

Roma, 1 Dicembre 2025



ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE
DELLA LOMBARDIA E DELL'EMILIA ROMAGNA
"BRUNO UBERTINI"
ENTE SANITARIO DI DIRITTO PUBBLICO

LA NOSTRA
ESPERIENZA,
LA VOSTRA
SICUREZZA.

Afta epizootica: dove e come resiste

- Trogu Tiziana -

Terza Giornata dei Centri e dei Laboratori di Referenza Nazionali degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali nell'ottica One Health



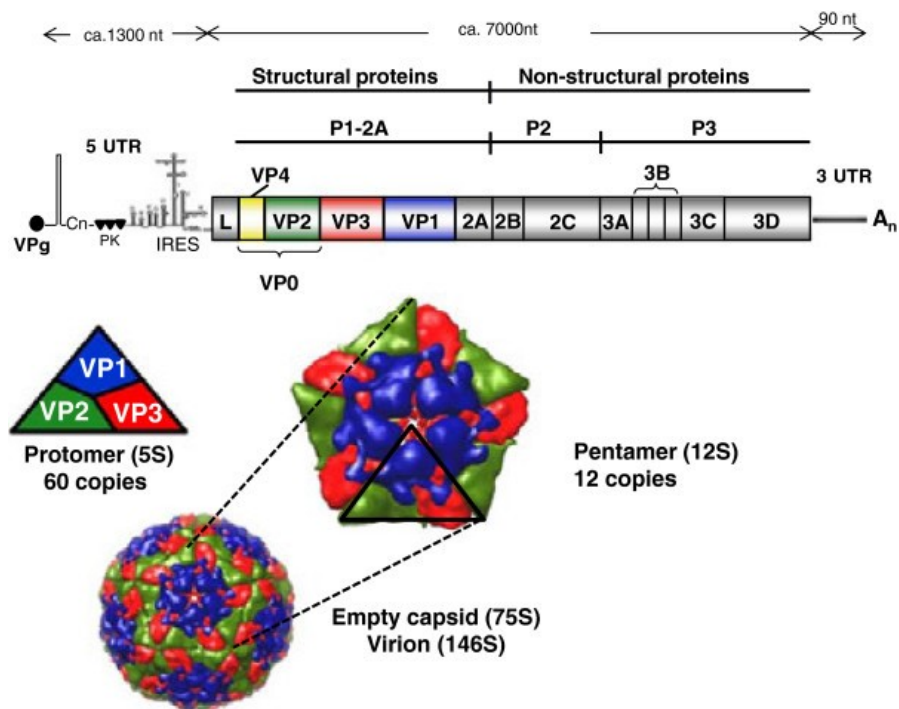
Afta epizootica



- Malattia infettiva virale
- Estremamente contagiosa



EuFMD



Specie:

Aphthovirus vesiculae

Genere:

Aphthovirus

Famiglia:

Picornaviridae

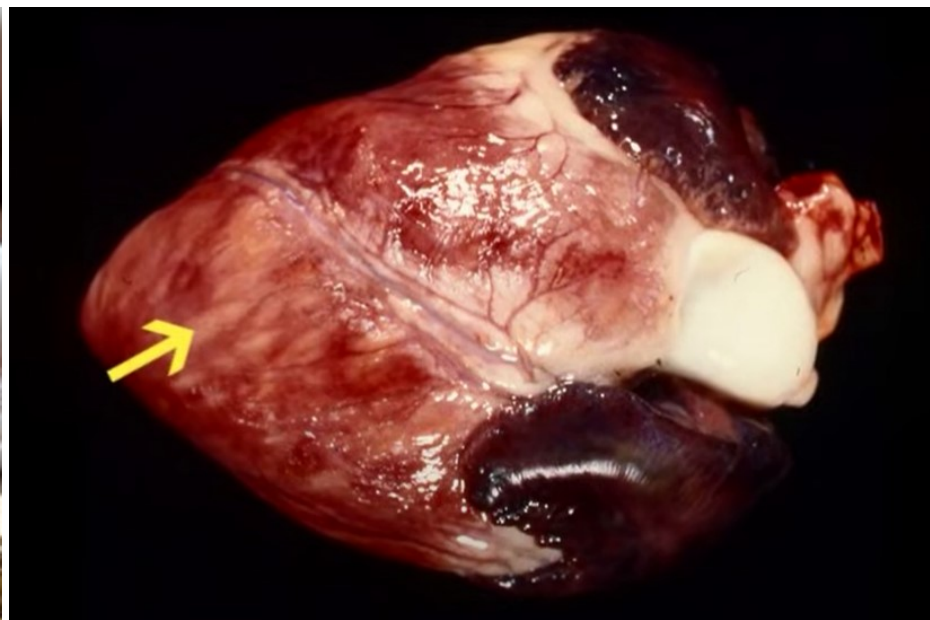
- Virus a **RNA**
- Privo di envelope
- **7 sierotipi diversi**
- Molteplici topotipi e lineaggi



Afta epizootica



- Colpisce ungulati a unghia fessa
- **Morbilità** anche **100%**
- Mortalità non elevata negli adulti (1-5%)
- Possibili casi di **morte improvvisa negli animali giovani**

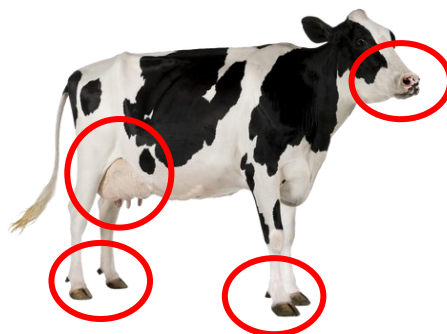




Afta epizootica

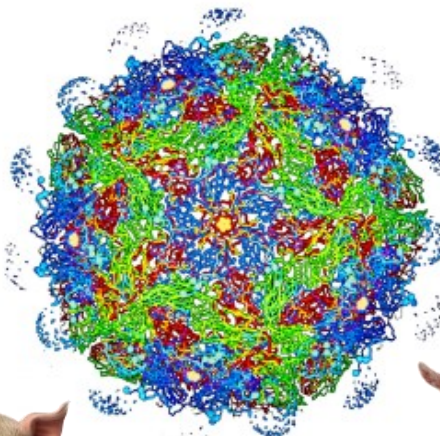
- Formazione di **vescicole e erosioni**

- Bocca – naso
- Mammelle
- Piedi





Specie suscettibili



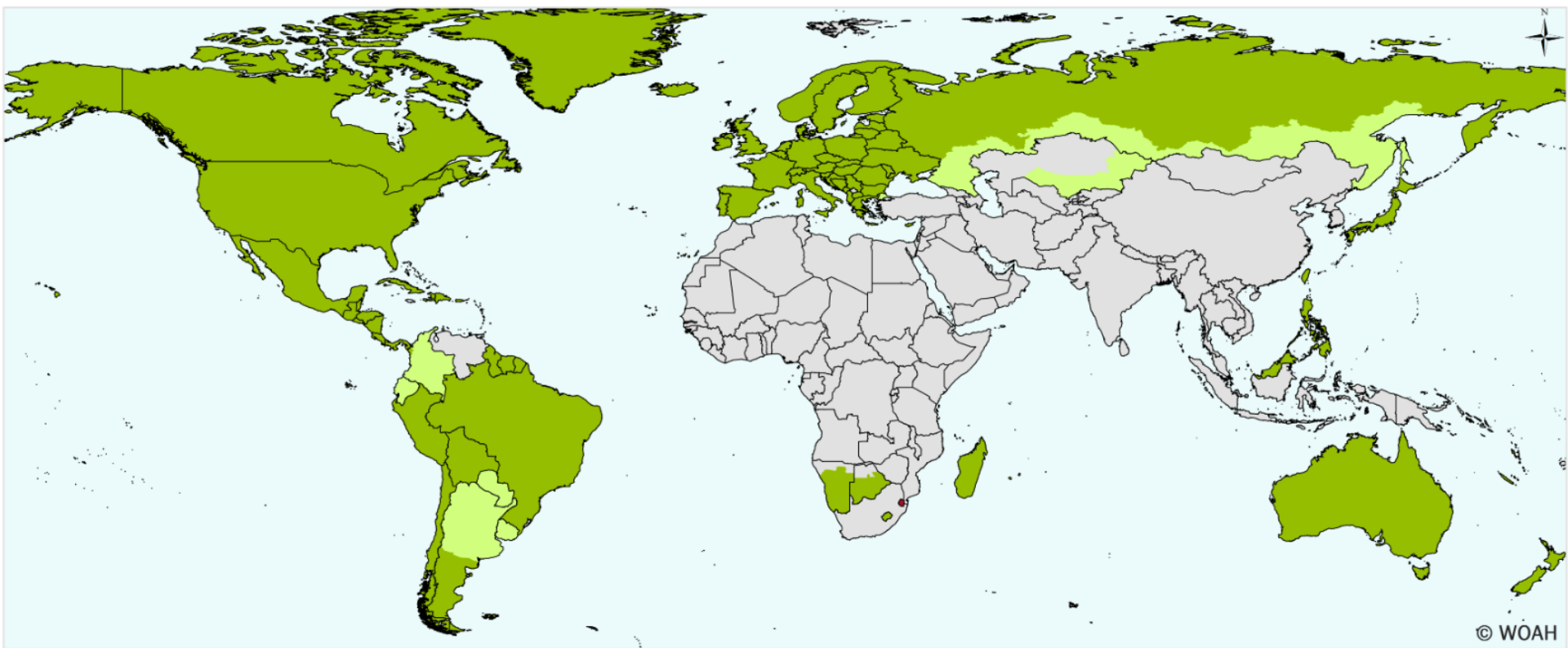


Situazione attuale



WOAH Members' official FMD status map

Last update October 2025



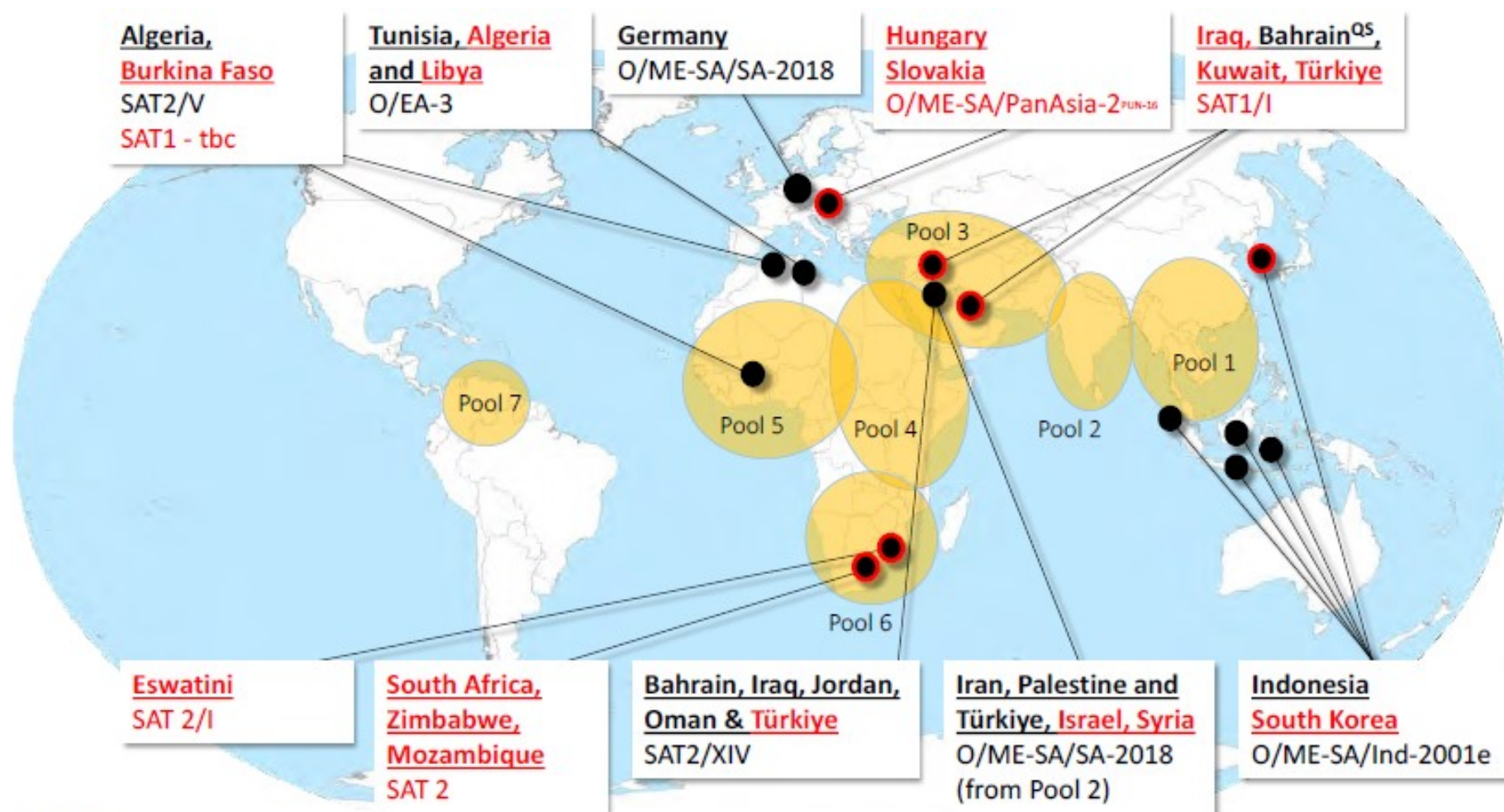
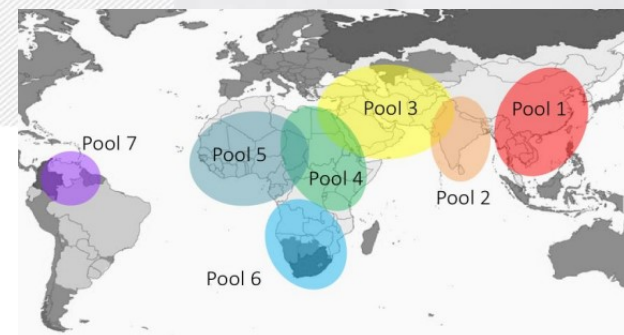
© WOAH

-  Members and zones recognised as free from FMD without vaccination
-  Members and zones recognised as free from FMD with vaccination

-  Suspension of FMD free status
-  Countries and zones without an official status for FMD



Una malattia in movimento....





Perché è importante gestirla?



- La malattia è ampiamente diffusa
- La mortalità è bassa.
- La produzione è compromessa, ma gli animali si riprendono dalla malattia





Perché l'AFTA preoccupa...



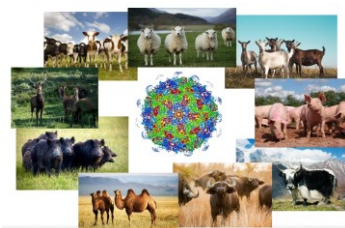
7 (6?) diversi
sierotipi

Altamente
contagiosa

Endemica in molte
parti del mondo

- Rischio di introduzione
in paesi indenni

Ampio range di
ospiti (domestici e
selvatici)



Ingenti danni
economici

Restrizioni al
commercio

Costi eradicazione
estremamente
elevati



Perdita della fonte
di sussistenza

Eliminazione
prodotti= perdita
cibo

Sensibilità verso
abbattimento
animali





L'impatto è difficile da misurare

Impatto sul bestiame:

- **DIRETTO**

- Mortalità
- Perdita produzione latte
- Minore incremento di peso
- Fertilità



- **INDIRETTO**

- Vaccino
- Controllo movimentazioni
- Analisi diagnostiche
- Abbattimento animali
- Blocco del mercato





Regno unito 2001

- 2.030 aziende infette
- Distruzione di 6 milioni di animali da 9.515 aziende
- Perdite nel settore agricolo/alimentare di 3,5 miliardi di €
- 2,9 miliardi di € per procedure di abbattimento, gestione carcasse e pulizia



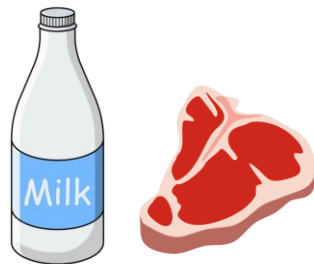


Fonti infezione

Contatto diretto o indiretto con animali infetti, sia domestici che selvatici (aerosol e droplets)



Prodotti di origine animale (carne e latte...)



Diffusione tramite aria (meno comune, può però essere importante in caso di condizioni climatiche ed epidemiologiche favorevoli)



Oggetti, attrezzi, persone, veicoli.... contaminati



Insetti e uccelli possono essere vettori meccanici; non è stato identificato alcun vettore biologico del virus

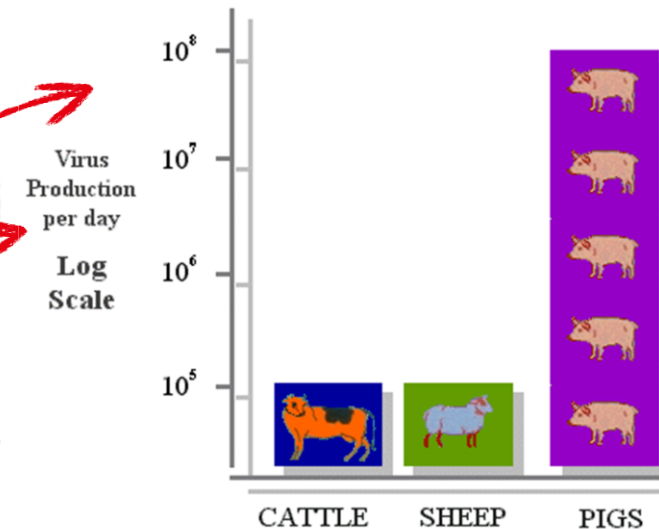




Ingresso del virus

Per via respiratoria

- Aerosol contenenti particelle virali
- Sufficiente **bassa carica virale**
- Principale via di trasmissione per i ruminanti
- bovini sono maggiormente suscettibili rispetto a ovicaprimi
- suini abbastanza resistenti (richiedono un'alta carica infettante)
- suini maggiori generatori di aerosol infetto





Ingresso del virus



Per via orale

- ingestione di alimenti contaminati
- necessaria una **quantità virale molto elevata** (molto di più rispetto alla via respiratoria)
- **ruminanti meno suscettibili** tramite questa via
- Via di trasmissione **molto importante per i maiali** (ingestione di alimento contaminato e latte)



Altre vie

- Lesioni cutanee
- Inseminazione artificiale con seme infetto
- Via iatrogena tramite iniezioni contaminate



Escrezione del virus



Il virus viene eliminato tramite **tutte le escrezioni e secrezioni** degli animali

Può iniziare fino a **2 giorni** prima della malattia. Nel **latte e seme** fino a **4 giorni** prima insorgenza sintomi.

Apice circa **4-5 giorni dopo** l'insorgenza delle vescicole

Si esaurisce nel giro di **10-14 giorni** dallo sviluppo dell'infezione



respiro

Saliva

Da 10^6 a $10^{8,8}$ /ml ID 50

vescicole rotte

10^9 /ml ID 50

Latte

Da 10^3 a $10^{4,5}$ /ml ID 50

seme

Feci

Da 10^2 a $10^{3,3}$ /ml ID 50

Urina

Da $10^{2,5}$ a $10^{5,5}$ /ml ID 50

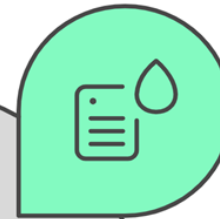
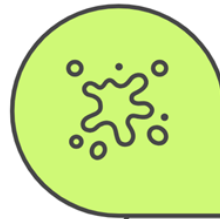


Resistenza ambientale



Concentrazione Iniziale

Alte concentrazioni iniziali favoriscono una vita più lunga del virus.

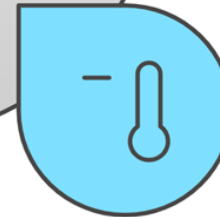
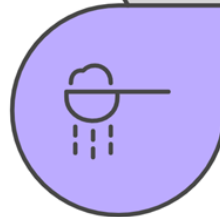


pH

Il livello di pH alcalino o acido può inattivare i virus.

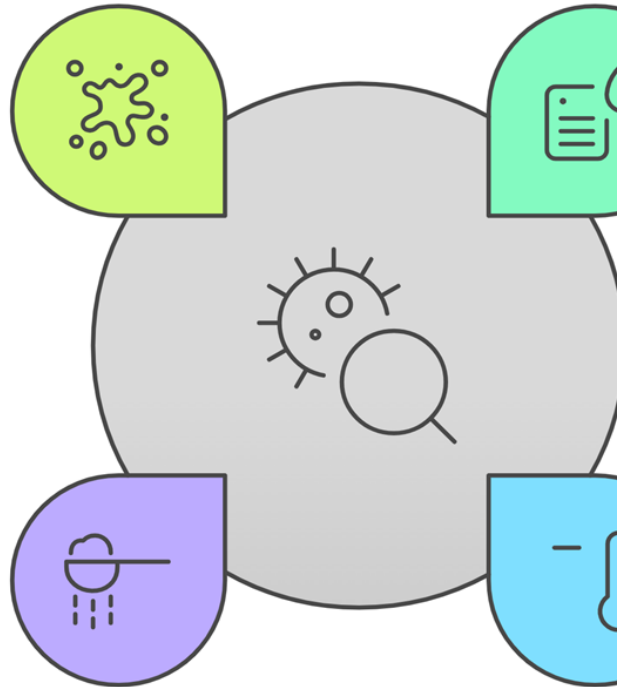
Umidità

L'alta umidità prolunga la sopravvivenza del virus.



Temperatura

I virus sopravvivono più a lungo a basse temperature.



Optimal Conditions for FMDV Survival in Environment

Variable	Range	References
pH	7-7.5	(Bachrach et al., 1957; Barlow & Donaldson, 1973; Wagener, 1928)
Temperature	<20°C	(Grzitdnov, 1957; Nauryzbaev, 1966; Rozov, 1966; Shil'nikov, 1959)
Relative Humidity	>55%	(Barlow, 1972; Barlow & Donaldson, 1973; Donaldson, 1972; Nauryzbaev, 1966; Rozov, 1966; Shil'nikov, 1959)

Non significativamente influenzato dalla luce solare

Persiste più a lungo in presenza di materia organica



Contaminazione ambientale

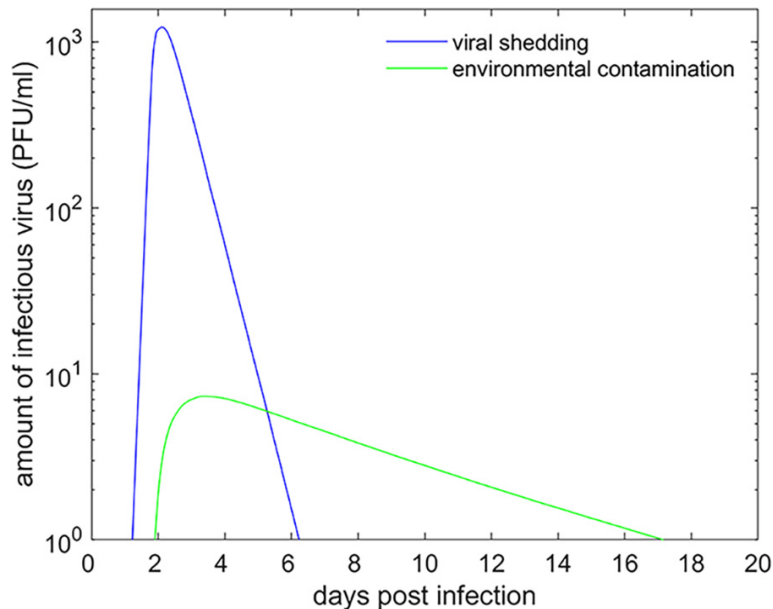


- Studi sperimentali hanno messo in relazione
 - La quantità di virus eliminata dagli animali infetti
 - Tasso di contaminazione di diverse matrici ambientali
 - Più elevato in feci e campioni di cibo da mangiatoia
 - Più basso per pavimenti e pareti
 - Tasso di decadimento del virus nei campioni
 - Più lungo per i pavimenti (media 7,1 gg) e pareti (6,5 gg)
 - Più corto per cibo (3,2 gg) o feci (4,1 gg)
- Dosi riscontrate più elevate delle dosi infettive
- Trasmissione da contaminazione ambientale è meno probabile rispetto alla trasmissione diretta
- ...Ma statisticamente **la sola contaminazione è sufficiente per sostenere un focolaio**
- Esempio Regno Unito





Contaminazione ambientale



La contaminazione dell'ambiente può mantenere il **virus infettivo fino a 14 giorni**, mentre l'infettività legata al contatto diretto con un animale infetto dura generalmente solo 4–5 giorni.

Ovviamente in allevamento abbiamo entrambe le componenti

Il problema insorge quando vengono rimossi gli animali infetti

→ Corretta pulizia e disinfezione

Qualsiasi ambiente frequentato dagli animali prima della comparsa dei segni clinici può risultare contaminato;

il livello di contaminazione dipende

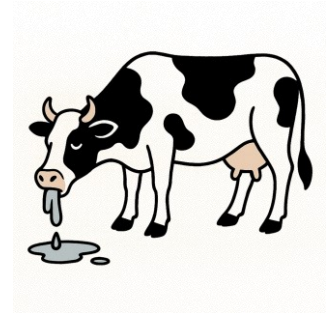
- dalla durata della permanenza dell'animale infetto,
- dalla quantità di virus che ha diffuso.



Virus si deposita al suolo tramite

- **Meccanismo diretto**

- Secrezioni ed escrezioni animali (urine, feci, saliva...)



- **Meccanismi indiretti**

- Fertilizzazione
- Trasporto di animali e prodotti
- Rifiuti di origine animale
- Disastri naturali (es. allagamenti)



La matrice suolo è complessa per le sue caratteristiche fisiche e chimiche

Media di sopravvivenza del virus **nel suolo** è di **23,5 gg**
(da 2 a più di 35 gg in condizioni ottimali)



- Media di sopravvivenza del virus **nell'acqua** è di **28,5 gg**
(da 11 a più di 30 gg)
- Uno studio precedente → fino a 50 gg
- Media di sopravvivenza del virus **nei fluidi biologici** è di **5 gg**
(da <1 a 28,5 gg)

Durante focolaio 2001 in Olanda, latte scaricato illegalmente a causa del divieto di trasporto.

→ scarichi contaminati di acque reflue trattate biologicamente e non trattate nelle acque superficiali che vengono date da bere al bestiame





Studio:

Valutare quantitativamente il rischio che il virus venga trasmesso a bovini tramite acqua contaminata da reflui contaminati (ad esempio latte o escreti di animali infetti)

Sviluppato un **modello probabilistico**

- **Concentrazione di virus** nei reflui (latte contaminato o escreti).
- **Diluzione** nei sistemi idrici naturali o trattati.
- **Volume d'acqua ingerito** dai bovini.
- **Dose infettante** per bovino.
- **Dimensione della mandria** e comportamento di abbeverata.

1. Nei reflui trattati la probabilità di infezione di una mandria è **molto bassa**.
2. La probabilità cresce proporzionalmente alla **concentrazione iniziale del virus** e alla **quantità di acqua contaminata ingerita**.
3. La **trasmissione via acqua** è possibile, ma nella maggior parte dei casi il **rischio è limitato**, soprattutto se i reflui sono trattati e diluiti.



- FORAGGIO:

Studi hanno dimostrato la presenza del virus fino a 20 settimane

- FOMITI: veicoli, attrezzature, indumenti



persiste per tempi variabili (influenza di moltissimi fattori)

- AEROSOL:

può diffondersi fino a 10 km da suini infetti, e oltre 100 km in condizioni favorevoli



La diffusione e la persistenza
dipendono da diversi fattori:

- Le specie coinvolte (suini – bovini)
- Stadio della malattia nell'animale infetto
- Concentrazione di animali infetti e di animali suscettibili
- Condizioni climatiche idonee
 - umidità >55%
 - Presenza venti deboli e costanti



Previsioni dei modelli di simulazione nel Regno Unito

In condizioni climatiche specifiche il virus dell'afta epizootica aerosolizzato prodotto dai suini infetti può viaggiare per una distanza significativa,

- bovini a partire da 10 chilometri (km) di distanza (20-300 km)
- ovini a una distanza compresa tra 10 e 100 km



Lo studio del comportamento dei patogeni negli aerosol è impegnativo.

Studio Pirbright

- Utilizzo di ragnatele fissate su telai
- Esposte a aerosol infetto in zona di biocontenimento
- Intrappolamento delle goccioline di aerosol
- Durata sopravvivenza ambiente



Valutazione parametri ambientali

Es Temp 22°C e HR 80%

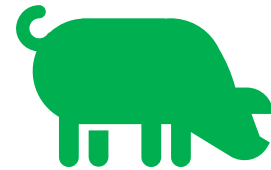
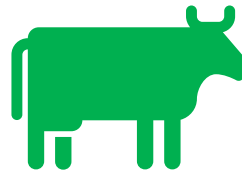
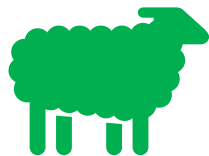
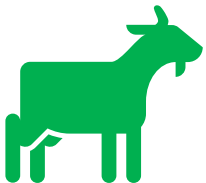
→ stime di circa 29, 22 e 44 minuti rispettivamente per i ceppi di sierotipo A, Asia 1 e SAT1



Persone



- gli esseri umani possono ospitare il virus dell'afta epizootica nelle vie nasali per 48 ore
- In condizioni sperimentali, la persona portatrice del virus è stata in grado di trasmettere l'infezione ad animali naïve.
- No visite ad allevamenti, agriturismi, zoo per almeno 5 giorni





Prodotti di origine animale: Latte



- Virus replica nel tessuto epiteliale ghiandolare
- Alta carica virale nel latte (simile faringe – sperimentazione)
- Virus riscontrabile fino a 4 gg prima delle vescicole
- Pochi studi di campo dimostrano variabilità nel titolo riscontrato... da tracce a valori anche fino a $10^{6,7}$.
- Dati limitati → eliminato con latte carica virale più elevata di quanto descritto in letteratura





Prodotti di origine animale: Latte



Fattori da considerare:

- Effetto di diluizione del latte dentro il tank
- Calo drastico della produzione di latte negli animali infetti
- Percentuale di animali infetti (se bassa è difficile riscontrare la presenza del virus – 10% non riscontrabile)
- Uno studio ha dimostrato un valore di virus su 6 vacche asintomatiche variabile da $10^{0,7}$ a $10^{6,6}$, mentre nel tank il valore era $10^{2,2}$.



Donaldson AI. Risks of spreading foot and mouth disease through milk and dairy products. Rev Sci Tech 1997;16:117-124.

Donaldson AI, Gloster J, Harvey LD, Deans DH. Use of prediction models to forecast and analyse airborne spread during the foot-and-mouth disease outbreaks in Brittany, Jersey and the Isle of Wight in 1981. Vet Rec 2012;110:53-57



Prodotti di origine animale: Latte



Studi sperimentali sopravvivenza:

- latte scremato dopo essere stato riscaldato a 72 °C per 2 minuti
- latte intero dopo essere stato riscaldato a 72 °C per 5 minuti
- panna dopo essere stato riscaldato a 93 °C per 15 secondi
- formaggio Camembert per 21 giorni a 2 °C
- lavorazione del formaggio Cheddar preparato con latte riscaldato (ma 30 giorni di stagionatura hanno inattivato il virus)
- lavorazione e stagionatura del formaggio Cheddar preparato con latte non riscaldato per 60 giorni
- L'FMDV può anche sopravvivere in altri prodotti, come il burro e l'olio di burro, per periodi prolungati (almeno 45 giorni con conservazione a 4 °C)



Inactivation of Foot-and-Mouth Disease Virus in Milk Products. Center for Food Security and Public Health 2012

Anche con un **tipico processo di pastorizzazione**, il latte e i prodotti lattiero-caseari **possono comunque essere infettivi** per gli animali non immunizzati.



Prodotti di origine animale:

Latte → INATTIVAZIONE

Consumo umano



1. un processo che applica una temperatura minima di 132 °C per almeno un secondo (temperatura ultra alta [UHT])
2. se il latte ha un pH inferiore a 7,0, un processo che applica una temperatura minima di 72 °C per almeno 15 secondi (pastorizzazione ad alta temperatura e breve durata [HTST])
3. se il latte ha un pH pari o superiore a 7,0, il processo HTST applicato due volte.

Consumo animale



1. il processo HTST applicato due volte
2. HTST combinato con un altro trattamento fisico, ad esempio mantenendo un pH 6 per almeno un'ora o un riscaldamento supplementare ad almeno 72 °C combinato con essiccazione
3. UHT combinato con un altro trattamento fisico di cui al punto 2 sopra.

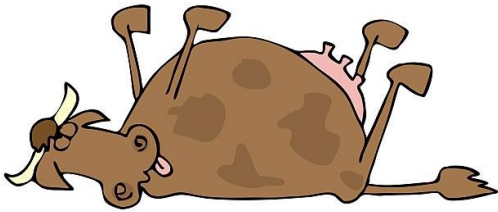


Prodotti di origine animale:

Carne



La sopravvivenza dipende dalla combinazione di temperatura e pH



Rigor mortis

Glicogeno → ac.lattico → diminuzione pH

- Sopravvivenza prolungata se pH non scende sotto 6,0-6,2
- Il virus dell'afta epizootica può essere presente nel midollo osseo, nei linfonodi e in alcuni organi degli animali morti per periodi di tempo prolungati, poiché il pH non diminuisce sufficientemente dopo la morte.
- Attenzione a disossare la carcassa



Prodotti di origine animale: Carne



- Congelamento precoce non permette decremento del pH → si possono trovare cariche virali alte in carne congelata immediatamente dopo la morte
- Il virus dell'afta epizootica può mantenere la sua infettività per mesi nei linfonodi, nel fegato e nel sangue refrigerati o congelati.
- dopo 4 mesi nel fegato congelato





Prodotti di origine animale:

Carne



- Nella **pancetta salata**, il virus dell'afta epizootica è stato rilevato dopo **190 giorni** e nelle **salsicce** di maiale dopo **56 giorni**.
- I budelli **conservati a 4 °C** per 30 giorni contenevano **ancora** agenti **infettivi**.
- La conservazione dei budelli naturali trattati con cloruro di sodio o con una miscela di sali di fosfato/cloruro di sodio a 20 °C per 30 giorni è sufficiente per inattivare virus dell'afta epizootica nei budelli derivati da animali infetti



Prodotti di origine animale: Carne → INATTIVAZIONE



Inscatolamento



La carne e i prodotti a base di carne sono sottoposti a trattamento termico in un contenitore ermeticamente chiuso per raggiungere una temperatura interna di almeno 70 °C per un minimo di 30 minuti o a qualsiasi trattamento equivalente che abbia dimostrato di inattivare il virus dell'afta epizootica

Cottura completa



La carne, precedentemente disossata e sgrassata, e i prodotti a base di carne sono sottoposti a un trattamento termico tale da raggiungere una temperatura interna di 70 °C per almeno 30 minuti. Dopo la cottura, devono essere confezionati e manipolati in modo tale da non poter essere esposti a una fonte di FMDV

Essiccazione dopo la salatura



Una volta completato il rigor mortis, la carne deve essere disossata, salata con sale da cucina (NaCl) e «completamente essiccata». Non deve deteriorarsi a temperatura ambiente. Per «completamente essiccata» si intende un rapporto tra acqua e proteine non superiore a 2,25:1 o un'attività dell'acqua (Aw) non superiore a 0,85



Prodotti di origine animale:

Lana e pelo

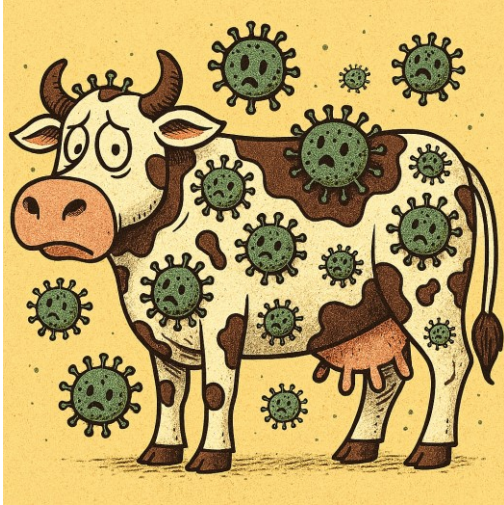


- lana e pelo possono trattenere materiale organico (saliva, essudati, materiale lesionato) che può contenere virus.
- In **condizioni fresche e umide** → persistenza per giorni o settimane (protezione dalla disidratazione)
- In **condizioni calde e secche** → riduzione sopravvivenza
- **NO moltiplicazione** su lana o pelo: la sua presenza dipende da contaminazione recente.





Prodotti di origine animale: Pelle su animale vivo



- La pelle dei mammiferi rilascia attivamente nell'ambiente un numero significativo di cellule cutanee
 - le cellule cutanee costituiscono una percentuale significativa (1-10%) degli aerosol misurati all'interno della polvere
 - titoli dell'FMDV nell'epidermide sono elevati, anche in pelle macroscopicamente normale
-
- Review analizza tutti gli studi effettuati → numerose prove nella letteratura a sostegno dell'ipotesi che le cellule cutanee degli animali infetti potrebbero essere una fonte significativa di aerosol infettivi di FMDV
 - Ipotesi ancora da convalidare



Prodotti di origine animale:

Pelle



- Studio su 50 bovini infettati sperimentalmente e sottoposti a necropsia da 12 ore a 7 giorni dopo l'inoculazione
- Quantità considerevoli di FMDV nei tessuti dermici ed epidermici di 13 diverse aree del corpo, indipendentemente dalla presenza di peli → un'affinità costante con tutte le aree della pelle bovina
- Nelle aree campionate non sono state osservate lesioni macroscopiche caratteristiche
- virus dell'afta epizootica localizzato a livello intracutaneo è più difficile da inattivare rispetto al virus che aderisce alla superficie delle pelli
- I processi di **concia** tendono a **inattivare**, anche se la velocità dipende da pH e salinità.





- Animale che alberga il virus anche dopo 28 giorni post infezione
- associato a compromissione dell'immunità cellulo-mediata e reclutamento di cellule fagocitiche
- Faringe e palato molle
- Fenomeni di ricombinazione
- CHI
 - Bovini → 3 anni
 - Pecore → 9 mesi
 - Capre → 4 mesi
 - NO suini
- Dal 50 al 100% clinicamente guariti «persistentemente infetti» dopo 4 settimane, poi decremento
- Potenzialmente in grado di trasmettere il virus
- Escrezione è molto limitata
- Ruolo epidemiologico?





Take home messages

- Eterogeneità studi sperimentali
- Virus dell'afta è moderatamente resistente
- Fonti di trasmissione sono molteplici
- Influenzato soprattutto da pH, temperatura e umidità
- Protetto dalla presenza di materia organica

...valutazione caso per caso!



Grazie dell'attenzione!