

Seminario Internacional Pre-REDPEVA

**Integración y Sostenibilidad como Pilares Claves para el Enfrentamiento
de los Accidentes por Animales Venenosos en América Latina y el Caribe**

São Paulo, Brasil | 20 de agosto de 2025

**Un abordaje integral para estimar el subregistro de mordeduras por
serpientes mediante modelos estadísticos: un estudio en Colombia**

20 de Agosto de 2025, 13:30 – 14:00

Carlos Bravo-Vega

*Profesor asistente, Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad de los Andes, Bogotá-
Colombia.*

Agenda

1. Problemática del subregistro: Casos de estudio.
2. Estimación del subregistro.
3. Caso de estudio: Accidente ofídico.
4. Modelos matemáticos para estimar subregistro.
5. Conclusiones y perspectivas

1. Problemática del subregistro



1. Evidencia de subregistro en salud pública

Home » American Journal of Public Health (AJPH) » November 1992

The completeness of AIDS case reporting, 1988: a multisite collaborative surveillance project.

L Rosenblum, J W Buehler, M W Morgan, S Costa, J Hidalgo, R Holmes, L Lieb, A Shields, and B M Whyte [show fewer authors](#)

Published Online: October 07, 2011

Metodología:

Búsqueda de datos secundarios (Diagnósticos hospitalares) y comparación con datos reportados.

Resultados:

Subregistro → 4% - 11%

1. Evidencia de subregistro en salud pública

European Journal of Epidemiology (2006) 21: 313–321.
DOI 10.1007/s10654-006-0106-z

© Springer 2006

INFECTIOUS DISEASES

Underreporting of meningococcal disease incidence in the Netherlands: Results from a capture–recapture analysis based on three registration sources with correction for false positive diagnoses

Sabine C. de Greeff¹, Lodewijk Spanjaard², Jacob Dankert², Christian J.P.A. Hoebe³, Nico Nagelkerke⁴ & Hester E. de Melker¹

Metodología:

Captura/recaptura (Traslape de casos en distintas bases de datos).
Reportes obligatorios, vigilancia en laboratorio y registros clínicos.

Resultados:

Subregistro → 48%, 30% y 38% en cada base de datos respectivamente

1. Evidencia de subregistro en salud pública



AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY
Copyright © 2002 by the Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health
All rights reserved.

Vol. 155, No. 9
September 2002

PRACTICE OF EPIDEMIOLOGY

Completeness of Notifiable Infectious Disease Reporting in the United States: An Analytical Literature Review

Timothy J. Doyle, M. Kathleen Glynn, and Samuel L. Groseclose

Metodología:

Revisión bibliográfica.

2 métodos usados: Comparación y captura recaptura.

Resultados:

Subregistro → 1 % – 91 % según la enfermedad.

2. Estimación del subregistro

Research article | [Open access](#) | Published: 11 February 2014

Measuring underreporting and under-ascertainment in infectious disease datasets: a comparison of methods

[Cheryl L Gibbons](#) , [Marie-Josée J Mangen](#), [Dietrich Plass](#), [Arie H Havelaar](#), [Russell John Brooke](#), [Piotr Kramarz](#), [Karen L Peterson](#), [Anke L Stuurman](#), [Alessandro Cassini](#), [Eric M Fèvre](#) & [Mirjam EE Kretzschmar](#)

[BMC Public Health](#) **14**, Article number: 147 (2014) | [Cite this article](#)

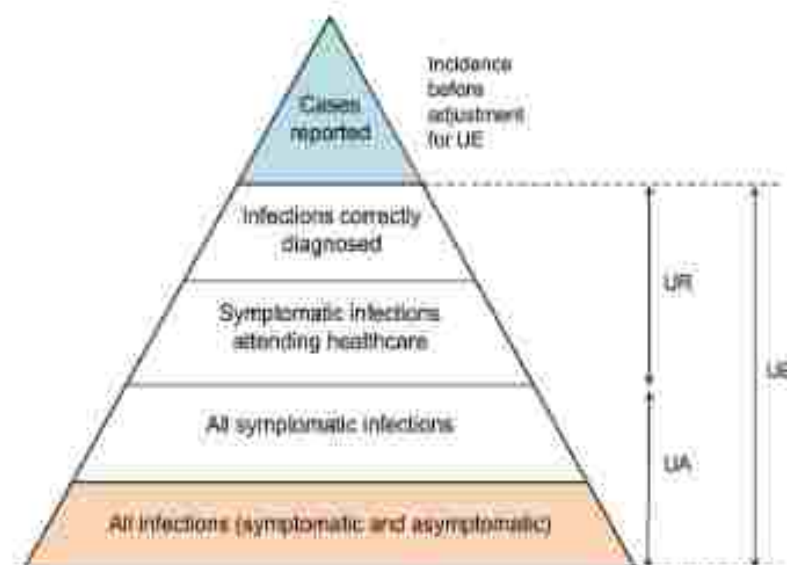
2. Estimación del subregistro

UE: Underestimation (Subestimación).
Viene dado por los dos siguientes fenómenos.

UR: Underreporting (Subregistro).
Casos detectados no reportados al sistema de vigilancia.

UA: Under-ascertainment (Subdetección).
Casos que nunca llegan al sistema de vigilancia.

A)

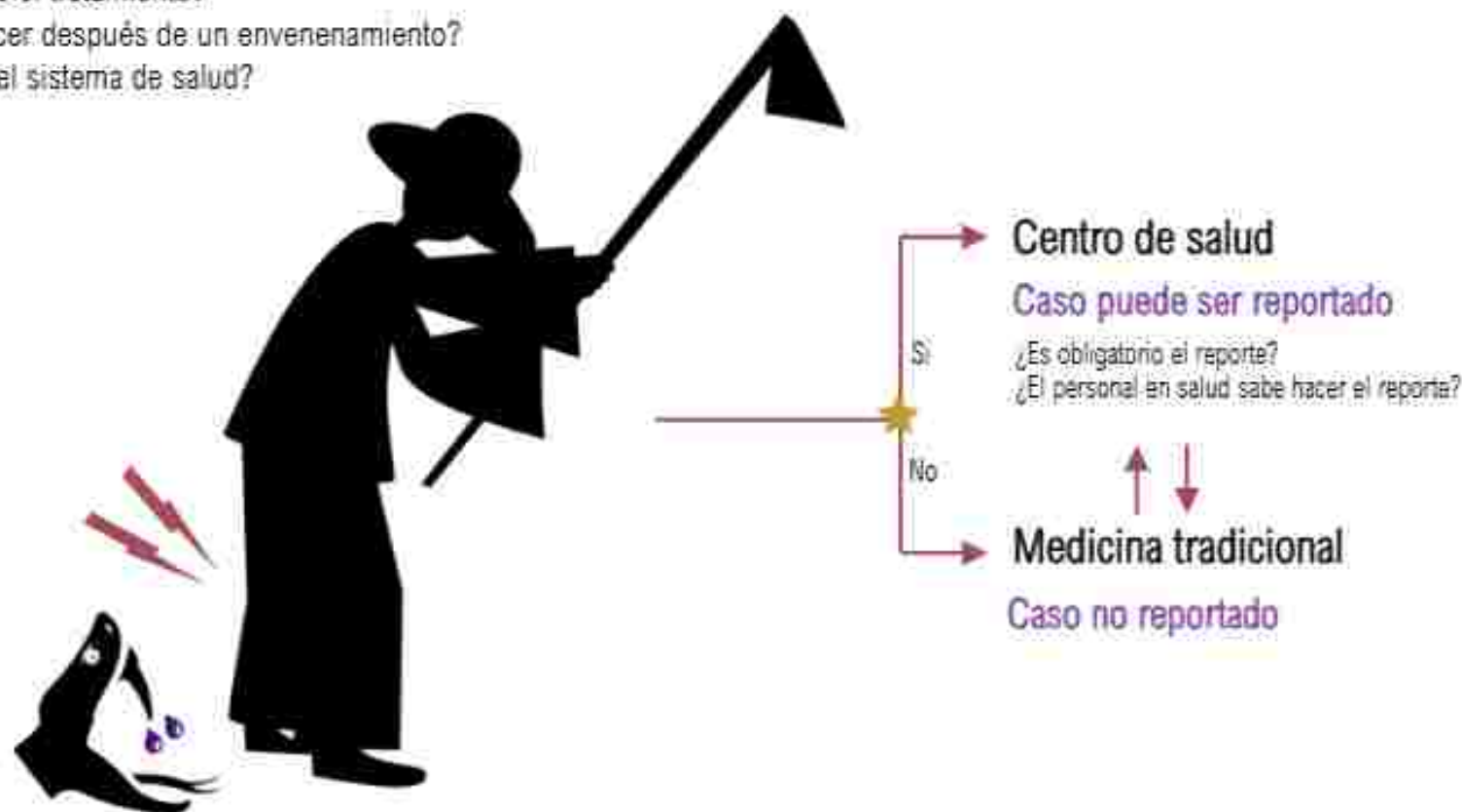


2. Estimación del subregistro

			
	Encuestas comunitarias (Gold standard)	Captura-recaptura	Modelamiento matemático
Descripción	1. Definir tamaño de muestra 2. Encuestas para capturar casos en período de tiempo.	1. Búsqueda de dos o mas fuentes de datos independientes. 2. Análisis estadísticos.	1. Creación de modelos estadísticos o matemáticos. 2. Ajuste de los modelos.
Datos de entrada	• Hogares elegidos al azar. • Cuestionarios aprobados por comités de ética. • Personal capacitado.	• Dos o mas bases de datos independientes. • Variables para hacer referencias cruzadas de casos.	• Datos de incidencia reportada. • Variables explicativas. • Personal capacitado en modelamiento.
Limitaciones	• Altos costos. • Sesgo de memoria.	• Requiere mas de una fuente.	• Supuestos fuertes. • Estimativos.

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

- ★ ¿Se si existe el tratamiento?
- ★ ¿Se que hacer después de un envenenamiento?
- ★ ¿Confío en el sistema de salud?



3. Caso de estudio: Accidente ofídico

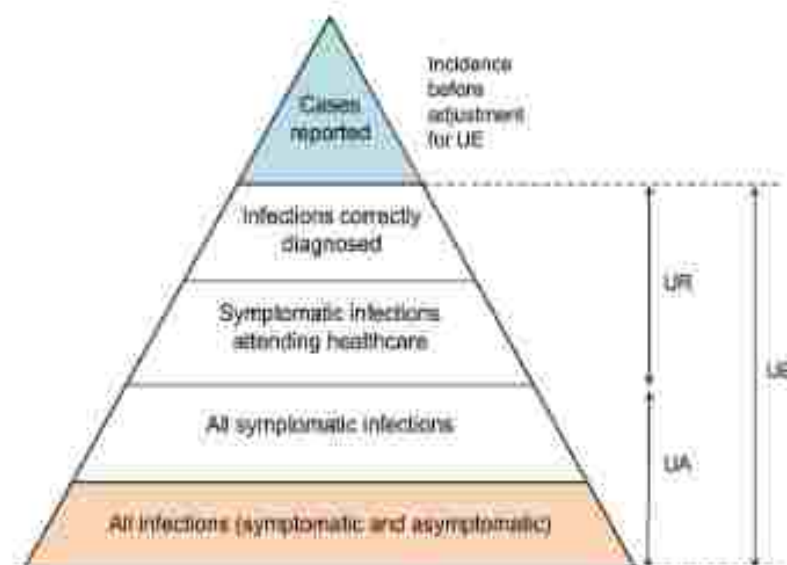
UE: Underestimation (Subestimación).

Al ser una enfermedad tropical desatendida (ETS) tiene este problema.

Históricamente, el subregistro (**UR**) ha sido tratado como

UE: Esta compuesto por casos que no llegan a centros médicos (**UA**), y casos que llegan a centros médicos pero no se notifican debidamente (**UR**).

A)



3. Caso de estudio: Accidente ofídico

The Global Burden of Snakebite: A Literature Analysis and Modelling Based on Regional Estimates of Envenoming and Deaths

Ananthan Kesturindne, A. Rajitha Wickremasekhe, Niamh de Silva, N. Kishin Gunawardena, Arunasalam Paltheswaran, Harjan Premaratna, Lorenzo Savelli, David G. Lalloo, H. Janaka de Silva 

Published: November 4, 2009 • <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050218>

Estimación global a partir de revisión de literatura y bases de datos regionales.

Habla de subregistro por pocos datos disponibles, y subestimación por personas no atendiendo a centros médicos.

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

ORIGINAL ARTICLE

Epidemiological Profile of Snake Bite in South 24 Parganas District of West Bengal with Focus on Underreporting of Snake Bite Deaths

Majumder, Dayalbandhu¹; Sinha, Abhijit²; Bhattacharya, Sallu Kumar²; Ram, Rama³; Dasgupta, Urmila³; Ram, A.³

[Author information](#)

Indian Journal of Public Health 58(1):p 17-21, Jan-Mar 2014; | DOI: 10.4103/0019-557X.128158

Estimación subregistro (Definido como casos no atendidos ni reportados por centros médicos, **UE**) a partir de encuestas comunitarias (~1,9 millones de encuestas a personas).

Subestimación: 92,77% de casos no reportados (**UE**), 77,81% de casos no atendidos en centros médicos (**UA**).

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

> [Toxicon](#), 2022 Nov;219:106932. doi: 10.1016/j.toxicon.2022.106932. Epub 2022 Sep 28.

Snakebite incidence in rural sub-Saharan Africa might be severely underestimated

Harith Farooq¹, Claudio Bero², Yolanda Guilengue², Clementina Elias², Yasalde Massingue², Ivo Mucopote², Cristóvão Nanxonamuquitso², Johan Marais³, Søren Faurby⁴,
Alexandre Antonelli³

Estimación subregistro (Definido como casos no atendidos ni reportados por centros médicos, **UE**) a partir de encuestas comunitarias (~1000 encuestas a hogares).

Subestimación: 85% de casos no reportados (**UE**), 93% de muertes no reportadas (**UE**).

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

Underestimation of snakebite mortality by hospital statistics in the Monaragala District of Sri Lanka

[Get access >](#)

S. Fox, A.C. Rathuwithana, A. Kasturiratne, D.G. Laloo, H.J. de Silva 

Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, Volume 100, Issue 7, July 2006, Pages 693–695, <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2005.09.003>

Estimación subestimación y subregistro en **muertes** (definidos igual) a partir de captura recaptura (Hospitales y certificados defunción **UR**).

62,5% de subregistro en las muertes según datos de hospitales.

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

Normalmente no podemos obtener mas de una fuente de datos (estimación subregistro **UR**).

Se pueden hacer estudios comunitarios (Gold standard estimación subestimación **UE**), pero requieren inversión de tiempo y recursos.

3. Caso de estudio: Accidente ofídico

Normalmente no podemos obtener mas de una fuente de datos (estimación subregistro **UR**).

Se pueden hacer estudios comunitarios (Gold estándar estimación subestimación **UE**), pero requieren inversión de tiempo y recursos.

¿Cómo podemos hacer un primer estimativo rápido y económico de los casos totales que no se registran **UE**?

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



Modelos matemáticos epidemiológicos (Enfermedades infecciosas):
Los casos se dan por contactos entre personas **susceptibles** e **infectados** (**susceptibles** x **infectados**).



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



Modelos matemáticos epidemiológicos (Enfermedades infecciosas):
Los casos se dan por contactos entre personas **susceptibles** e **infectados** (**susceptibles** x **infectados**).



¿Podemos aplicar esta teoría a las mordeduras por serpientes venenosas?

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



Modelos matemáticos epidemiológicos (Mordeduras por serpientes):
Los casos se podrían dar por contactos entre personas **susceptibles** y serpientes venenosas (**susceptibles** x serpientes venenosas).

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



Estimating snakebite incidence from mathematical models: A test in Costa Rica

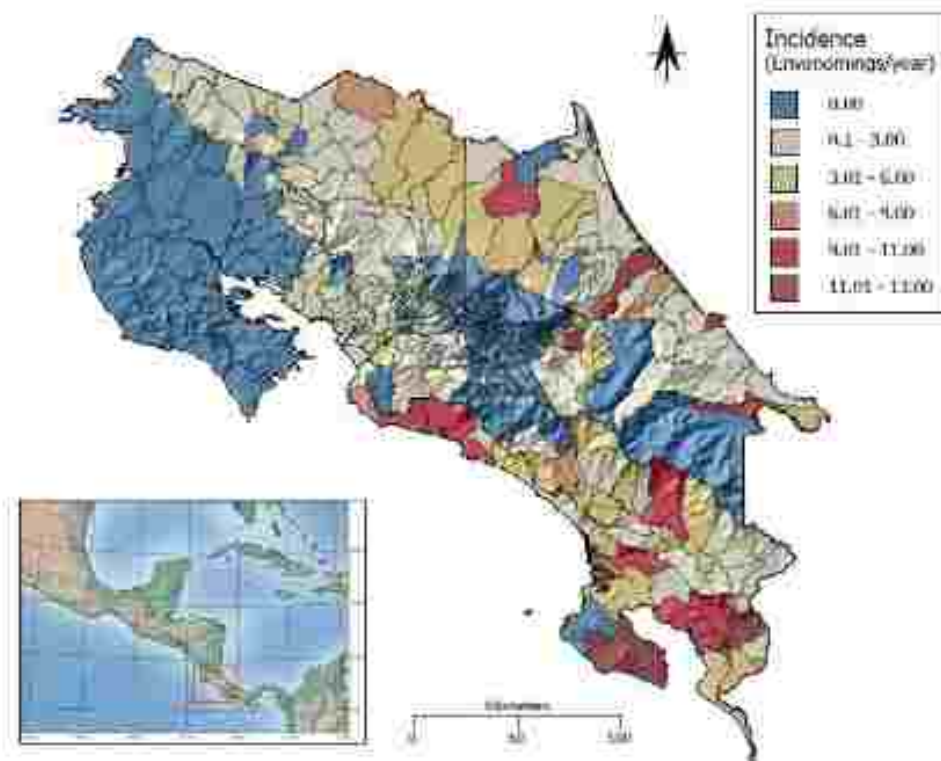
Carlos A. Bravo-Vega , Juan M. Cordovez, Camila Recinto-Juárez, Mauricio Santos-Vega, Mahmood Siss



¿Podemos aplicar modelos matemáticos epidemiológicos basados en enfermedades infecciosas a las mordeduras por serpientes venenosas?



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

¿Qué variables necesitamos para aplicar estos modelos?

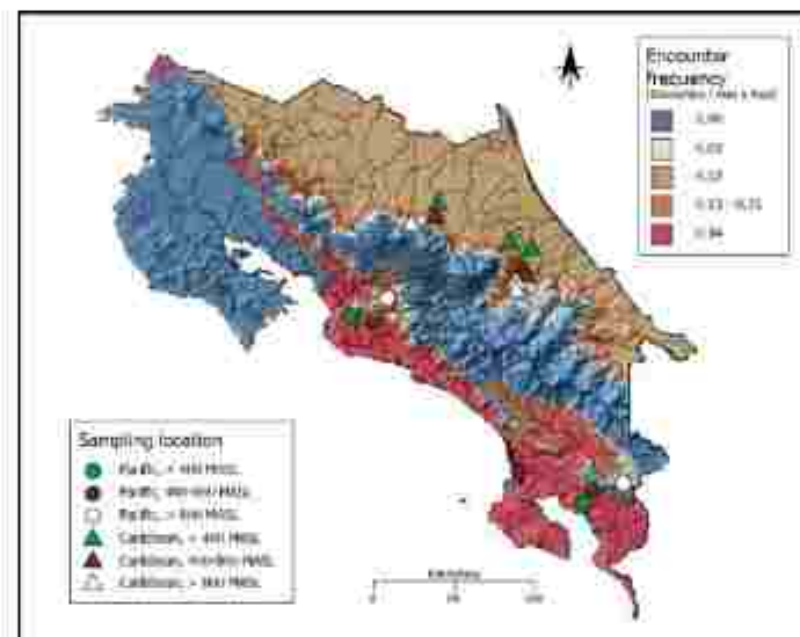
1. Población personas (Censos)
2. Abundancia serpientes venenosas (?)

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

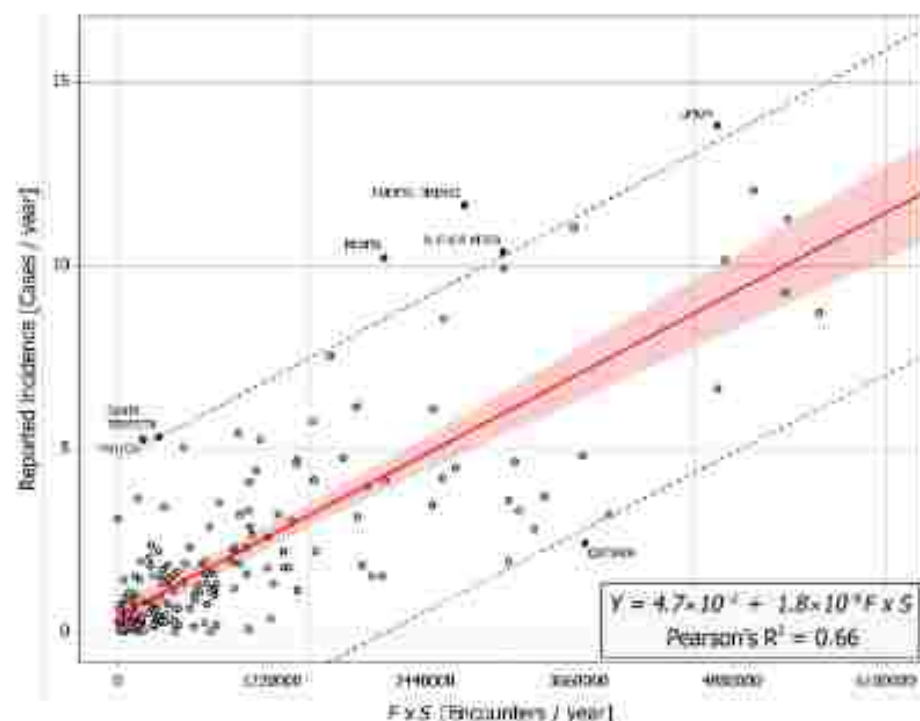
Abundancia serpientes venenosas (?)

Modelos de nicho ecológico (Presencia/Ausencia)

Extrapolación de censos de serpientes venenosas restringidos por esfuerzo de muestreo.



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



¡Los modelos epidemiológicos sirven para estimar los casos reportados!

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

¿Cómo estimamos los casos totales en un lugar donde hay registros de casos, pero no son completos?

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



A generalized framework for estimating snakebite underreporting using statistical models: A study in Colombia

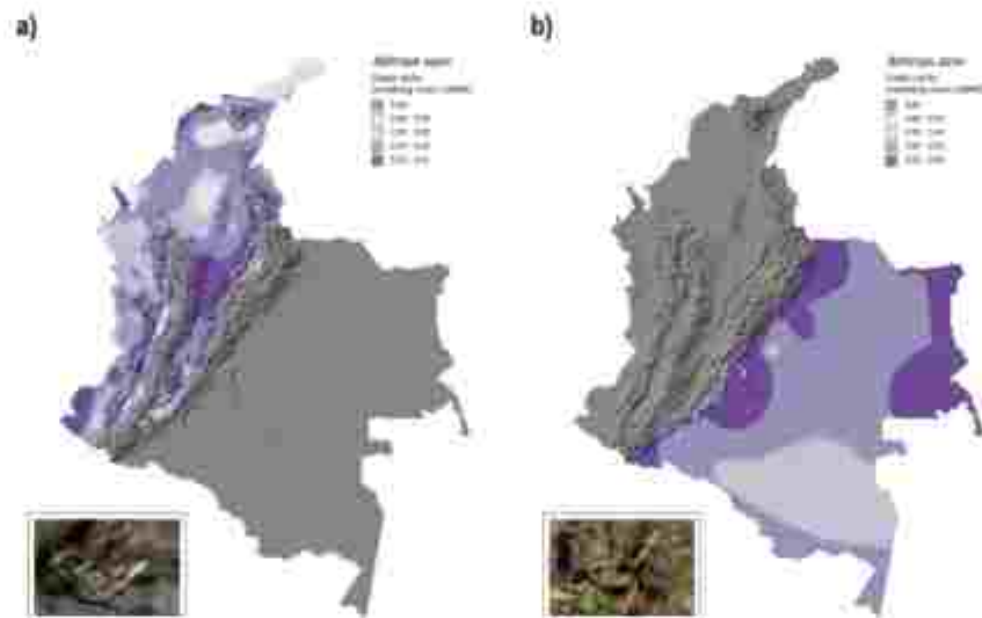
Carlos Bravo-Vega , Camila Ronjillo-Ibañez , Mauricio Santos-Vega , Leonardo José León Nuñez, Teddy Angarita-Sierra, Juan Manuel Córdova

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

1. Abundancia serpientes venenosas

La estimamos a partir de idoneidad de hábitat con modelos de nicho ecológico.

Datos de entrada: Variables bioclimáticas (Servidores online), Registros de presencia de serpientes (Museos de historia natural)



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

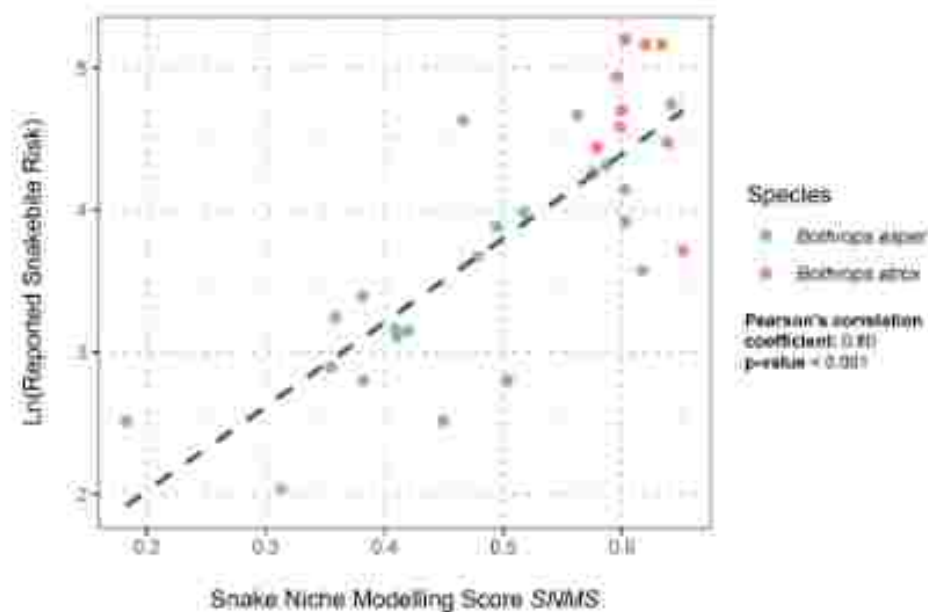
2. Población humana

Censos a escala de división política de interés.

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

3. Casos totales

Estimados a partir la abundancia de serpientes y la población humana.



4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

3. Casos totales

Estimados a partir la abundancia de serpientes y la población humana.

Pero...

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

Datos para ajustar el modelo: Casos subestimados.

Casos reportados (Datos) ~ Proporción de casos registrados x Casos totales

Casos totales ~ Abundancia serpientes venenosas x Población humana

Subestimación = $1 - \text{Proporción de casos registrados}$

¿Cómo definimos la relación que nos permite cuantificar la proporción de casos registrados?

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

Proporción de casos registrados ~ Acceso a centros de salud + Indicador pobreza

¡De esta manera, podemos completar el modelo estadístico jerárquico y poder estimar el subregistro!

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

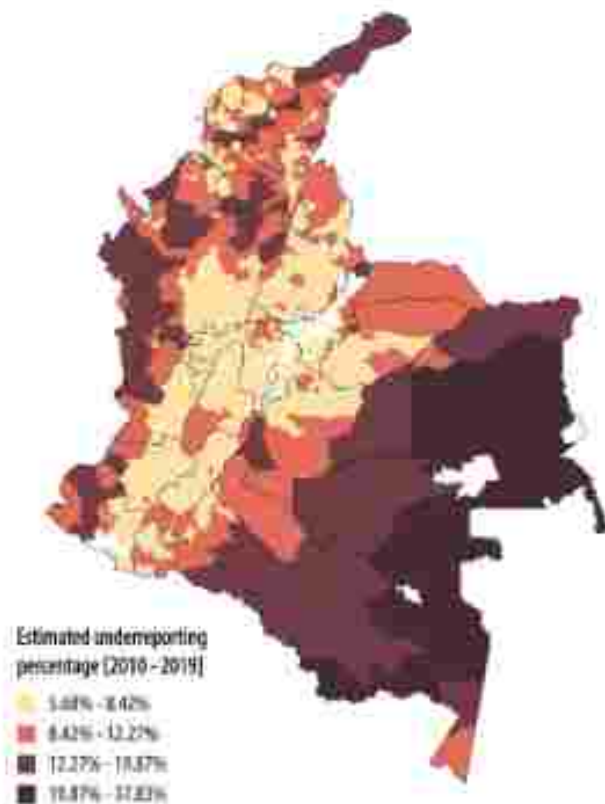
¡De esta manera, podemos completar el modelo estadístico jerárquico y poder estimar el subregistro!

Casos reportados (Datos) $\sim$ Poisson (λ = Proporción de casos registrados x Casos totales)

$\ln(\text{Casos totales}) = a + b \times (\text{Abundancia serpientes venenosas} \times \text{Población humana})$

$\text{Logit}(\text{Proporción de casos registrados}) = c + (d \times \text{Tiempo de viaje a centro de salud}) + (e \times \text{NBI})$

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro



Subestimación: 10,19 % (532,6 casos).

Subestimación mas grande en la región llanero-amazónica, costa pacífica y caribe.

Carmen de Apicalá: 6,7 % subestimación (10 % según 140 encuestas)

¿Qué pasará con la mortalidad?

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

Datos necesarios para estimar subestimación

1. Coberturas bioclimáticas (Disponibles online).
2. Registros serpientes venenosas (Museos historia natural o GBIF, Disponibles online).
3. Datos de censos poblacionales (Disponibles online).
4. Datos georreferenciados de hospitales que atiendan casos de mordeduras.
5. Imágenes satelitales de cobertura de suelo (Disponibles online).
6. Indicativos de pobreza y acceso a educación
7. Datos de vigilancia no completos.

Modelo distribución especies serpientes
importancia médica

↓
Calculo de riesgo

↓
Calculo de tiempo de viaje a centro médico mas
cercano

↓
Calculo de estimativo acceso a educación y
condición vivienda

↓
Ajuste del modelo matemático

4. Modelos matemáticos para estimar subregistro

Datos necesarios para estimar subestimación

1. Coberturas bioclimáticas (Disponibles online).
2. Registros serpientes venenosas (Museos historia natural o GBIF, Disponibles online).
3. Datos de censos poblacionales (Disponibles online).
4. Datos georreferenciados de hospitales que atiendan casos de mordeduras.
5. Imágenes satelitales de cobertura de suelo (Disponibles online).
6. Indicativos de pobreza y acceso a educación
7. Datos de vigilancia no completos.

Modelo distribución especies serpientes
importancia médica

↓
Calculo de riesgo

↓
Calculo de tiempo de viaje a centro médico mas cercano

↓
Calculo de estimativo acceso a educación y condición vivienda

↓
Ajuste del modelo matemático

5. Conclusiones y perspectivas

1. Es necesario tener un set incompleto de datos de vigilancia.
2. Los datos necesarios en su mayoría están disponibles en plataformas online de acceso libre.
3. Probar el desempeño del modelo con gold standard (Estudios basados en encuestas en comunidades).
4. Desarrollar herramientas para cuantificar la subestimación de muertes (Carga de la enfermedad).
5. Herramienta capaz de dar un estimativo rápido que puede colaborar a la planeación y toma de decisiones.

Seminario Internacional Pre-REDPEVA

Integración y Sostenibilidad como Pilares Claves para el Enfrentamiento
de los Accidentes por Animales Venenosos en América Latina y el Caribe

São Paulo, Brasil | 20 de agosto de 2025

GRACIAS