



**14° CONGRESO COLOMBIANO &
20° CONGRESO IBEROAMERICANO**
**Banco de Sangre, Medicina
Transfusional y Terapia Celular**



Acobasmet
Asociación Colombiana de Bancos de Sangre y Medicina Transfusional

El impacto del cambio climático en la seguridad y suministro de sangre

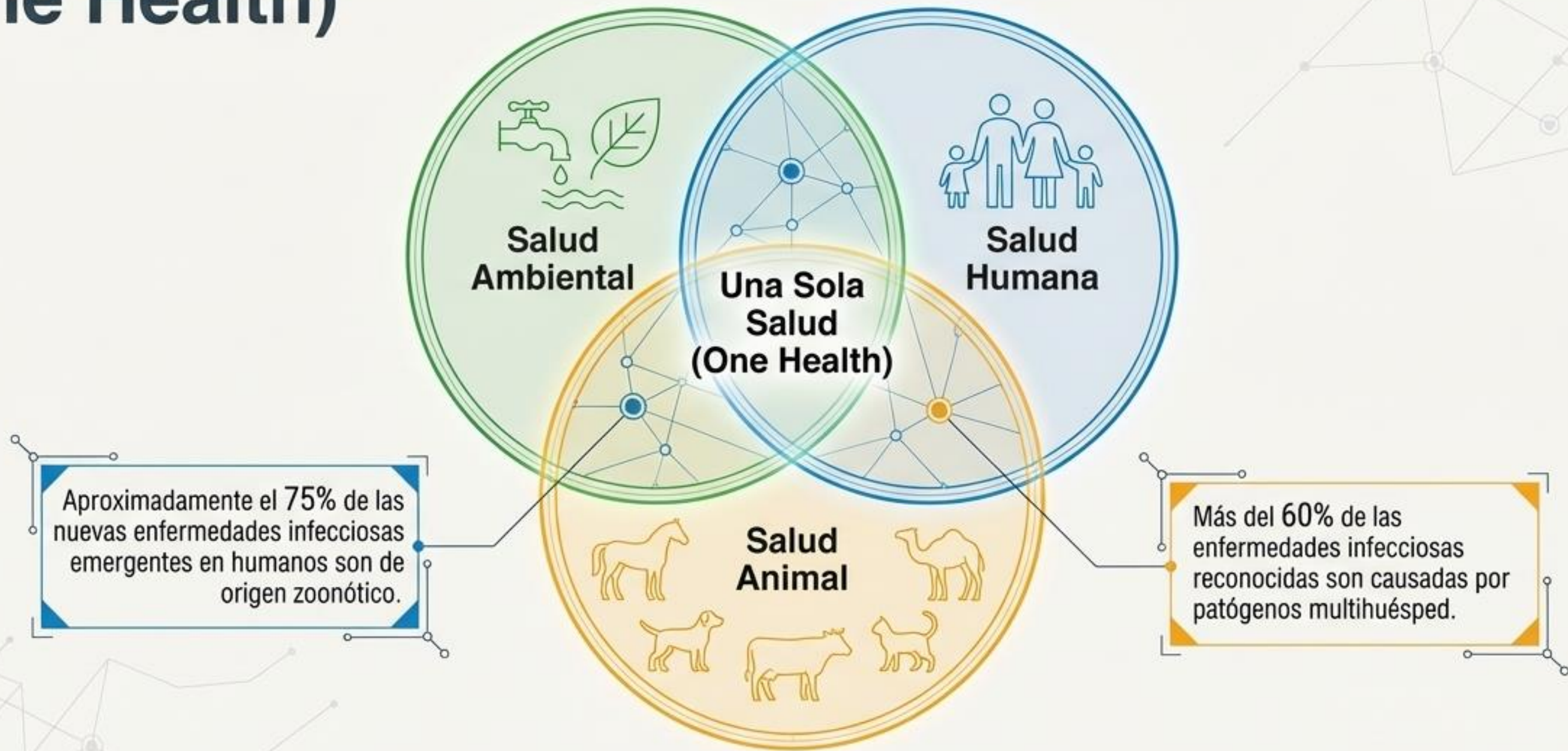
Cesar de Almeida Neto

Profesor asociado de la Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Coordinador del departamento de aferesis – Fundação Pró-Sangue – Hemocentro de São Paulo

Gerente médico del Grupo Pulsa – São Paulo

El Paradigma de Una Sola Salud (One Health)



Concepto Clave: La seguridad del suministro de sangre humano no comienza en el donante; comienza en la intersección de los ecosistemas y la salud de la vida silvestre.

El Clima como Multiplicador de Amenazas



El cambio climático no solo calienta el planeta; reescribe las fronteras geográficas de las enfermedades infecciosas.

La Expansión Geográfica de los Artrópodos Vectores



Aceleración del Ciclo Vital

El aumento de temperatura reduce el período de incubación extrínseca de patógenos y aumenta la frecuencia de alimentación de mosquitos Aedes y Culex.



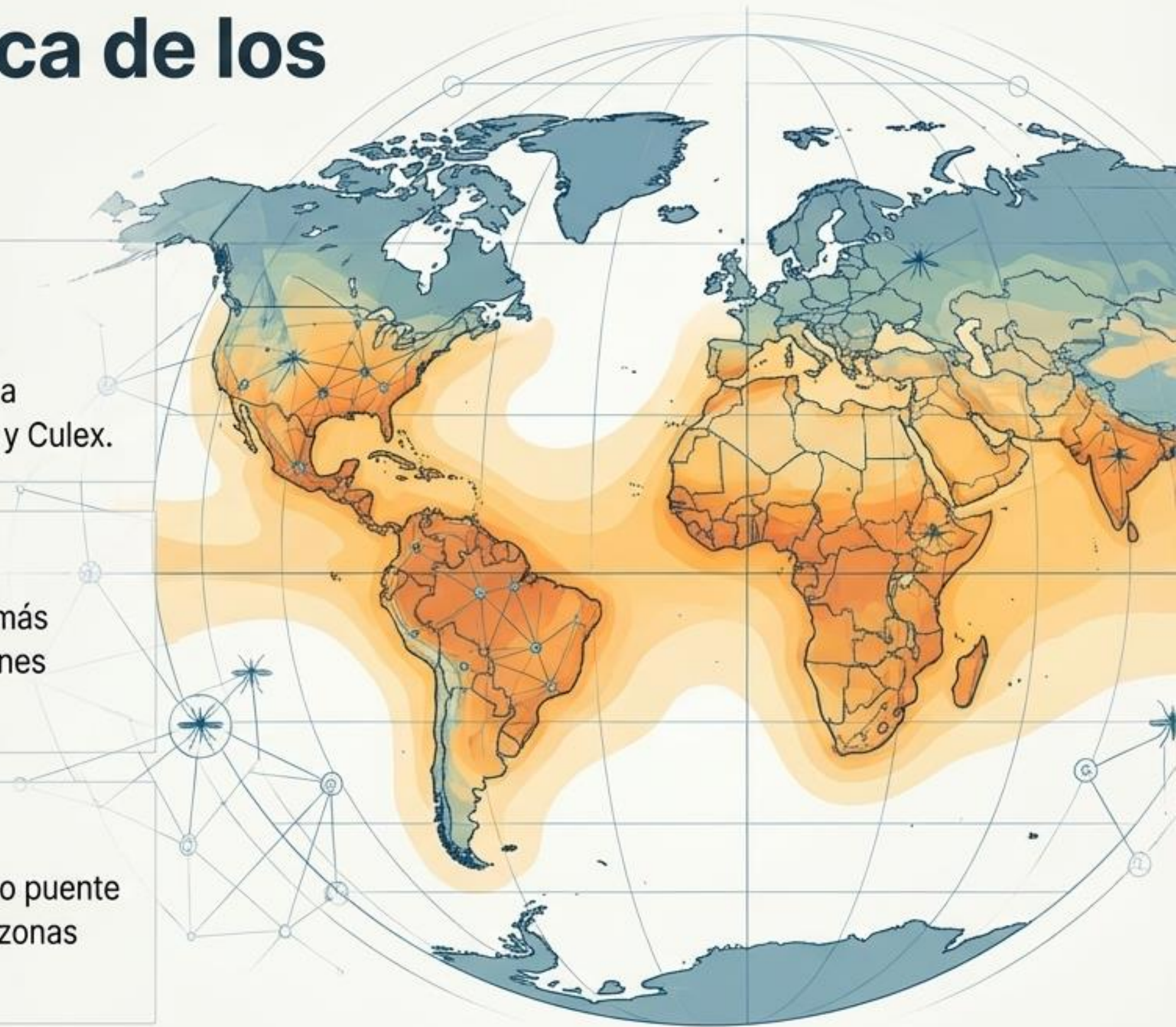
Nuevos Territorios

Supervivencia invernal de vectores en latitudes más altas, expandiendo el riesgo arboviral a poblaciones humanas inmunológicamente ingenuas.

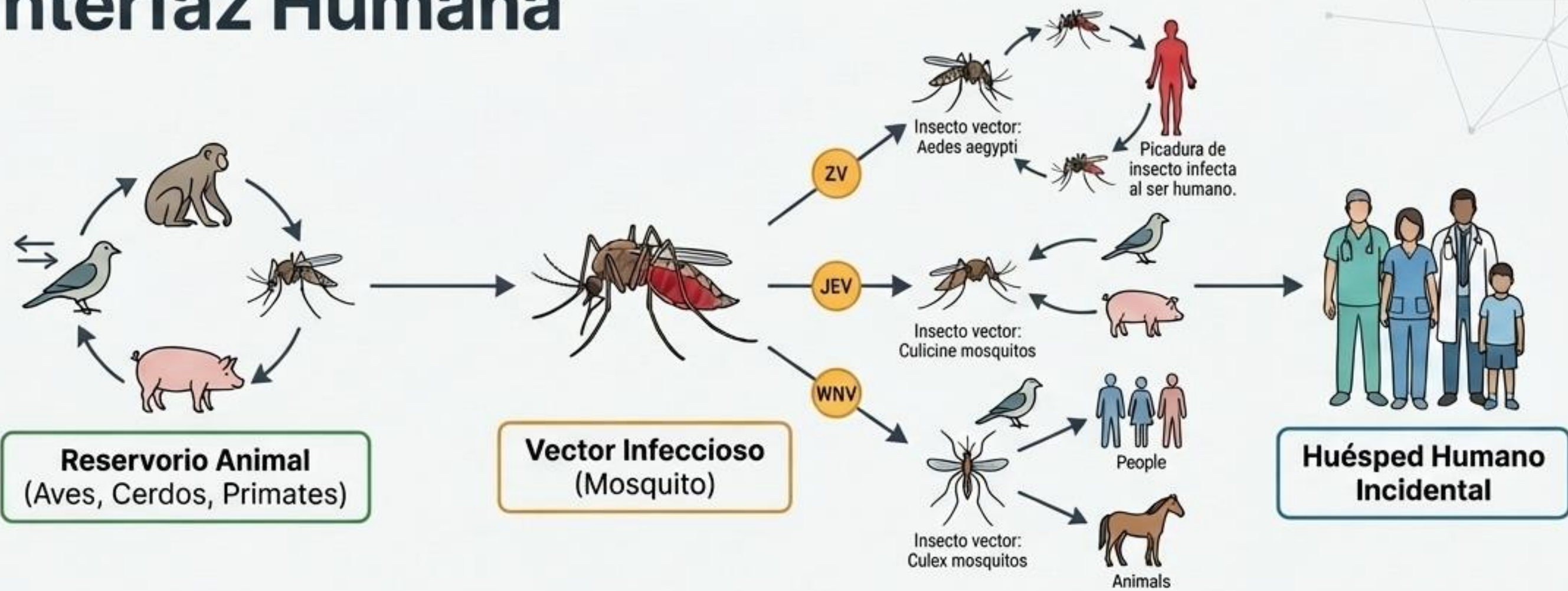


Impacto Inmediato

Proliferación masiva de vectores que sirven como puente directo para el desbordamiento zoonótico hacia zonas densamente pobladas.



El Desbordamiento Zoonótico y la Interfaz Humana



Amplificación Previa

La mayoría de los arbovirus requieren un ciclo de amplificación en animales antes de alcanzar cargas virales suficientes para causar brotes urbanos.

Alerta Hematológica

Una vez que el virus cruza al humano, la transmisión parenteral (a través de transfusión) se convierte en una vía secundaria crítica, evadiendo las barreras ecológicas tradicionales.

La Amenaza Transfusional: La Ventana Asintomática

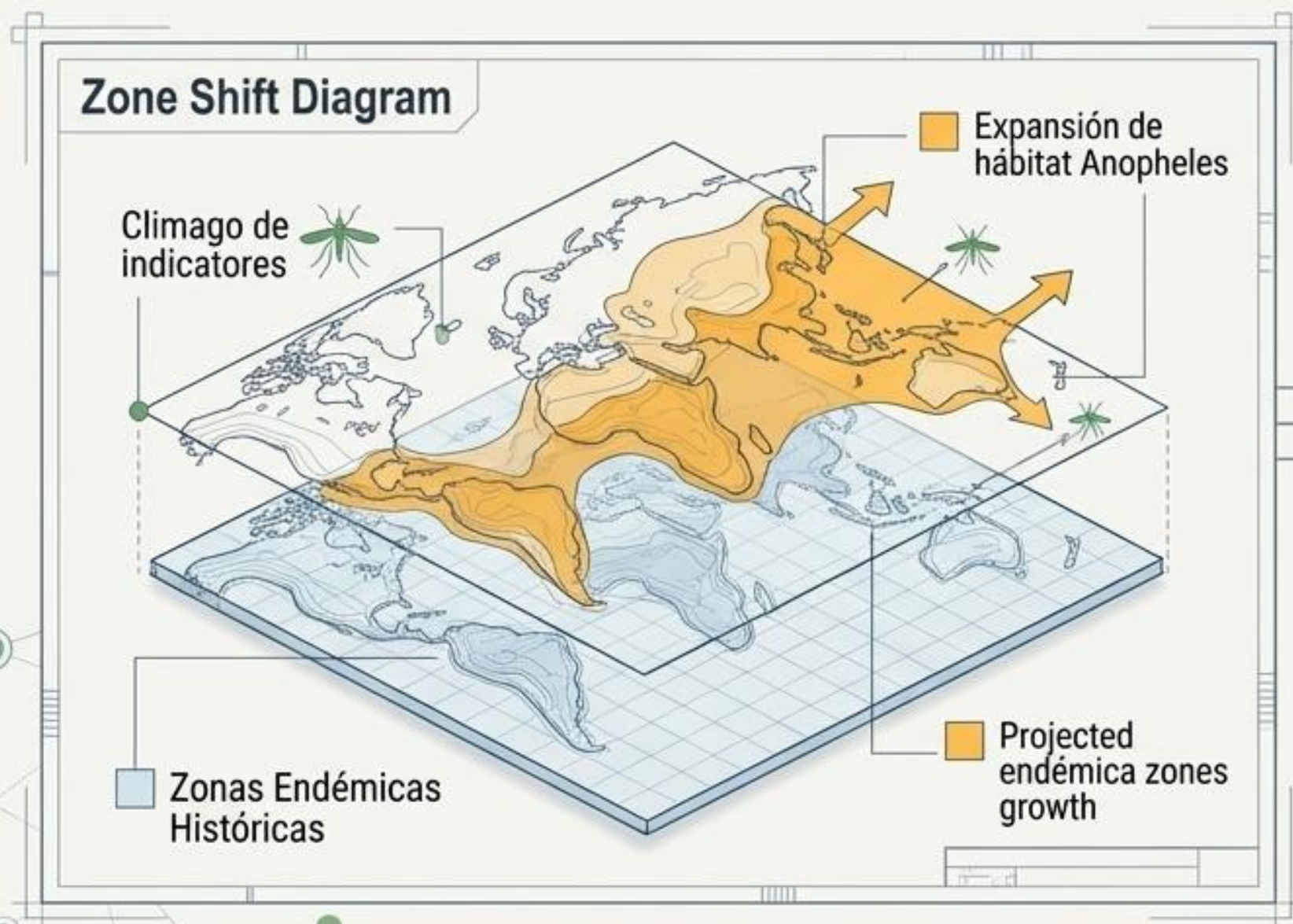


Impacto en la Seguridad:

Los patógenos sobreviven a los protocolos estándar de almacenamiento y refrigeración de la sangre, infectando directamente a receptores inmunocomprometidos.

Desplazamiento de Zonas Endémicas: Malaria

Alteraciones en temperatura y humedad prolongan las estaciones de transmisión y expanden los vectores a mayores altitudes y latitudes.

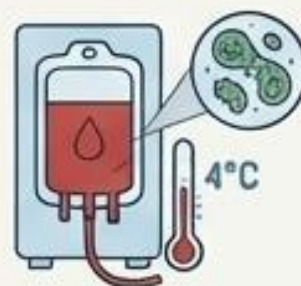


La Crisis en el Banco de Sangre



1. Complejidad del Cribado

Las reglas geográficas de exclusión temporal de donantes (ej. viajeros) se vuelven obsoletas a medida que cambian los mapas endémicos de forma impredecible.



2. Supervivencia del Parásito

Plasmodium sobrevive perfectamente en unidades de sangre total y glóbulos rojos almacenados en refrigeración a 4°C.



3. Dilema de Suministro

Expandir las zonas geográficas de exclusión de donantes protege el suministro, pero agrava severamente la escasez de sangre disponible.

De Endémico a Global: Dengue y Chikungunya

Panel 1: Dengue (DENV)



Perfil: El arbovirus de más rápida propagación a nivel mundial.



Riesgo Transfusional: Alta incidencia de viremia asintomática. Transmisión documentada por componentes sanguíneos.



Desafío Sistémico: Pruebas de ácido nucleico (NAT) disponibles pero financieramente inviables para tamizaje universal en áreas endémicas.

Panel 2: Chikungunya (CHIKV)



Perfil: Asociado con altas tasas de ataque durante los brotes (hasta el 70% de la población).



Riesgo Transfusional: Supervivencia comprobada del virus en componentes sanguíneos y macrófagos.



Desafío Sistémico: Provoca escasez aguda de sangre, ya que vastas porciones de la población de donantes quedan inhabilitadas simultáneamente.

El Peligro Silencioso: Virus Zika

Alta Tasa Asintomática



Hasta el 80% de las infecciones por Zika no presentan síntomas clínicos, haciendo totalmente ineficaz el cuestionario de salud del donante.

Transmisión Documentada



Múltiples casos confirmados de transmisión transfusional durante la epidemia histórica de 2015-2016 en Brasil.



Impacto Clínico Grave

Consecuencias devastadoras (microcefalia, Síndrome de Guillain-Barré) en receptores vulnerables, especialmente mujeres embarazadas y fetos.

Hito Normativo: El Zika obligó a implementar el cribado NAT de forma proactiva en EE. UU. y otras regiones, transformando la respuesta de seguridad sanguínea ante arbovirus.

El Espejismo Clínico

Casos sintomáticos reportados a los sistemas de salud pública. Epidemias visibles.



La ARNemia Silente

Donantes virémicos asintomáticos en periodo de incubación. Superan los filtros anamnésicos del banco de sangre.



La vigilancia estándar en bancos de sangre proporciona una falsa sensación de seguridad frente a patógenos de alta viremia y rápida propagación.

Un Radar Biológico Continental: Prevalencia en Donantes Aceptados

Datos de Colombia (Cáceres Munar et al.)

- **Brote (2019-2020):** 25.1% de prevalencia global de arbovirus en donantes.
- **Zonas No Endémicas (>1,984 m.s.n.m.):** 15.8% de prevalencia durante el brote. La altitud ya no es una barrera absoluta.

Datos de Brasil (Grebe et al.)

- **Ribeirão Preto:** Tasas alarmantes de ARNemia por DENV (122.2 por cada 100,000 donaciones en 2019/2020).
- **Recife:** Detección silenciosa de CHIKV (22,7 por cada 100.000 donaciones en 2020-2021) en donantes sanos.

Manizales

Bogotá

Manaus

Chikungunya
Zika

Recife

Ribeirão Preto

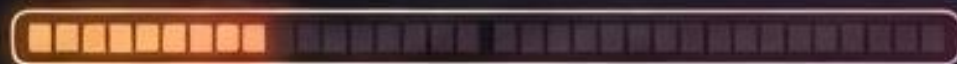
La Tensión Epidemiológica: El Riesgo Disminuye, Pero Nunca Desaparece

Fase Epidémica (2019-2020)

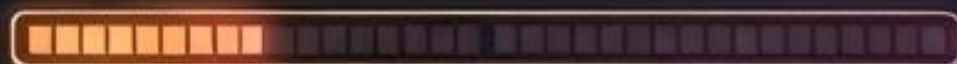
DENV: 14.5%



CHIKV: 8.0%



ZIKV: 7.8%

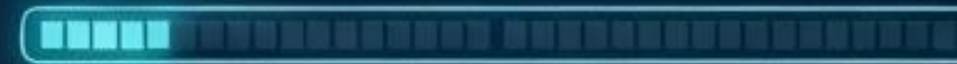


Co-infecciones: 4.3%



Fase Endémica (2021-2022)

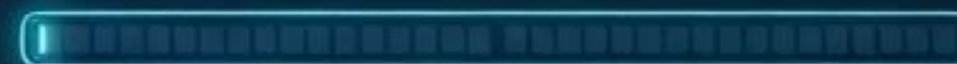
CHIKV: 3.3%



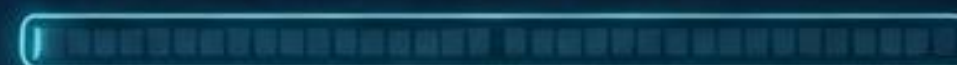
DENV: 1.9%



ZIKV: 0.3%



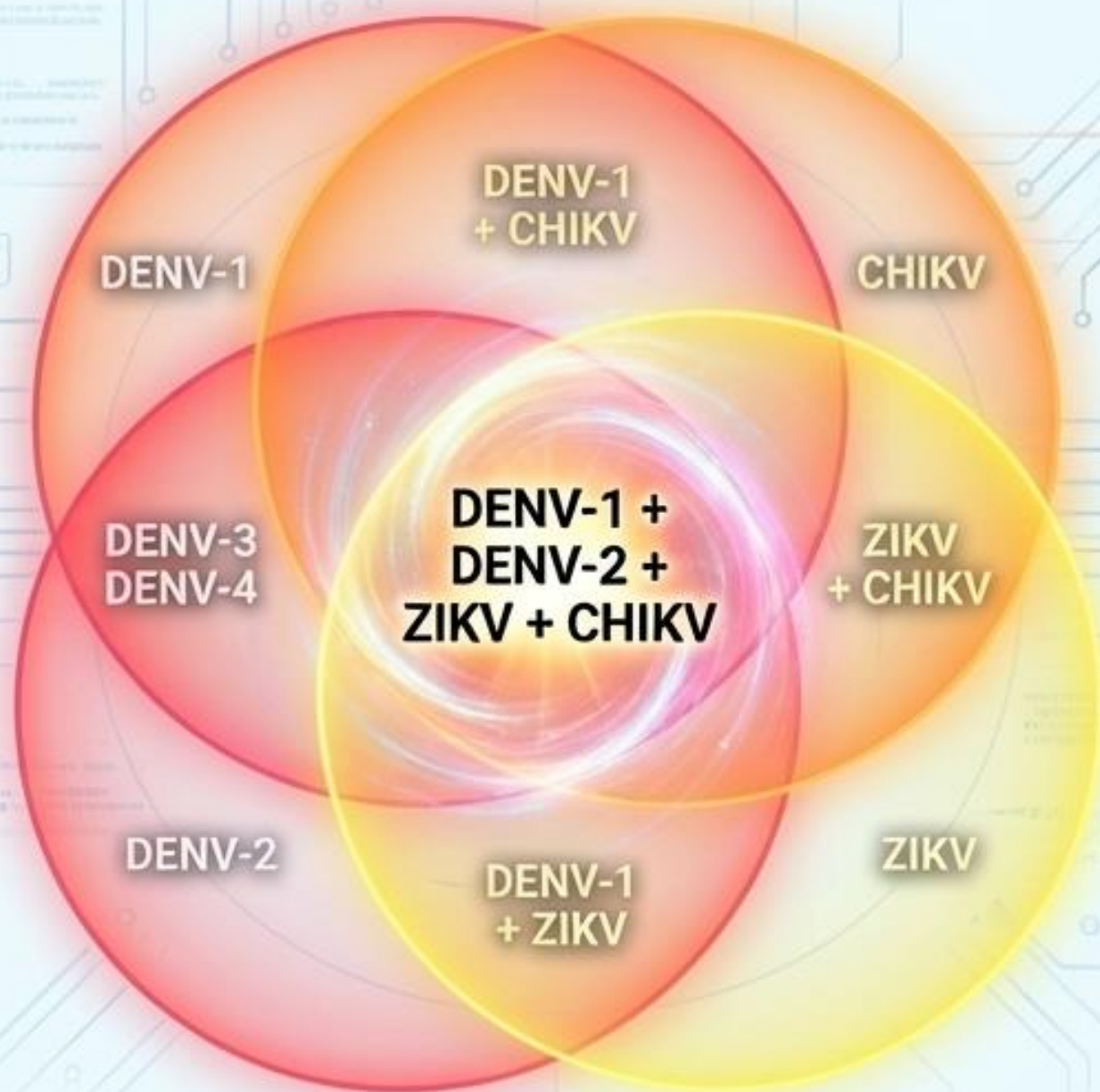
Co-infecciones: 0.2%



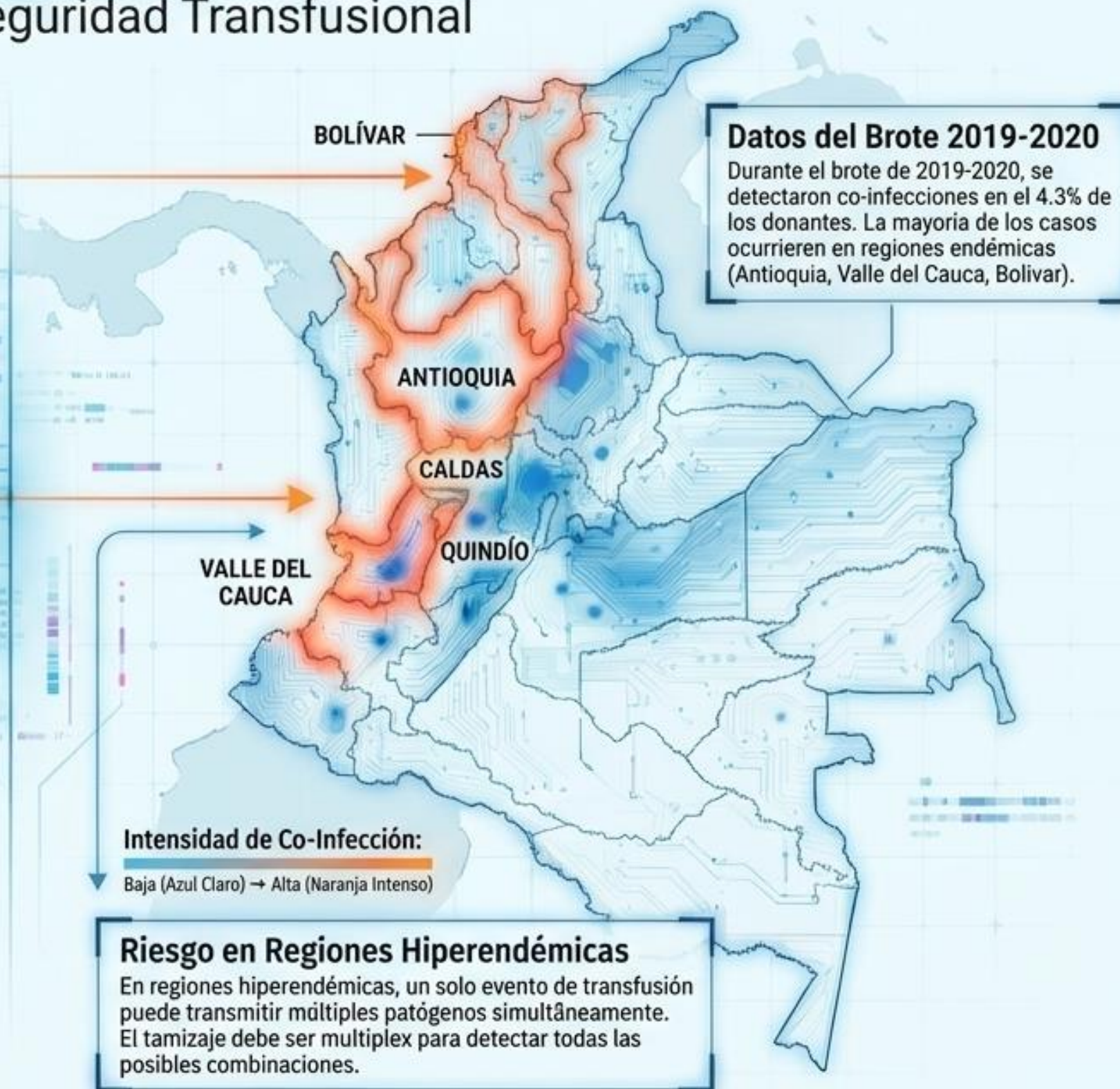
Durante la fase endémica, la prevalencia global cayó del 25.1% al 5.3% ($p=0.0001$), pero los virus DENV y CHIKV mantuvieron una circulación base altamente significativa en donantes asintomáticos.

La Complejidad de la Hiperendemia: Co-Infecciones Virales

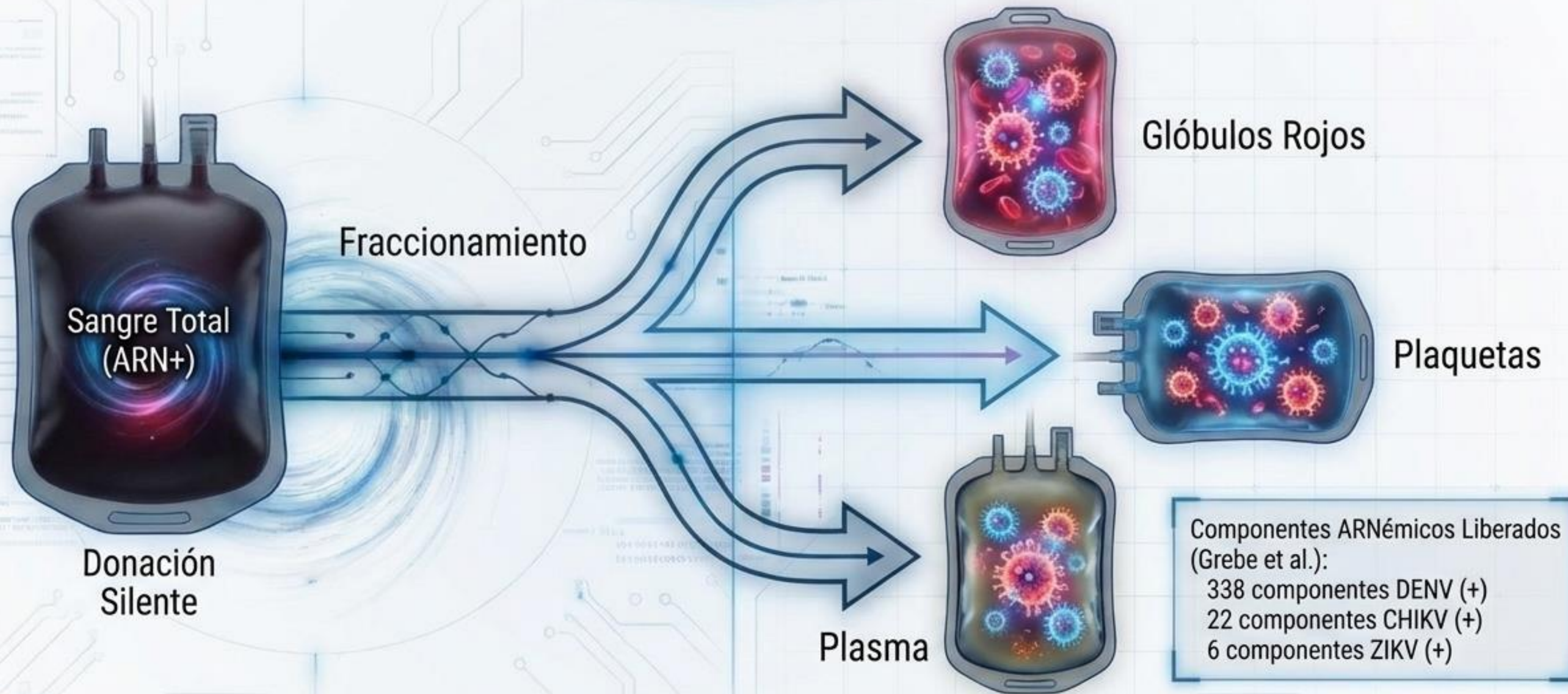
Un Desafío para la Seguridad Transfusional



La coexistencia de múltiples arbovirus crea un escenario complejo donde los donantes pueden estar infectados con dos, tres, o incluso cuatro virus simultáneamente.



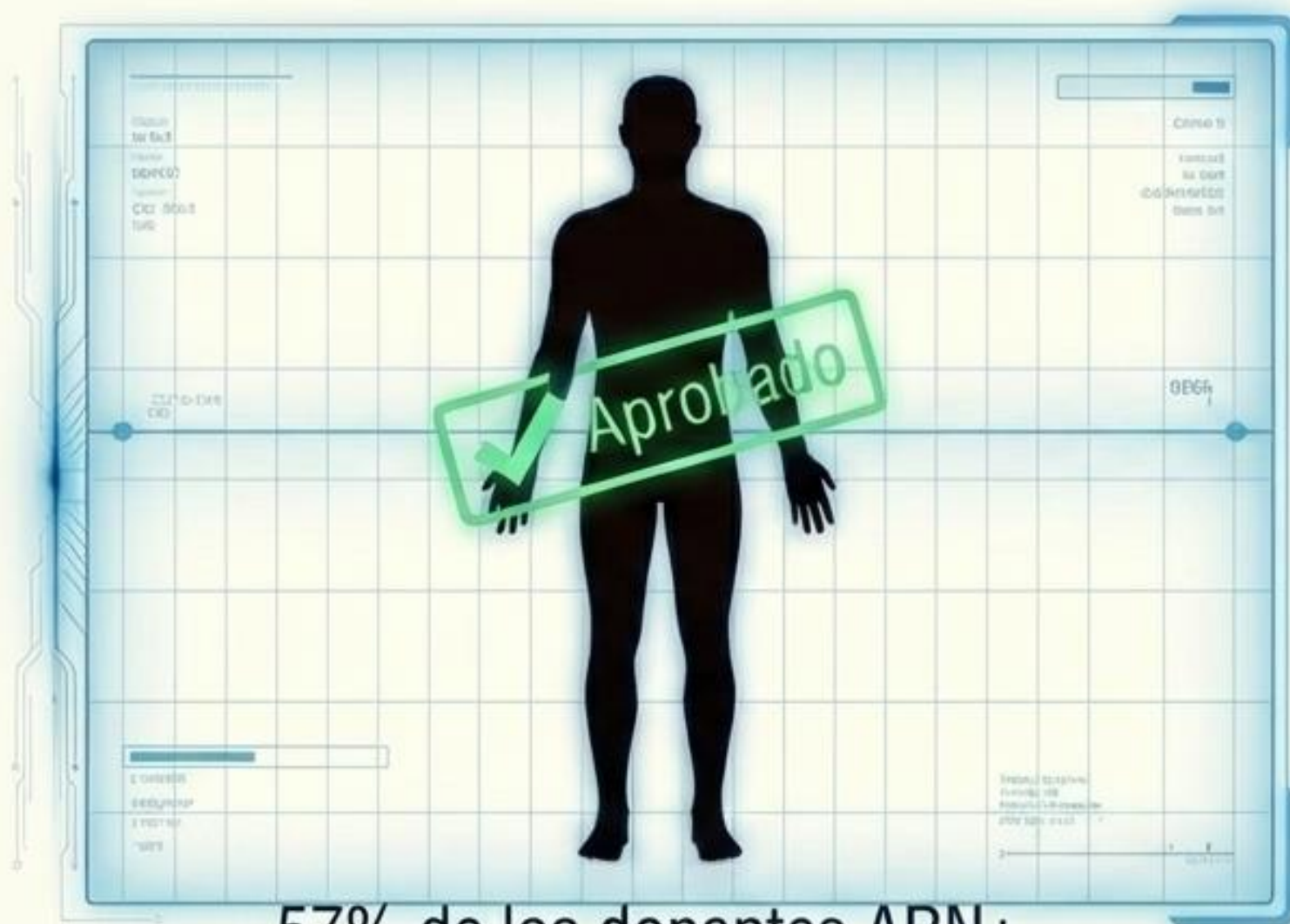
La Anatomía de la Donación Silente: El Efecto Multiplicador



Sin tecnologías de reducción de patógenos o tamizaje NAT universal, el fraccionamiento multiplica matemáticamente el riesgo de Infecciones Transmitidas por Transfusión (ITT).

El Espectro Sintomatológico del Donante Aceptado

El Peligro Invisible



57% de los donantes ARN+
Totalmente asintomáticos post-donación.
Mentira involuntaria en el cuestionario.

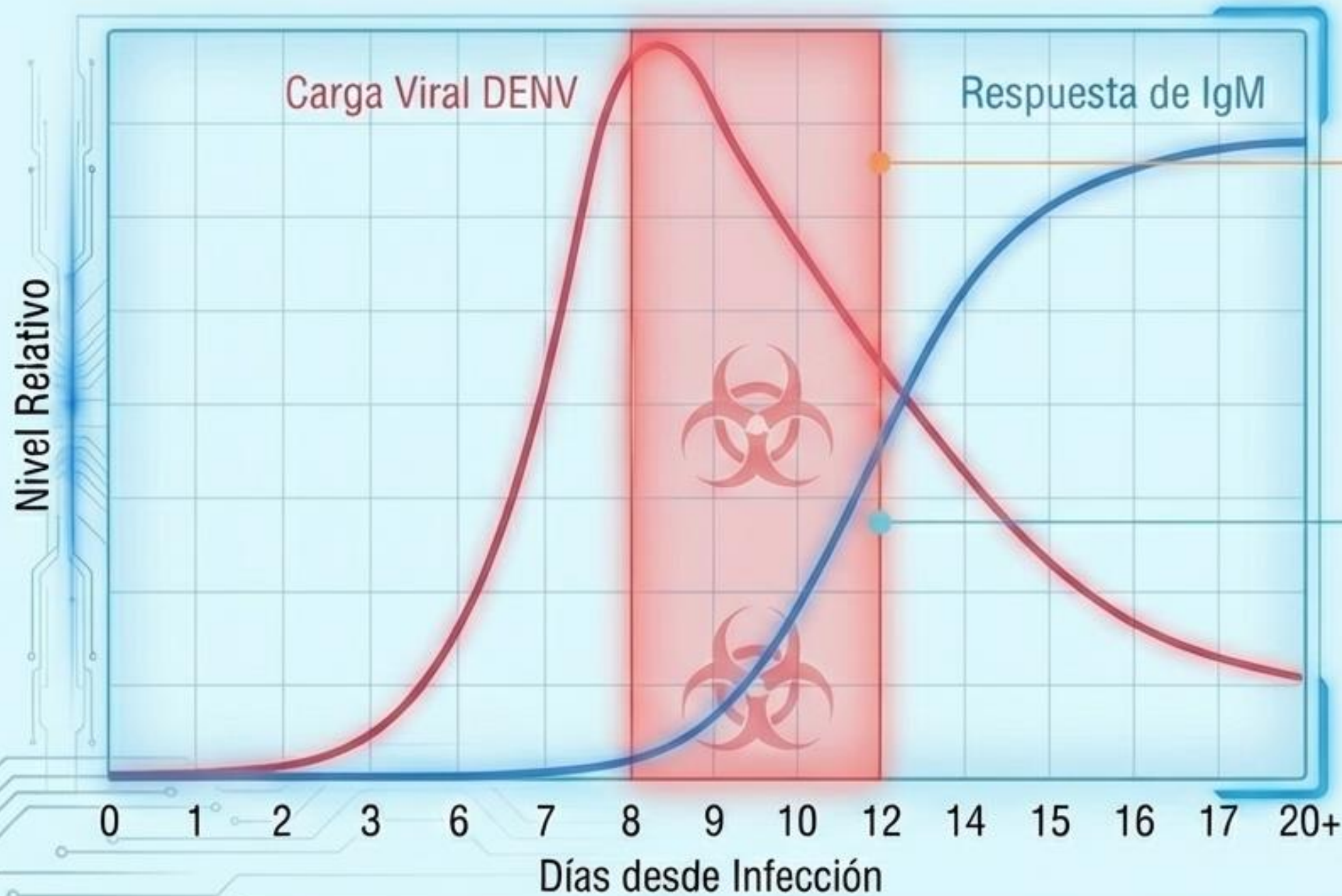
El Espejismo Leve



43% de los donantes ARN+
Desarrollaron síntomas después de donar.
Demasiado inespecíficos para generar alerta: Cefalea
(31%), Malestar general (13%), Artralgia (10%).
Ninguno fue diagnosticado clínicamente con arbovirosis.

La Anatomía del Peligro: 9.1 Días de Invisibilidad

Curva de Activación Viral

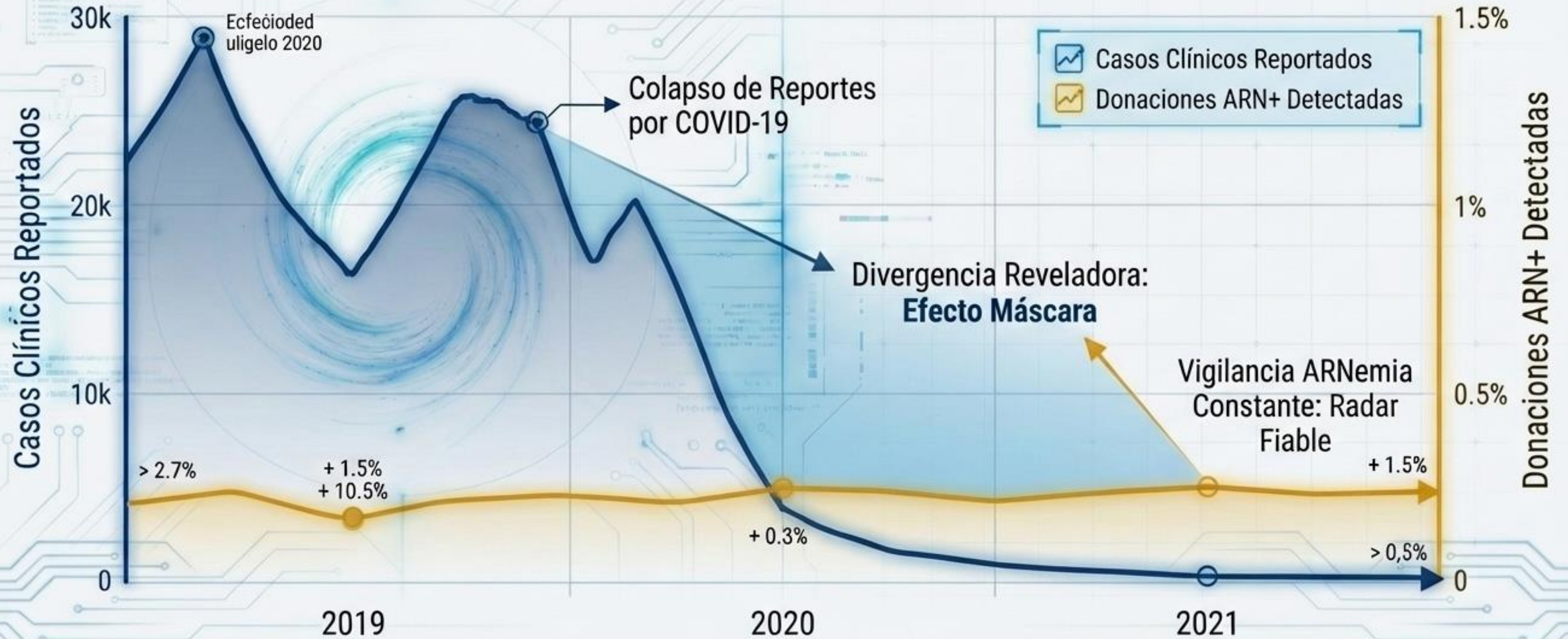


Ventana Detectable por TMA:
9.1 días
(IC 95%, 4.4–13.9 días)

Durante este periodo de 9.1 días, el donante presenta alta ARNemia (NAT positivo) pero es IgM negativo y clínicamente asintomático. Es el punto ciego perfecto del sistema.

El Efecto Máscara: Lecciones de la Pandemia (Grebe 2019-2021)

Las crisis de salud pública (como el COVID-19) enmascararán los brotes de arbovirus. La vigilancia de ARNemia en donantes es el único radar fiable cuando los sistemas de salud colapsan.



Síntesis: El Paradigma del Fracaso del Cuestionario

El Donante

La mayoría miente involuntariamente. Son presintomáticos o el 57% jamás desarrollará síntomas.



La Geografía

La latitud y altitud ya no son escudos. Expansión comprobada de vectores a zonas no endémicas (>1,984 m.s.n.m con 15.8% de prevelencia).



La Salud Pública

El subregistro epidémico (ej. COVID-19) deja al banco de sangre ciego ante brotes activos.



La anamnesis clínica es una herramienta obsoleta frente a la biología de los arbovirus.

Recuperando el Radar: Escudos Definitivos para la Bioseguridad

Tamizaje NAT Multiplex

Implementación de pruebas de amplificación de ácidos nucleicos (TMA/PCR) simultáneas para DENV, ZIKV y CHIKV. Cierra la ventana de 9.1 días.

Tecnologías de Reducción de Patógenos (PRT)

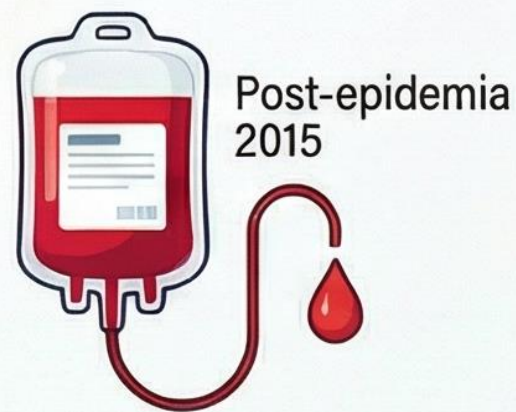
Inactivación proactiva en plaquetas y plasma. Neutraliza el Efecto Multiplicador independientemente del estatus asintomático del donante.

La seguridad de la sangre en el siglo XXI no puede depender de las preguntas que hacemos, sino de la tecnología que aplicamos a la bolsa.

Vigilancia del virus Zika post-epidemia en donantes de sangre de São Paulo, Brasil 2016–2020



Contexto y Metodología del Estudio



>100.000
Donantes
Monitoreados

Para evaluar la necesidad del tamizaje universal.



Cribado masivo
mediante NAT
(Pools de 6 muestras)

109.296
donaciones
analizadas

Resultados Clave



0,00009%
Prevalencia
extremadamente baja



Solo 1 caso
positivo detectado
entre 2016–2020
(Mayo 2016)



Identificación
del linaje asiático,
asociado con microcefalia



Comparación de Sensibilidad (Ct):

Muestra Individual (28, 30)

vs.

Pool (6 muestras) (30, 33)

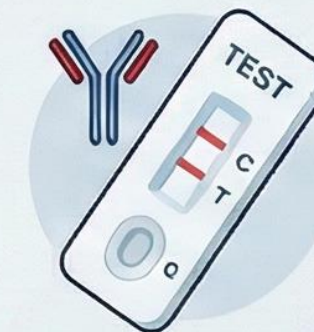
Mayor sensibilidad en
pruebas individuales

Implicaciones para la Seguridad Transfusional



El tamizaje universal no es coste-efectivo

Prevalencia no justifica costes de cribado rutinario.



Confirmación de seroconversión:

Anticuerpos IgG e IgM un mes después de la donación.



Recomendación de vigilancia selectiva

Mantener monitoreo periódico para detectar posibles resurgimientos.

Más Allá de los Arbovirus Clásicos: Hepatitis E y West Nile

Hepatitis E (HEV)



Origen: Cerdos domésticos y jabalíes (reservorios principales). El desbordamiento está asociado a contaminación ambiental y consumo.



Riesgo en Sangre: Alta prevalencia de infecciones asintomáticas crónicas. Representa una amenaza letal directa para receptores inmunosuprimidos y pacientes trasplantados.

West Nile Virus (Nilo Occidental)



Origen: Ciclo de transmisión biológica entre mosquitos *Culex* y aves migratorias, exacerbado por inundaciones severas y olas de calor post-desastre.



Riesgo en Sangre: Confirmado históricamente como patógeno de alta transmisión transfusional, obligando a cribados estacionales (NAT) en regiones de brotes agudos.

Matriz de Riesgo Transfusional y Viabilidad Diagnóstica

Patógeno	Vector / Reservorio	Riesgo Transfusional	Tasa Asintomática	Viabilidad de Cribado
Dengue	Aedes	Alto	Alta	NAT costoso
Zika	Aedes	Alto	Hasta 80%	NAT disponible
Chikungunya	Aedes	Medio/Alto	Moderada	Cuestionario limitado
Malaria	Anopheles	Alto	Variable	Exclusión geográfica
Oropouche	Culicoides / Culex	Desconocido	Baja	Sin protocolo NAT
Hepatitis E	Cerdos	Alto	Alta en crónicos	NAT selectivo
West Nile	Culex / Aves	Alto	Hasta 80%	NAT estacional

Nota Analítica: Esta matriz consolida datos epidemiológicos fragmentados en una herramienta de evaluación de riesgos inmediata para directores de bancos de sangre.

El Doble Impacto en los Bancos de Sangre

Impacto A: Contaminación del Suministro

- Aumento de donantes asintomáticos virémicos.
- Fallo de los cuestionarios tradicionales de salud clínica.
- Riesgo de infección iatrogénica en hospitales.



Impacto B: Escasez Crítica de Donantes

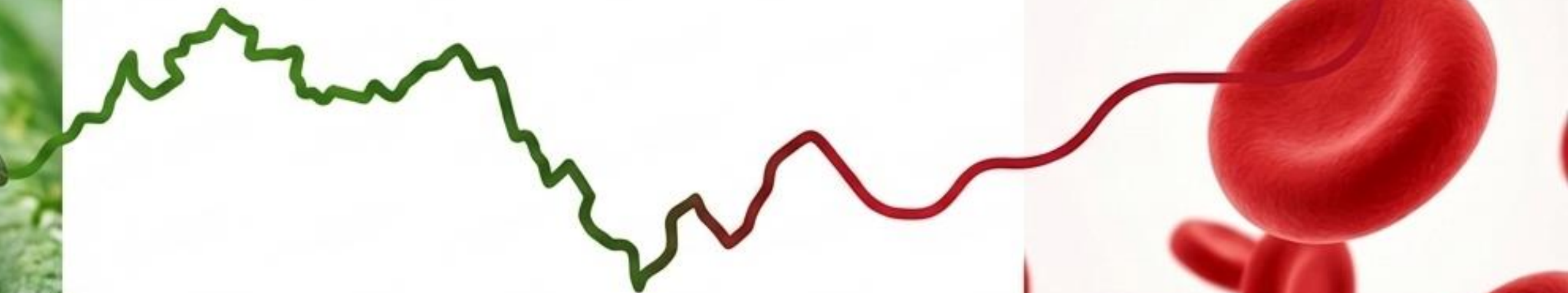
- Altas tasas de ataque en la comunidad reducen el pool de donantes sanos.
- Nuevas políticas epidemiológicas de exclusión (deferral) descalifican a grandes porcentajes de la población elegible.

**Un brote climático no solo ensucia el agua; seca el pozo.
La seguridad compite directamente con la disponibilidad.**

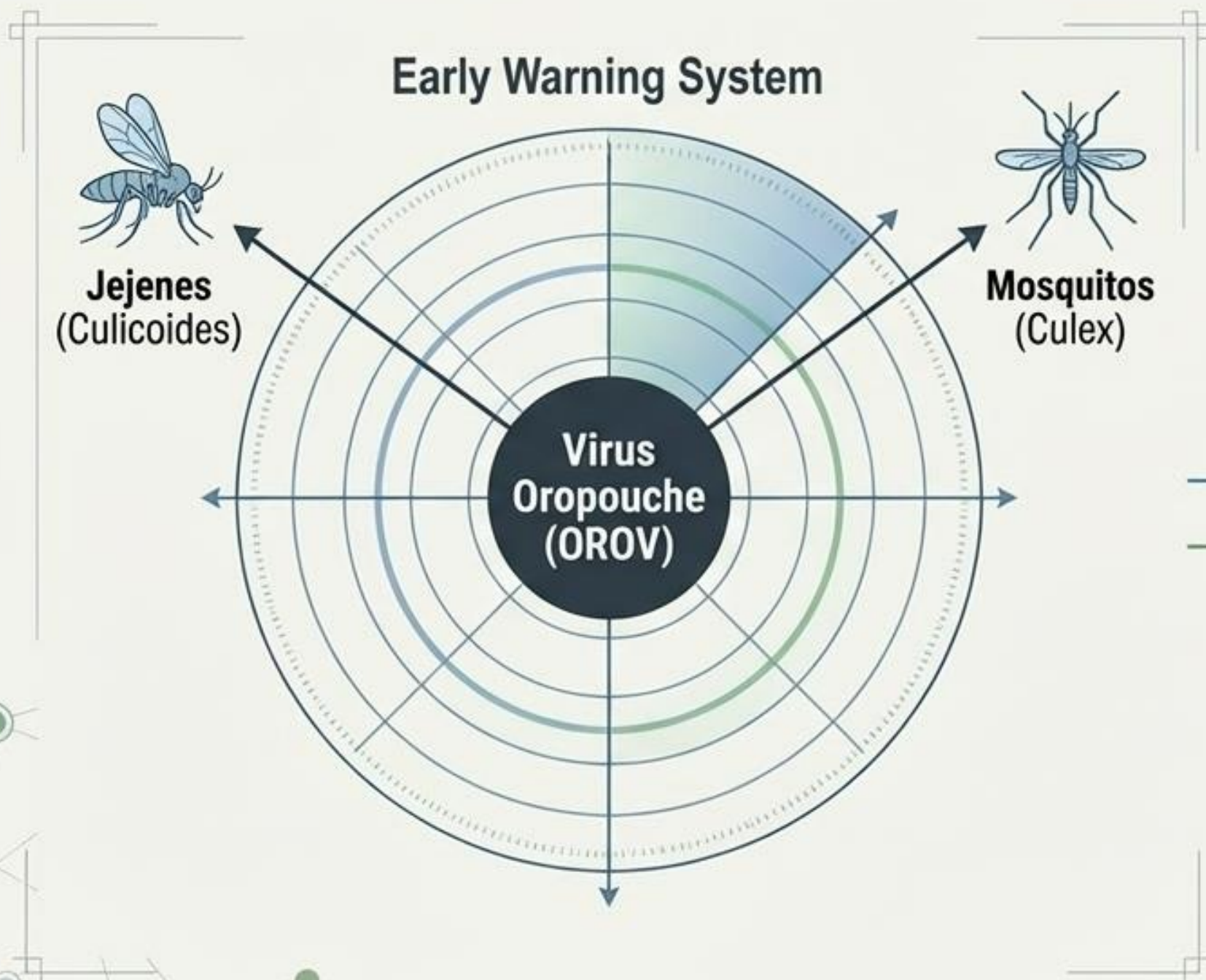


Oropouche y la Amenaza a la Seguridad Sanguínea

De la disrupción ecológica en la Amazonia al riesgo crítico en la transfusión clínica.



Amenazas Emergentes: La Vigilancia del Oropouche



El Punto Ciego Transfusional



- Causa fiebre aguda similar al Dengue clínico.
- Actualmente **no existen protocolos estandarizados de detección transfusional (NAT)** implementados rutinariamente para OROV en los bancos de sangre.

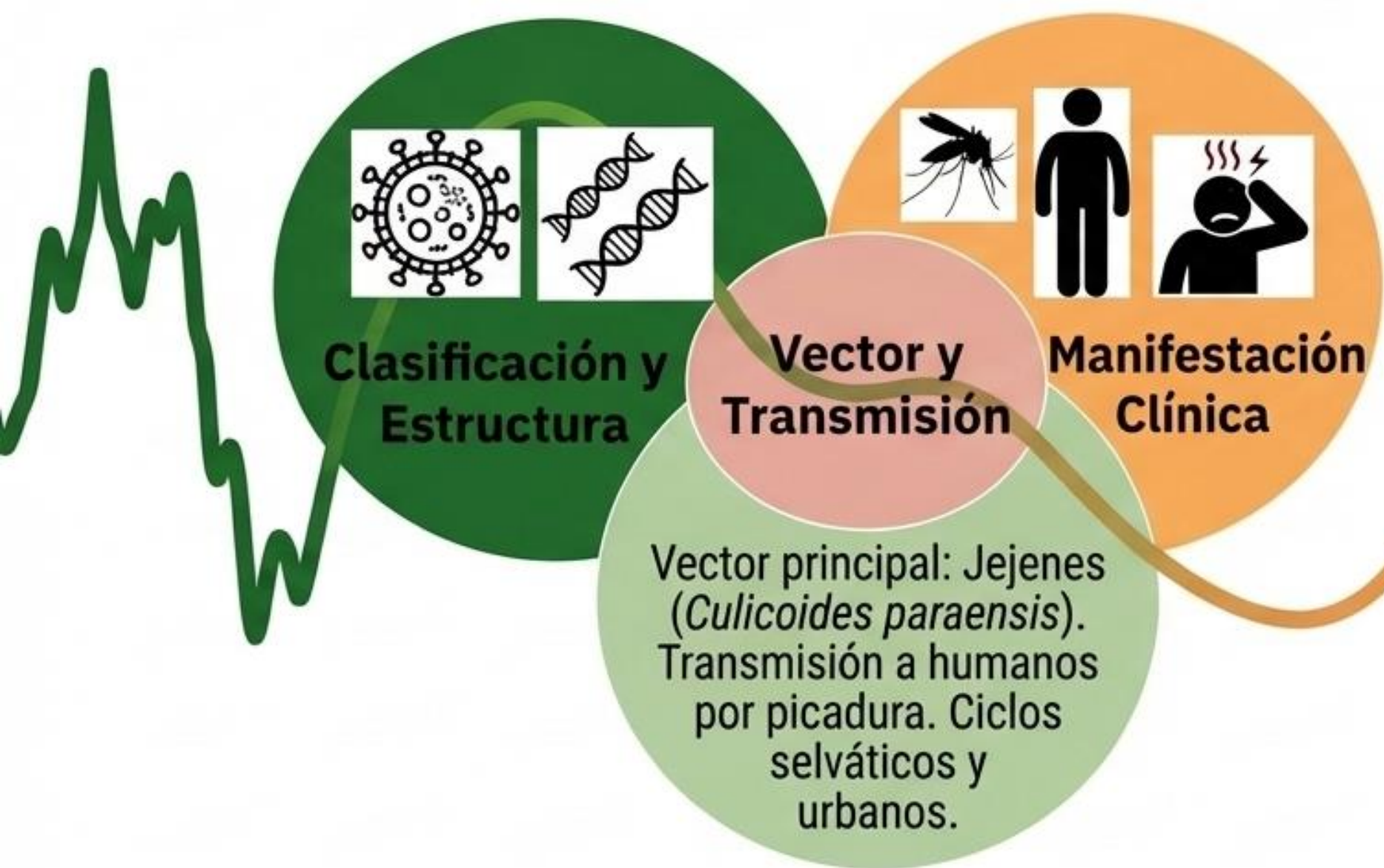
Mandato One Health



Exige vigilancia epidemiológica en la vida silvestre (perezosos, primates) y en el entorno alterado antes de que el virus comprometa los inventarios de sangre en nuevas regiones urbanas.

Características del Virus Oropouche: Un Arbovirus Emergente

Propiedades virológicas clave que facilitan su transmisión y patogenicidad.



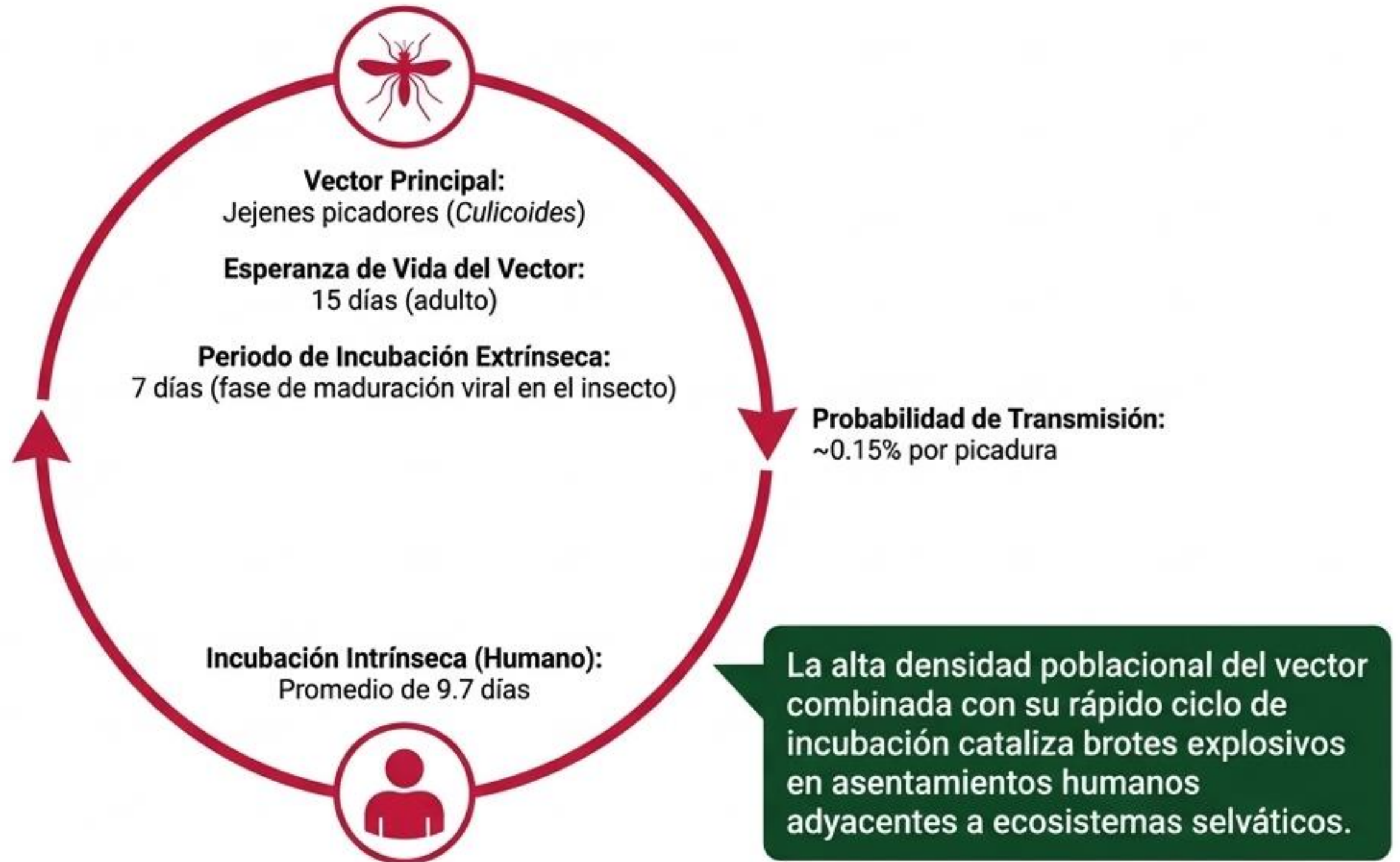
Distribución Geográfica: Endémico en la cuenca amazónica, con brotes crecientes en otras regiones de América del Sur y Central.

Reservorios Silvestres: Se mantiene en ciclos que involucran perezosos, primates y aves en la selva.

Diagnóstico: Identificación por RT-PCR durante la fase virémica (primeros días) o serología (IgM/IgG).

Epidemiología y Transmisión: El Motor del Brote

La biología del vector *Culicoides* permite una diseminación rápida en entornos propicios.



Impacto Clínico y Puntos Ciegos de Vulnerabilidad

Una presentación clínica inespecífica enmascara riesgos severos para subpoblaciones críticas.



Nota: Frecuentemente confundido con Dengue o Chikungunya.

Vacío Terapéutico: Diagnóstico temprano complejo debido a la similitud clínica con otros arbovirus. Actualmente no existen vacunas específicas ni terapias antivirales dirigidas.

La Escala de la Amenaza: Manaus 2023-2024

La rápida escalada de seroprevalencia demuestra un brote masivo y silencioso.

	Nov 2023	Jun 2024	Nov 2024
1 Grupo 30-39 años	11.3%	20.0%	28.6%
2 Grupo 40-49 años	10.1%	18.0%	25.8%
3 Grupo 60-69 años (Mayor impacto)	26.3%	43.0%	60.0%

La seroprevalencia casi se triplicó en 12 meses. Esta explosión poblacional significa que una proporción crítica de la población es portadora de anticuerpos o virus circulante en un momento dado.

El Riesgo Oculto: Transmisión por Transfusión

La circulación asintomática compromete críticamente la red de suministro de sangre.

Debido a que el virus Oropouche circula sin ser detectado en donantes con apariencia saludable, la evaluación clínica estándar en el banco de sangre es insuficiente. La viremia asintomática introduce directamente el patógeno en el torrente sanguíneo de receptores altamente vulnerables (inmunosuprimidos, embarazadas).



Muestra
AMBD780S:
Título 640

Muestra
AMBD230S:
Título 640

Muestra
AMBD800S:
Título 840

Titulos PRNT50 en Donantes Asintomáticos (Identificación de Alta Carga)

Nota: Títulos de anticuerpos neutralizantes consistentemente altos confirman infecciones robustas y no detectadas en el momento de la donación.

Asegurando la Red: Una Respuesta Sistémica

No podemos esperar a que aparezcan los síntomas en el banco de sangre.

1. Vigilancia Ambiental (One Health):

Monitorizar las poblaciones de Culicoides y alteraciones climáticas en ecosistemas adyacentes para predecir brotes.

2. Cribado Avanzado (Bancos de Sangre):

Implementar protocolos de tamizaje molecular (NAT) durante picos epidemiológicos locales, superando la dependencia exclusiva del cuestionario de síntomas.

3. Protección de Vulnerables:

Establecer protocolos de exclusión temporal o cuarentena de sangre destinada a pacientes inmunosuprimidos y transfusiones intrauterinas/perinatales en zonas endémicas.

Para proteger la sangre a nivel microscópico, debemos vigilar la amenaza a nivel macroscópico.

Evaluación de la exposición a *Leishmania* en donantes de sangre de un área urbana no endémica: Un estudio en São Paulo.

ESTUDIO
2023

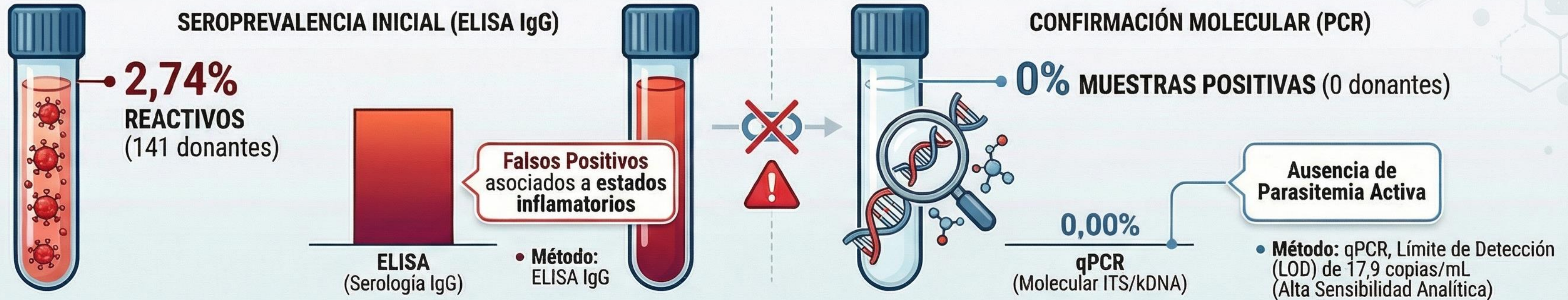


5.145
DONANTES
en São Paulo



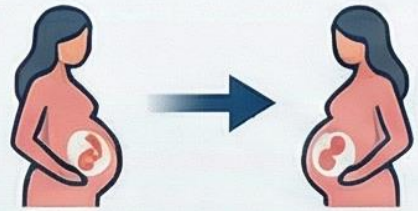
Contexto: La serología genera falsos positivos vinculados a estados inflamatorios, lo que requiere el uso de pruebas moleculares.

RESULTADOS DEL CRIBADO (SEROLOGÍA VS. PCR)



IMPLICACIONES PARA LA SEGURIDAD TRANSFUSIONAL

EL FACTOR CONFUNDENTE DEL EMBARAZO

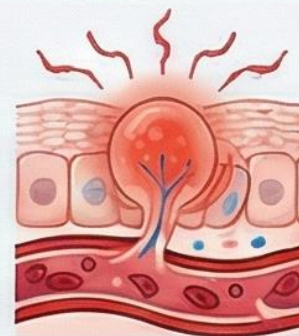


Asociación significativa:
Falsos positivos vinculados a antecedentes de embarazo o aborto

Antecedente Embarazo/Aborto	Donantes ELISA+
Sí (Frecuencia %) 44,30%	0,25%

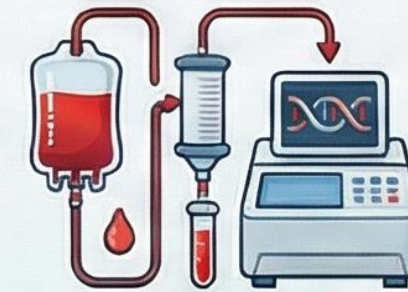
Valor $p < 0.0000001$
(Altamente significativo)

LIMITACIONES DE LA SEROLOGÍA



Estados inflamatorios causan reactividad inespecífica
↓
Provoca diferenciamientos innecesarios de donantes

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN RECOMENDADA

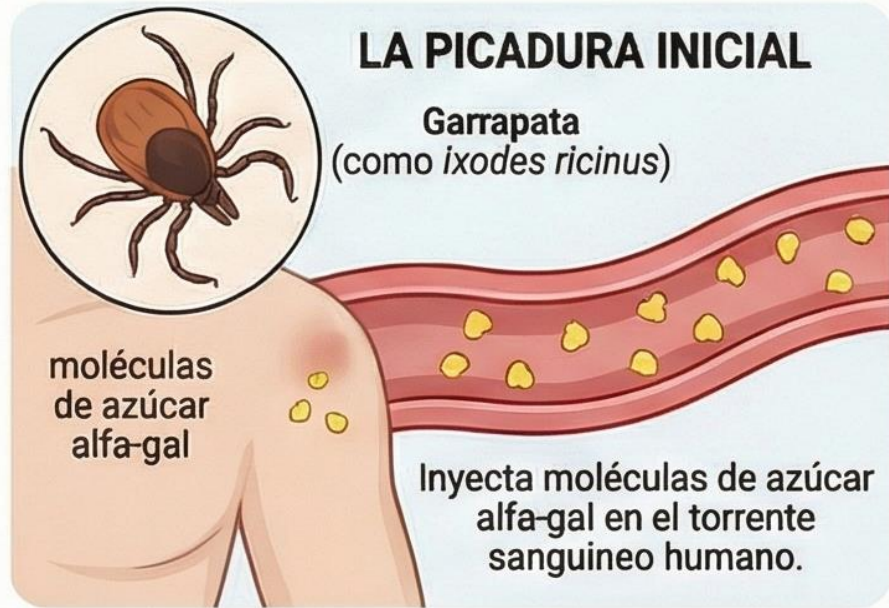


- Implementar leucorreducción universal
- Utilizar métodos moleculares

Garantizar la seguridad de los receptores

Síndrome Alfa-gal y Seguridad Transfusional: El Riesgo Oculto del Grupo B

LA PICADURA INICIAL

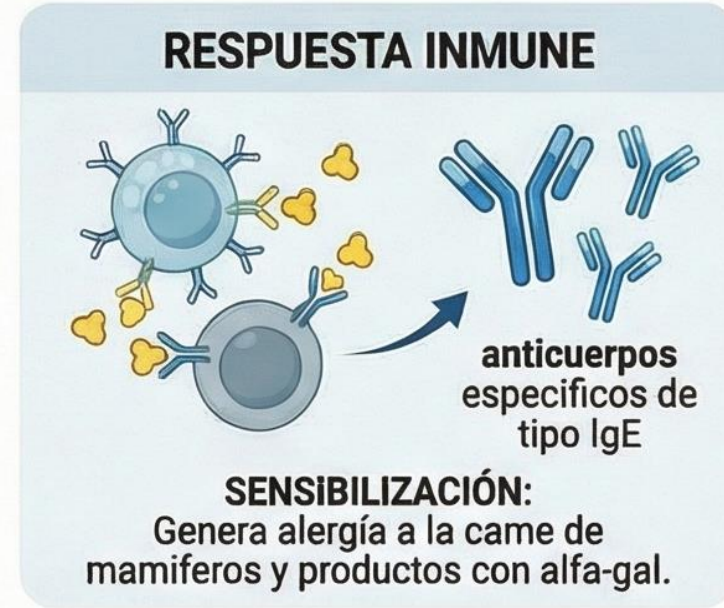


Garrapata
(como *ixodes ricinus*)

moléculas de azúcar alfa-gal

Inyecta moléculas de azúcar alfa-gal en el torrente sanguíneo humano.

RESPUESTA INMUNE



anticuerpos específicos de tipo IgE

SENSIBILIZACIÓN:
Genera alergia a la carne de mamíferos y productos con alfa-gal.

HALLAZGOS DEL ESTUDIO (Vox Sanguinis 2022-2024)

**5.06x**

MAYOR RIESGO EN PLAQUETAS (B/AB)

Los receptores del grupo O tienen un riesgo 5.06 veces mayor de sufrir reacciones alérgicas graves.



Concentrados de Plaquetas (B/AB)

Receptor Grupo O

**2.15x**

MAYOR RIESGO EN PLASMA (B/AB)

La transfusión de plasma B o AB a receptores del grupo O aumenta el riesgo de reacciones alérgicas graves en 2.15 veces.

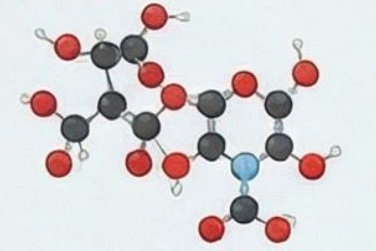


Plasma (B/AB)

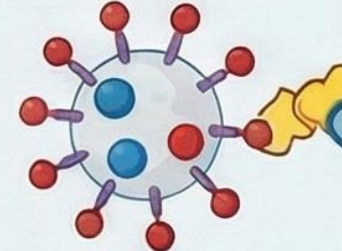
Receptor Grupo O

PERFIL DEL PACIENTE EN RIESGO: Reacciones graves más frecuentes en hombres y pacientes de edad avanzada, coincidiendo con AGS.

MECANISMO DE REACTIVIDAD CRUZADA




Molécula Alfa-gal
(Garrapata/Mamífero)



Antígeno del Grupo Sanguíneo B Humano


SIMILITUD ESTRUCTURAL:
Estructura molecular casi idéntica.

SIMILITUD ESTRUCTURAL:
Estructura molecular casi idéntica.



Anticuerpos IgE anti-alfa-gal del receptor

EL ERROR DE IDENTIFICACIÓN: Los anticuerpos IgE anti-alfa-gal reconocen y atacan por error los antígenos B.



VULNERABILIDAD DEL GRUPO O
Individuos del grupo O (sin antígenos B propios) son los más propensos a tener niveles altos de estos anticuerpos reactivos.

IMPLICACIONES CLÍNICAS Y SEGURIDAD



Plaquetas Grupo O

Plasma Grupo O

RECOMENDACIÓN DE TRANSFUSIÓN: Usar componentes ABO-idénticos (específicamente plaquetas y plasma grupo O) para receptores del grupo O siempre que sea posible.

PROTOCOLO DE REACCIÓN:
Ante una reacción alérgica grave tras transfusión B-incompatible

- Investigar historia de picaduras de garrapatas y realizar pruebas de IgE anti-alfa-gal.

MITIGACIÓN DE RIESGOS: Evitar componentes con antígeno B en pacientes con AGS diagnosticado reduce drásticamente la probabilidad de anafilaxia transfusional.

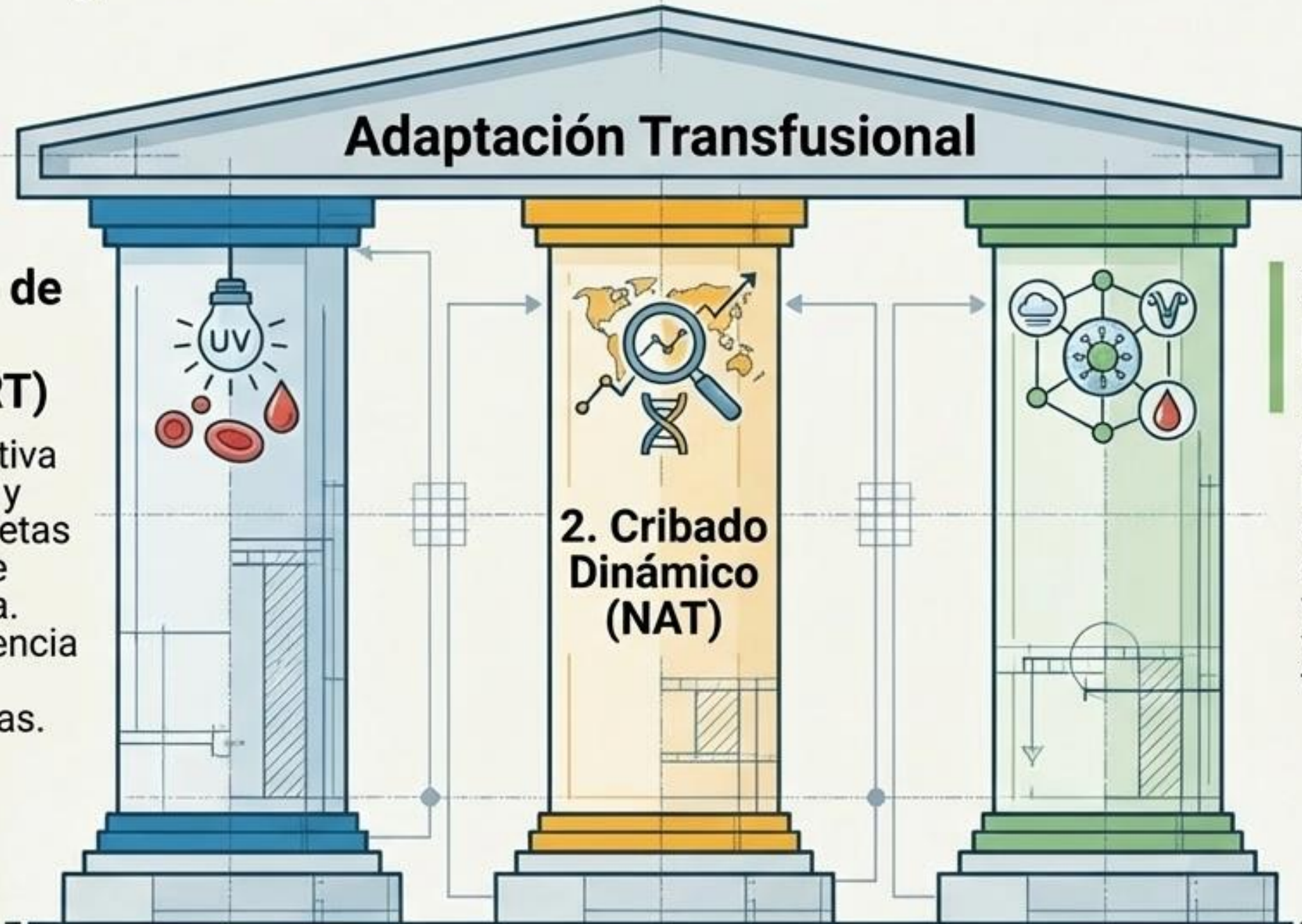
REFERENCIAS

- Mollah F, et al. What is Alpha-Gal Syndrome? JAMA. 2024;331(?)86.
- Malard L, et al. Association between group B major ABO-incompatible platelet or plasma transfusion and severe allergic reactions. Vox Sang. 2026;121:81-6.

Evolución Sistémica: Estrategias de Mitigación y Cribado

1. Tecnologías de Reducción de Patógenos (PRT)

Inactivación proactiva de virus, bacterias y parásitos en plaquetas y plasma mediante luz UV y riboflavina. Reduce la dependencia exclusiva de pruebas específicas.



2. Cribado Dinámico (NAT)

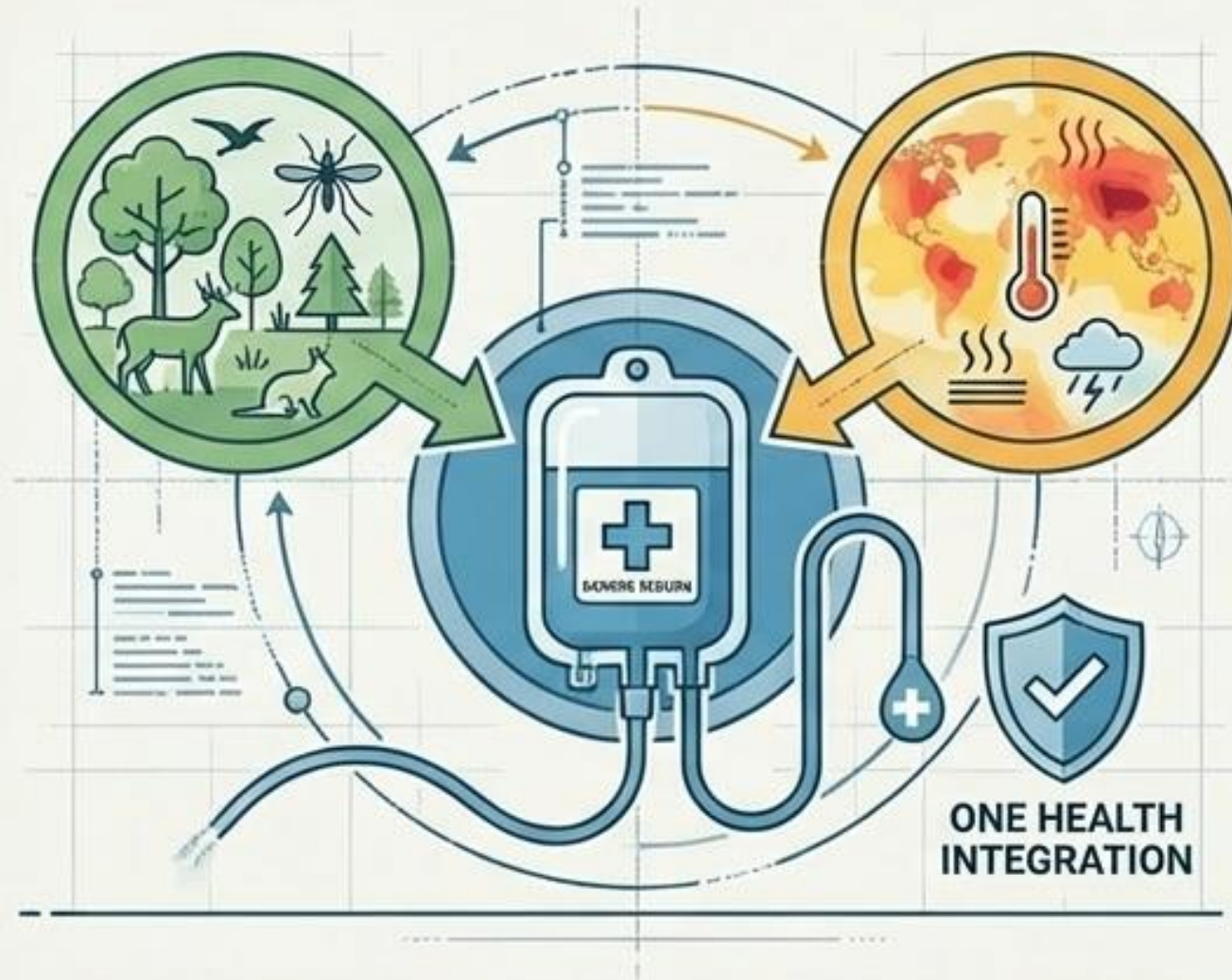
3. Vigilancia Epidemiológica Integrada

Conexión en red de las bases de datos de bancos de sangre con la vigilancia veterinaria, zoológica y meteorológica temprana.

Protegiendo la Sangre a través de Una Sola Salud

1. El Origen Ecológico

Las amenazas al suministro de sangre comienzan en el medio ambiente alterado y en la vida silvestre, mucho antes de que la aguja alcance la vena del donante.



2. La Respuesta Universal

Proteger la viabilidad y seguridad de la sangre humana exige monitorear e intervenir activamente en la salud del planeta y sus especies.

**La medicina transfusional ya no puede operar aislada de la ecología.
La salud de nuestro ecosistema dicta la seguridad de nuestro suministro de sangre.
La colaboración multidisciplinaria es un imperativo de supervivencia.**

Gracias.

¿Preguntas?



**14° CONGRESO COLOMBIANO &
20° CONGRESO IBEROAMERICANO**
**Bancos de Sangre, Medicina
Transfusional y Terapia Celular**



Acobasmet
Asociación Colombiana de Bancos de Sangre y Medicina Transfusional