donde ocurrieron los brotes. Wright llegó a la conclusión que durante el tiempo anticiclónico con vientos leves o calma, la diseminación por el aire estaba reducida a una distancia no mayor de 4 km de las fuentes de infección. Sugirió que tal vez la lluvia sea necesaria para que se produzca la deposición del virus más allá de 10 km.

Henderson realizó un amplio estudio de la epidemia en el municipio de Worcestershire. Después de estudiar las características naturales del área y las condiciones climáticas durante el brote, concluyó que el viento podía haber transportado el virus desde los brotes iniciales a otras 26 fincas del total de 32 infectadas.

INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

Aunque la evidencia circunstancial de campo tiende a apoyar la hipótesis de que la fiebre aftosa ocasionalmente puede ser una infección transmitida por el aire, hasta hace poco tiempo la evidencia experimental fue escasa y algunas veces contradictoria. Junto con los resultados positivos obtenidos por los investigadores dinamarqueses, que hallaron que el ganado susceptible eventualmente se infectaba cuando era colocado en una corriente de aire que pasaba sobre el ganado infectado mantenido a 10 metros de distancia, se realizaron otros experimentos que demostraron la imposibilidad de infectar terneros y lechones exponiéndolos a corriente de aire proveniente de un lugar en el que había animales infectados (Traub y Wittmann). Hyslop en una serie

de experimentos obtuvo virus del aire, el cual después de ser concentrado por adsorción fué detectado por inoculación intraperitoneal en ratones lactantes. Usando este método Hyslop pudo detectar virus transmitidos por el aire antes de la aparición de signos clínicos de fiebre aftosa. Después de la aparición de los primeros signos, se pudo recuperar virus del aire por periodos de hasta 14 días.

Desde la última epidemia en Inglaterra, muchos trabajos, realizados en varios laboratorios, fueron dirigidos a obtener evidencia experimental para reforzar la teoría de la infección transmitida por el aire. Las más recientes experiencias, llevadas a cabo por Sellers, Parker, Hyslop, Donaldson y otros, demostraron claramente la posibilidad de la transmisión de la fiebre aftosa por el aire. Empleando técnicas modernas para muestreo de gran volumen y sistemas más susceptibles de detección de virus, se está acumulando una gran cantidad de información que prueba que, bajo ciertas condiciones de humedad relativa de más de 70%, y a bajas temperaturas, es probable que la sobrevivencia y el transporte de virus por el aire se produzca en condiciones naturales. Actualmente se sabe, después de examinadas varias cepas de virus aftoso, que los cerdos son los que excretan la mayor cantidad de virus, seguidos por los bovinos y ovinos, aún cuando se encontraron variaciones entre cepas. La cantidad de virus presente en el aire después de sacrificar o retirar animales también fué medida. La influencia de la humedad relativa fué ampliamente estudiada y se demostró que este parámetro tuvo influencia fundamental en la sobrevivencia del virus en el aire. La recuperación del virus con humedad relativa por debajo de 55%, es insignificante.

DISCUSION

Existen tres aspectos a ser considerados en relación al problema de la transmisión del virus por el aire:

a) La contaminación del aire por animales infectados.

b) El desplazamiento del aire contaminado por las corrientes de aire. Los factores climáticos durante este transporte son de fundamental importancia para la viabilidad del virus.

c) La cantidad de aire infectado que entra en contacto con animales susceptibles.

En relación con el primer aspecto mencionado (a) es importante el grado de contaminación del aire. Cuanto más alta la contaminación, mayor será la adhesión del virus a los aerosoles de tamaño adecuado para ser transportados por las corrientes de aire. Ha sido demostrado que los cerdos son los animales que producen la más alta concentración de virus en el aire circundante.

Con respecto al segundo aspecto (b) relacionado con la posibilidad de la diseminación aérea del virus aftoso deben ser considerados 4 factores climáticos principales: la humedad relativa, la lluvia, la luz del sol y la calma. La humedad relativa es un parámetro que, actualmente, según surge de trabajos experimentales realizados a nivel de laboratorio, se sabe que es de fundamental importancia para la viabilidad del virus. La humedad relativa debe ser de más de 70% a fin de dar al virus las mejores condiciones de sobrevivencia en el aire. Si el virus es transportado por vientos fuertes la turbulencia puede llevarlo hasta una altura considerable y por otra parte, ciertas partículas que son transportadas a escasa distancia del suelo pueden ser detenidas por obstáculos en el camino del viento. El fenómeno "Lee-wave" (ondas de sotavento) puede también tener participación en la diseminación del virus a ciertas distancias, a través de ciertos tipos de obstáculos físicos. La luz del sol puede inactivar al virus en algunos minutos u horas, debido a la luz ultravioleta. Sin duda, si el tiempo es claro y con sol, gran cantidad de virus puede ser inactivado antes de ser arrastrado por el viento. En días con sol la distancia en que puede ser transportado un virus viable, depende de la velocidad del viento. La presencia de polvo puede también jugar un papel en esta forma de transmisión del virus. Otro factor es la lluvia que no hace daño al virus y que si es leve, ayudará a hacer caer

las partículas de virus sobre construcciones, establos, campos y animales. Las lluvias fuertes pueden arrastrar hacia el suelo todo el virus del aire, el que será posteriormente transportado por canales y zanjas. El último factor climático a ser considerado es la calma. Ciertamente, cuando el aire se encuentra quieto, las partículas de virus rodeadas de polvo o mucus pueden caer al suelo por su propio peso pero no a gran distancia. En estas condiciones y durante un día claro las partículas serán inactivadas rápidamente.

El tercer y último aspecto a ser considerado es la "toma" del virus contenido en el aire por animales susceptibles (c). Esta absorción del virus puede ser por respiración y por ingestión. Durante la última epidemia en Inglaterra, se demostró claramente que una alta concentración de animales favorece la absorción del virus transportado por el aire.

Aunque ha sido positivamente establecida la posibilidad de transmisión del virus aftoso por el aire, parece que este tipo de transmisión no es de las más comunes y que las principales vías de diseminación de esta enfermedad son las llamadas clásicas, por contacto directo o indirecto. Para que sea factible la transmisión aérea del virus aftoso, deben ocurrir un cierto número de condiciones en un determinado momento y que toman excepcional esta vía de transmisión. Sin embargo, se debe tener en cuenta esta posibilidad para adoptar las medidas necesarias en el campo, a fin de proteger a los animales susceptibles, especialmente en áreas libres de fiebre aftosa y cuando el virus es altamente infeccioso.

RESUMEN

A pesar de que el virus de la fiebre aftosa se disemina más frecuentemente por contacto directo entre animales infectados y susceptibles, por productos de origen animal tales como leche y carne, por transferencia mecánica por personas, animales no susceptibles, pájaros, vehículos, etc., una acumulación de evidencias, de observaciones de campo y de laboratorio, demuestran que el ganado puede ser

infectado ocasionalmente por virus transportado por el aire. Fué demostrado que el virus de la fiebre aftosa permanece viable en el polvo transportado por el aire o en aerosoles, y es infectante para animales domésticos, mediante inhalación o ingestión. Estudios de la epidemia de Inglaterra en 1967/68 mostraron que bajo ciertas condiciones ideales tales como tamaño óptimo de aerosol, viento durante la noche, lluvia y, alta humedad relativa, los aerosoles que contienen el virus infeccioso pueden ser transportados a distancias de más de 100 km. Fué también demostrado que aerosoles con-

teniendo virus aftoso pueden surgir, no sólo por la excreción del virus por animales infectados, sino también por la evaporación de la humedad de materiales que contienen virus tal como la leche. Además de movimientos horizontales, las corrientes de aire pueden transportar el virus suspendido en planos verticales y el fenómeno de "Lee-wave" (ondas de sotavento) pueden desempeñar un importante papel en la diseminación de la infección. La transmisión de la fiebre aftosa por el aire parece estar íntimamente relacionada con la infectividad de la cepa.

AIR TRANSMISSION OF FOOT AND MOUTH DISEASE

SUMMARY

Although the virus of foot-and-mouth disease spreads most frequently by direct contact between infected and susceptible animals, by animal products such as milk and meat, by mechanical transfer on people, non-susceptible animals, birds, vehicles, etc., an accumulation of evidence from field sources and laboratory experiments shows that cattle may be infected occasionally by air-borne virus. Foot-and-mouth disease virus has been shown to remain viable on air-borne dust or in aerosols, and is infective for domestic animals after inhalation or ingestion. Studies of the 1967/68 epidemic in England showed that under ideal conditions such as optimal aerosol size,

wind carried during the night, rainfall and the high relative humidity, aerosols containing infective virus could be carried over distances greater than 60 miles. It has also been demonstrated that aerosols containing foot-and-mouth disease virus can arise not only by excretion of virus by infected animals but also by evaporation from moist of virus containing materials such as milk. In addition to horizontal movements, air streams may distribute suspended virus in vertical planes and a Lee-wave phenomenon may also play a role in dissemination of infection. Air-borne transmission of foot-and-mouth disease seems to be closely related to the infectivity of the strain.

R E F E R E N C I A S

- BISCHOFBERGER, A. (Practical observations on the problem of airborne transmission of foot-and-mouth disease virus. A contribution to the epizootiology of foot-and-mouth disease). *Schweizer Arch. Tierheilk.* 114 (3): 167-209, 1972.
- BISCHOFBERGER, A. Observaciones prácticas al problema de la transmisión aerógena del virus de la glosopeda. Aportación a la epizootiología de la fiebre aftosa. *Revista Enciclopédica de Veterinaria, Fasc. 261*, 6 pp, 1973.
- BROOKSBY, J.B. Laboratory investigations on the 1967-68 outbreak of foot-and-mouth disease in Great Britain. *Vet. Ann.* 10: 1-11, 1969.

- DONALDSON, A.I. *et al.* Further investigations on the airborne excretion of foot-and-mouth disease virus. *J. Hyg., Camb.* 68 (4): 557-564, 1970.
- DONALDSON, A.I. The influence of relative humidity on the aerosol stability of different strains of foot-and-mouth disease virus suspended in saliva. *J. gen. Virol.* 15 (1): 25-33, 1972.
- FOGEDBY, E.G. *et al.* Airborne transmission of foot-and-mouth disease virus. *Nord. Vet. Med.* 12: 490-498, 1960.
- HENDERSON, R.J. The outbreak of foot-and-mouth disease in Worcestershire. An epidemiological study: with special reference to spread of the disease by wind-carriage of the virus. *J. Hyg., Camb.* 67 (1): 21-33, 1969.
- HUGH-JONES, M.E. Epidemiological studies on the 1967/68 foot and mouth disease epidemic. The possible spread of infection by farm rats (*Rattus norvegicus*). *Br. vet. J.* 126 (7): 368-371, 1970.
- HUGH-JONES, M.E. Epidemiological studies on the 1967-68 foot and mouth disease epidemic: attack rates and cattle density. *Res. vet. Sci.* 13 (5): 411-417, 1972.
- HUGH-JONES, M.E. The uses and limitations of animal disease surveillance. *Vet. Rec.* 92 (1): 11-15, 1973.
- HUGH-JONES, M.E., WRIGHT, P.B. Studies on the 1967-8 foot and mouth disease epidemic. The relation of weather to the spread of disease. *J. Hyg., Camb.* 68 (2): 253-271, 1970.
- HURST, G.W. Foot and mouth disease. The possibility of continental sources of the virus in England in epidemics of October 1967 and several other years. *Vet. Rec.* 82 (22): 610-614, 1968.
- HYSLOP, N.St.G. Airborne infection with the virus of foot-and-mouth disease. *J. Comp. Path.* 75 (2): 119-126, 1965.
- HYSLOP, N.St.G. Factors influencing the epidemiology and epizootiology of airborne diseases. *J. Am. vet. med. Ass.* 159 (11): 1500-1507, 1971.
- KIRYUKHIN, R.A., PASECHNIKOV, L.N. (Isolation of foot-and-mouth disease virus from air exhaled by infected animals). *Veterinariya (Moscow)* 43 (6): 30-31, 1966.
- McKERCHER, P.D., DELLERS, R.W., GIORDANO, A.R. Foot-and-mouth disease infection in cattle housed in an isolation unit. *Cornell Vet.* 56 (3): 395-401, 1966.
- NORRIS, K.P., HARPER, G.J. Wind-borne dispersal of foot and mouth virus. *Nature* 225 (5227): 98-99, 1970.
- REPORT of the committee of inquiry on foot-and-mouth disease. 1968. Part one. Presented to Parliament by the Minister of Agriculture, Fisheries and Food by Command of Her Majesty. Her Majesty's Stationery Office. April 1969.
- SELLERS, R.F., PARKER, J. Airborne excretion of foot-and-mouth disease virus. *J. Hyg., Camb.* 67 (4): 671-677, 1969.

-
- SELLERS, R.F. *et al.* The effects of killing or removal of animals affected with foot-and-mouth disease on the amounts of airborne virus present in looseboxes. *Br. vet. J.* 127 (8): 358-365, 1971.
- SMITH, L.P., HUGH-JONES, M.E. The weather factor in foot and mouth disease epidemics. *Nature* 223 (5207): 712-715, 1969.
- THORNE, H.V., BURROWS, T.M. Aerosol sampling methods for the virus of foot-and-mouth disease and the measurement of virus penetration through aerosol filters. *J. Hyg., Camb.* 58 (1): 409-417, 1960.
- TINLINE, R. Lee wave hypothesis for the initial pattern of spread during the 1967-68 foot-and-mouth epizootic. *Nature, Lond.* 227 (5260): 860-862, 1970.
- TRAUB, E., WITTMANN, G. (Experimental comment on the question of spreading of foot and mouth disease virus by the air). *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.* 70 (19): 205-206, 1957.
- WRIGHT, P.B. Effects of wind and precipitation on the spread of foot-and-mouth disease. *Weather.* 24 (6): 204-213, 1969.