

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Proyecto **cultural y colectivo** de nación

Red de movilización de bovinos y riesgo de propagación de Fiebre Aftosa en Colombia

Laboratorio de Analítica de Datos

Francisco Albeiro Gómez Jaramillo Ing., PhD
Fausto Camilo Moreno Vásquez Z., PhD

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Facultad de Ciencias

Departamento de Producción animal
Departamento de Matemáticas
Sede Bogotá

Jimmy Jolman Vargas Duarte MV., PhD
Carlos Manrique Perdomo Z., PhD
Jorge Mauricio Ruiz Vera Mat., PhD
Carlos Arturo González Casteñada MV., PhD
Maria Camila Moreales Pulido B., est MSc

Jorge Luis Zambrano Varon MV., PhD
Juan Carlos Galvis Arrieta Mat., PhD
Carlos Alberto Martínez Niño Z., PhD
Jeisson Andrés Prieto Velandia Ing., est MSc
Lina Fernanda Prado Gamba est Mat.



HISTÓRICO
MONITOREO
PRONÓSTICO

2 momentos de interés:

- **Antes** de un brote
- **Después** de un brote

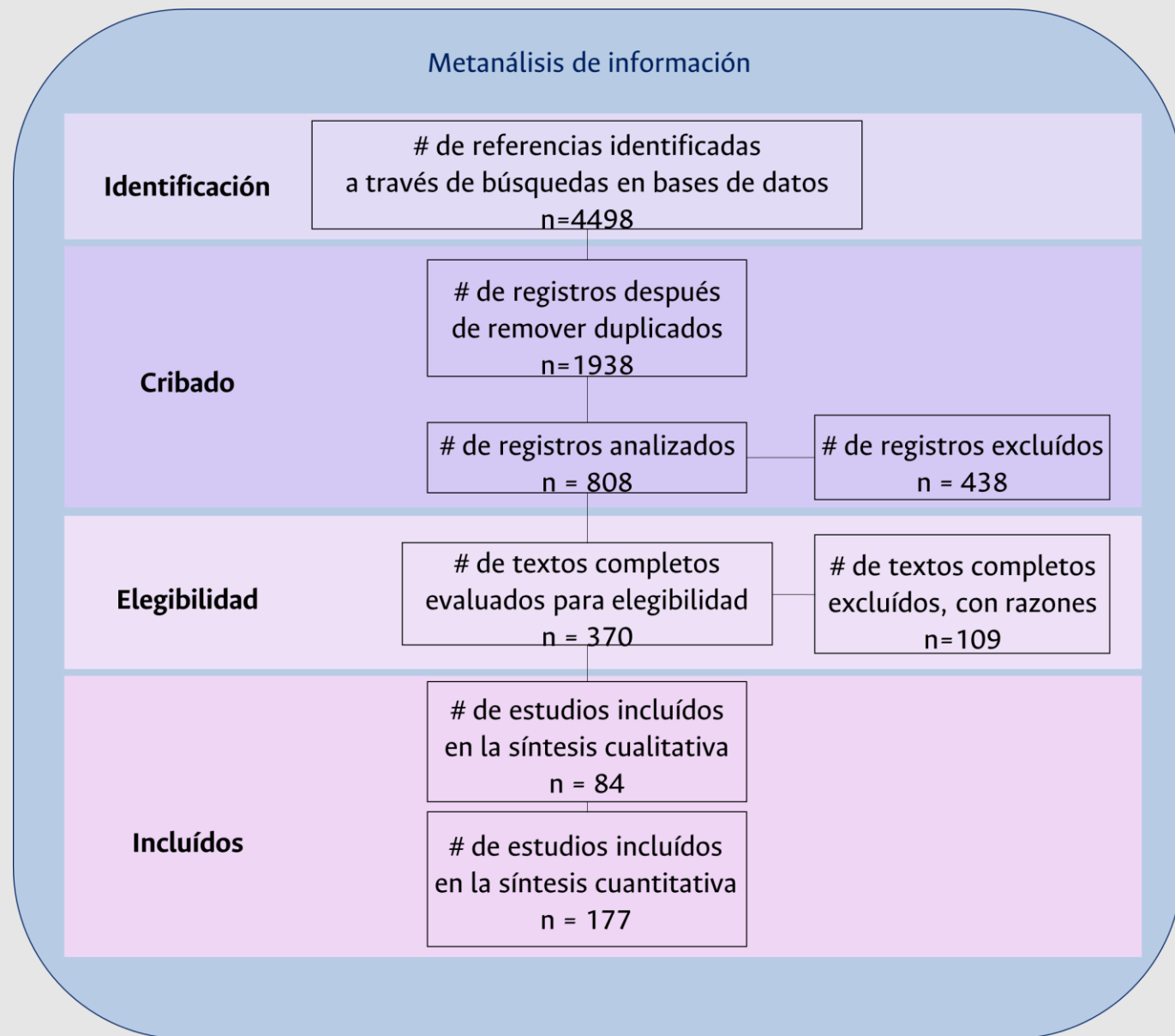
2 abordajes

¿Cuál es el interés del país?

Fuente: Adaptado de UPRA, 2019 (SIGRA-UPRA)

¿Vulnerabilidad Riesgo?

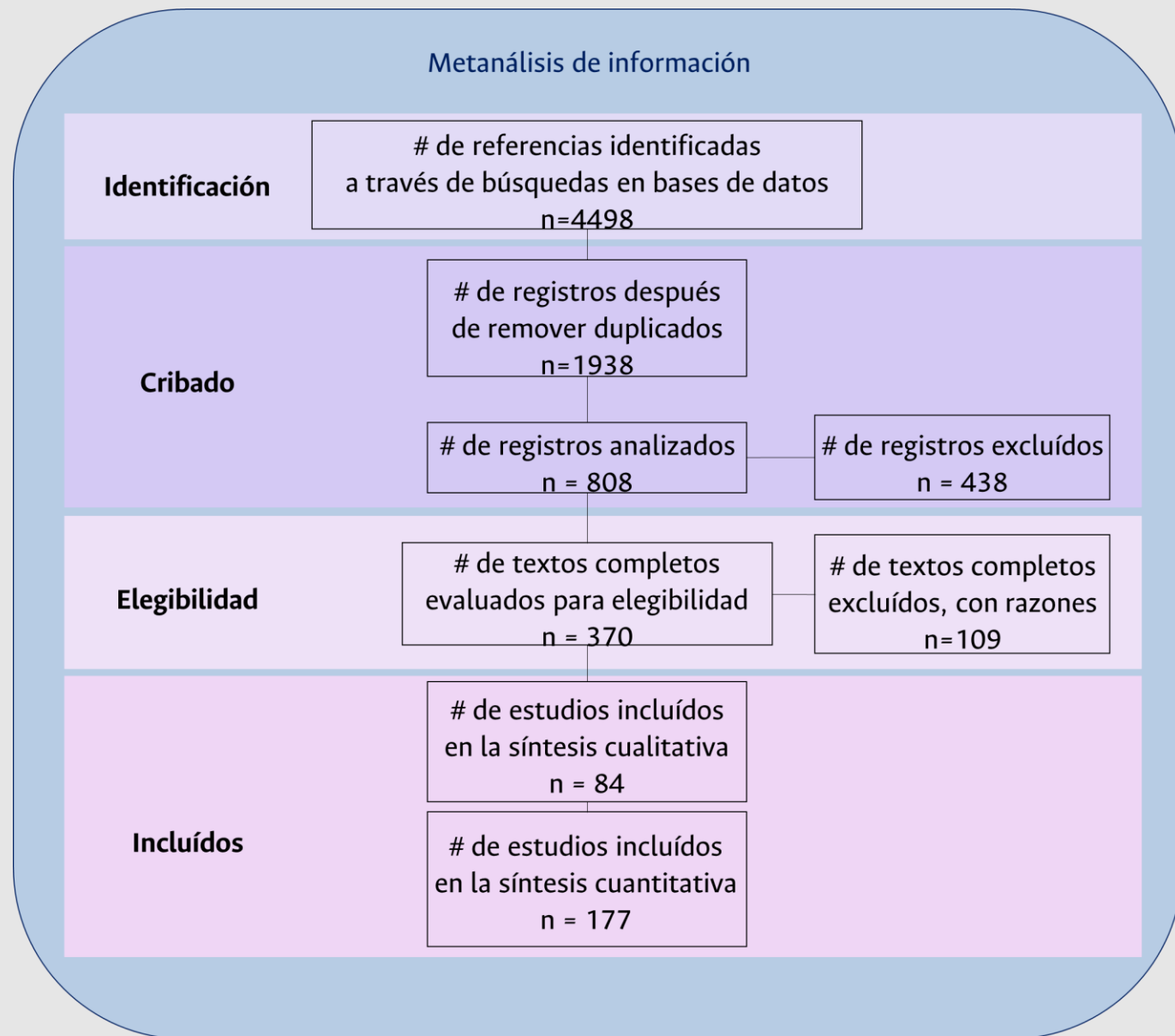
Conjunto de **medidas cuantificables** para la **vulnerabilidad** y el **riesgo**, las cuales depende de los factores de riesgo



¿Vulnerabilidad Riesgo?

Conjunto de medidas cuantificables para la vulnerabilidad y el riesgo, las cuales depende de los factores de riesgo, los cuales se asocian a las siguientes categorías:

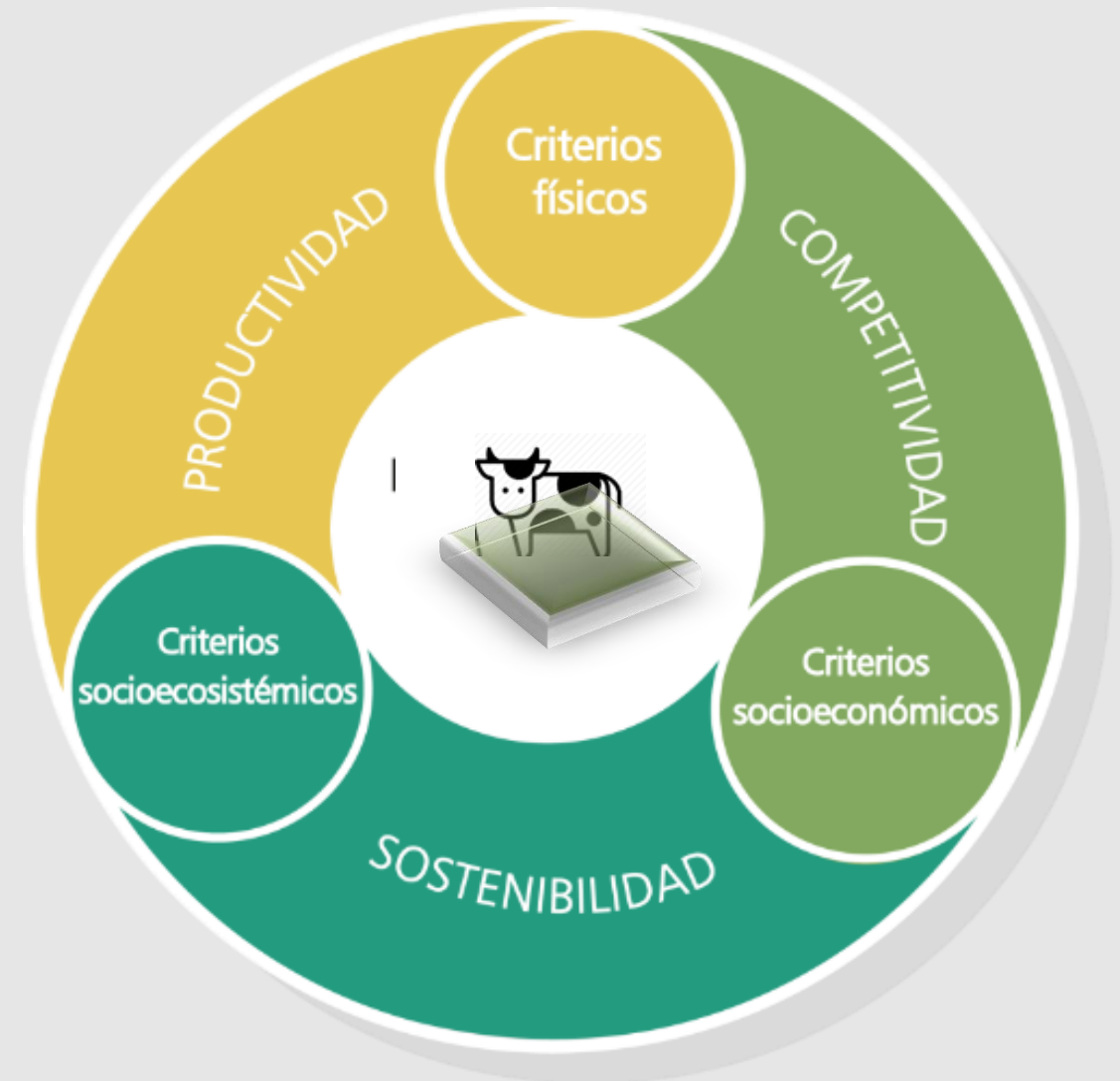
- Hato bovino
- **Movilización**
- Espacio biofísico
- Entorno biofísico – ambiental
- Proceso productivo
- Aspectos sanitarios



¿Vulnerabilidad Riesgo?

Conjunto de medidas cuantificables para la vulnerabilidad y el riesgo, las cuales depende de los factores de riesgo, los cuales se asocian a las siguientes categorías:

- Hato bovino
- **Movilización**
- Espacio biofísico
- Entorno biofísico –ambiental
- Proceso productivo
- Aspectos sanitarios



Fuente: Adaptado de UPRA, 2019

¿Vulnerabilidad Riesgo?

Conjunto de medidas cuantificables para la vulnerabilidad y el riesgo, las cuales depende de los factores de riesgo, los cuales se asocian a las siguientes categorías:

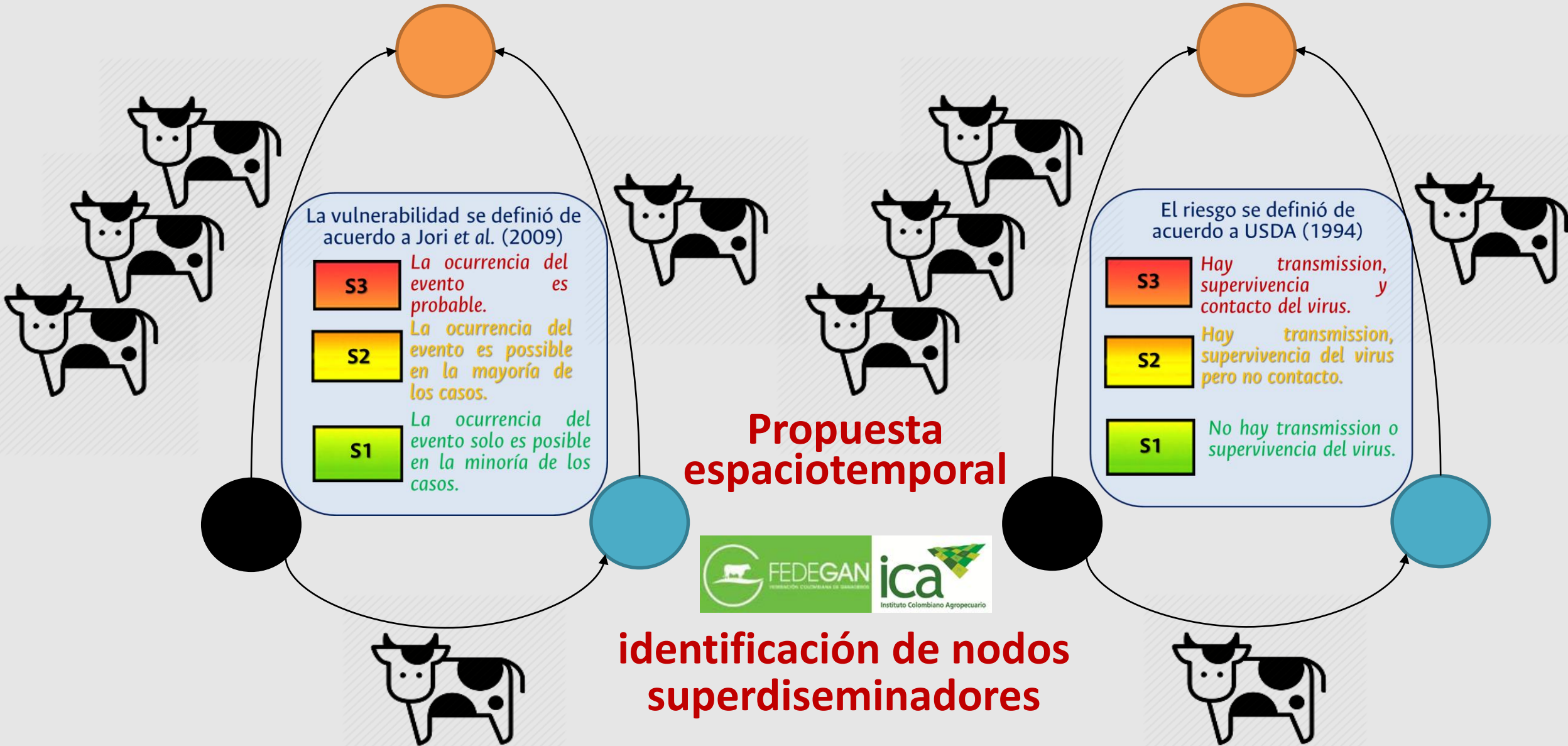
- Hato bovino
- **Movilización**
- Espacio biofísico
- Entorno biofísico –ambiental
- Proceso productivo
- Aspectos sanitarios

- Priorización de zonas de acuerdo con su vulnerabilidad/riesgo en cuanto a movilización.

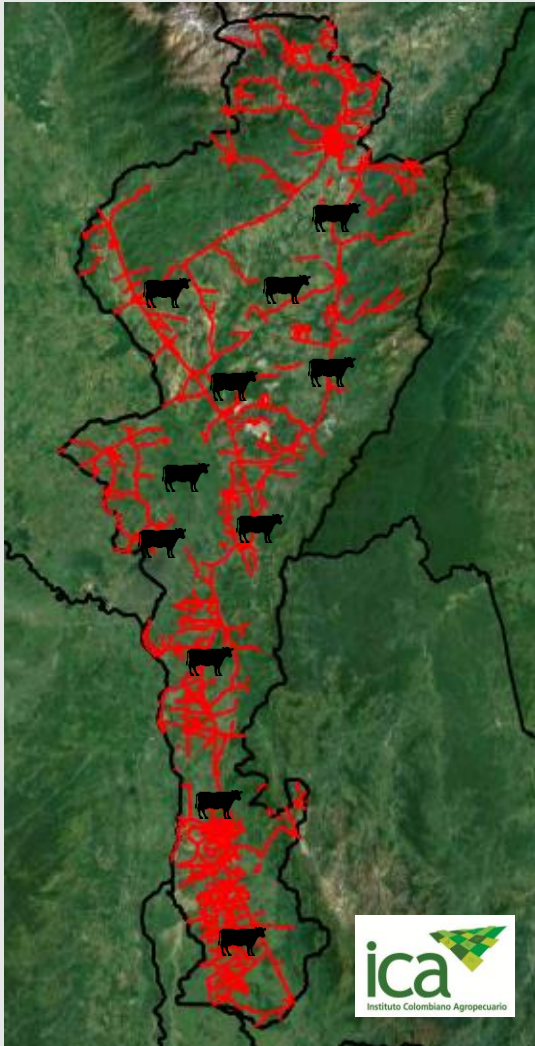
The collage features several scientific publications:

- Periódico Digital**: Fiebre aftosa, más que un problema de salud animal. Published online 28 April 2006.
- J. R. Soc. Interface** (2006) 3, 669–677. doi:10.1098/rsif.2006.0129. Published online 28 April 2006. Title: The network of sheep movements within Great Britain: network properties and their implications for infectious disease spread. Authors: Istvan Z. Kiss*, Darren M. Green and Rowland R. Kao.
- Proceedings of the Royal Society B** (2006) 273, 1999–2007. doi:10.1098/rspb.2006.3505. Published online 16 May 2006. Title: Demographic structure and pathogen dynamics on the network of livestock movements in Great Britain. Authors: R. R. Kao^{1,*}, L. Danon², D. M. Green¹ and I. Z. Kiss¹.
- University of Minnesota Center for Animal Health and Food Safety**: Risk Assessment for the Transmission of Foot and Mouth Disease via Movement of Swine and Cattle Carcasses from FMD-infected Premises to a Disposal Site. February 2014.
- Journal of Epidemiology and Global Health**: Risk factors for infection with Foot-and-Mouth Disease virus in a cattle population vaccinated with a non-purified vaccine in Iran. Authors: J. Emami^a, N. Rasouli^b, M. McLaws^c, C.J.M. Bartels^{d,e}.

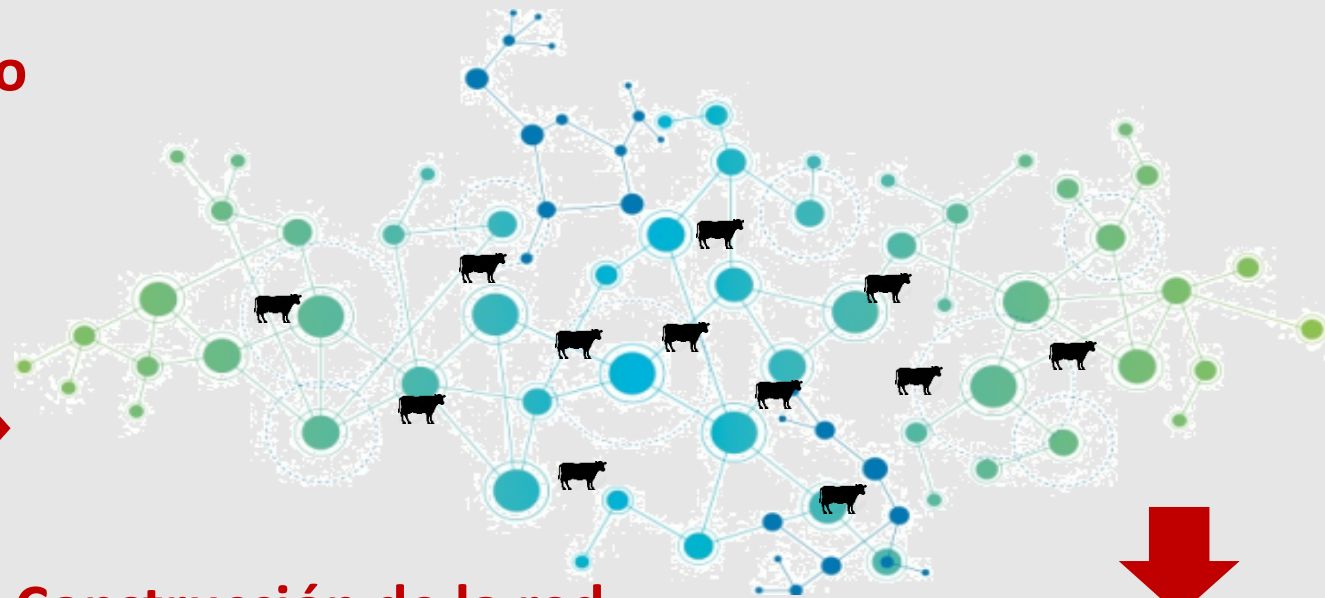
- Los ejercicios efectuados a nivel mundial apuestan a la priorización de zonas en **formas** y **maneras** diferentes, lo que hace tener a los tomadores de decisiones diferentes “rankings” que soportan el diseño de políticas.



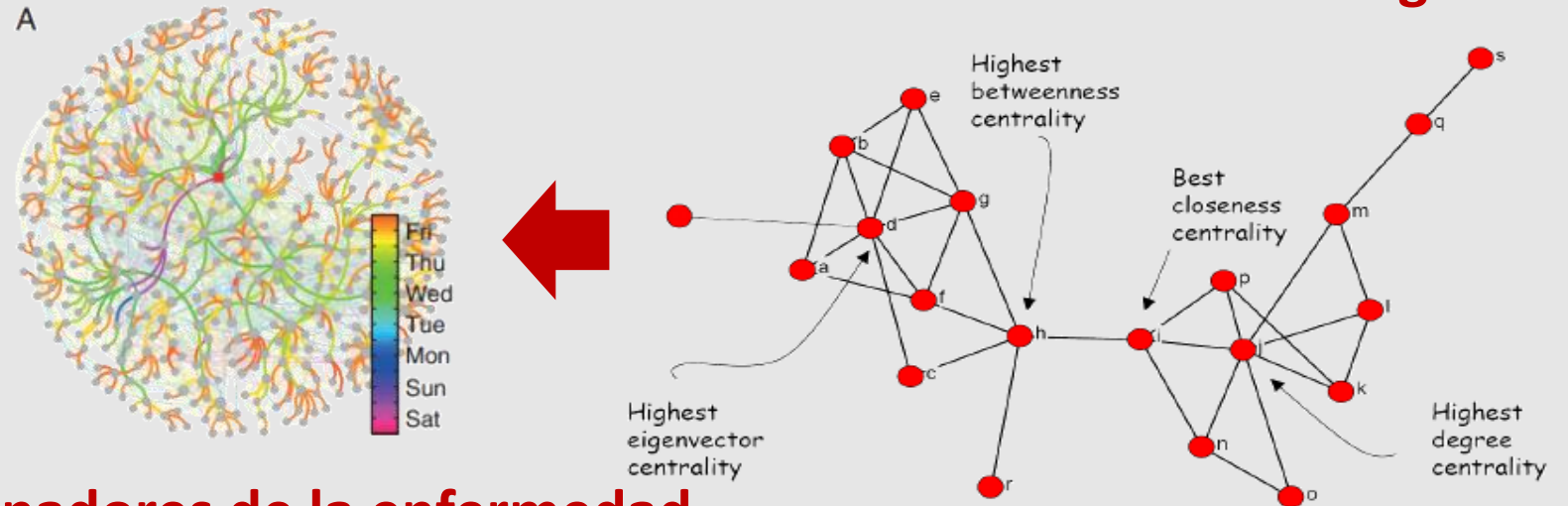
1. Movimientos de ganado bovino



2. Construcción de la red

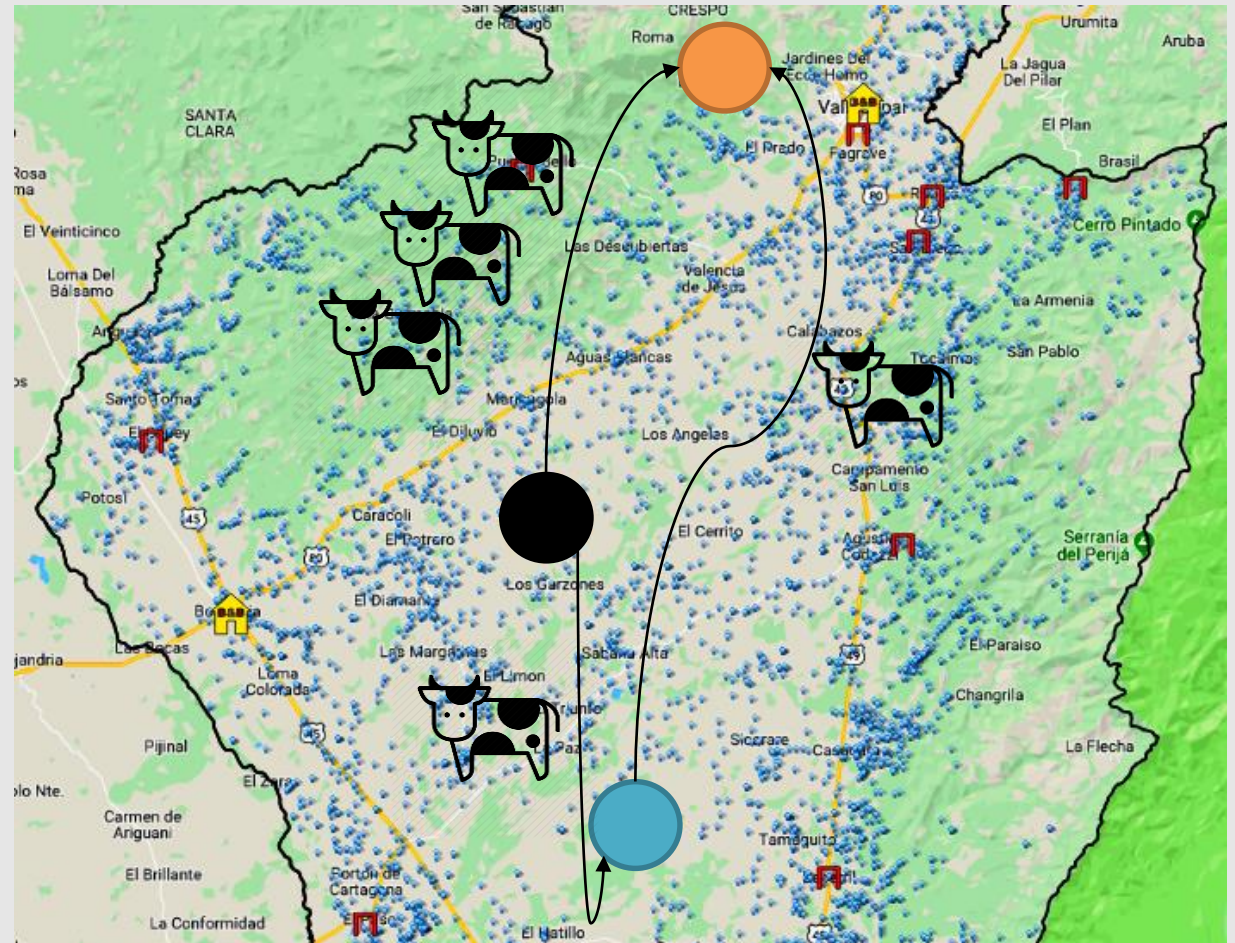
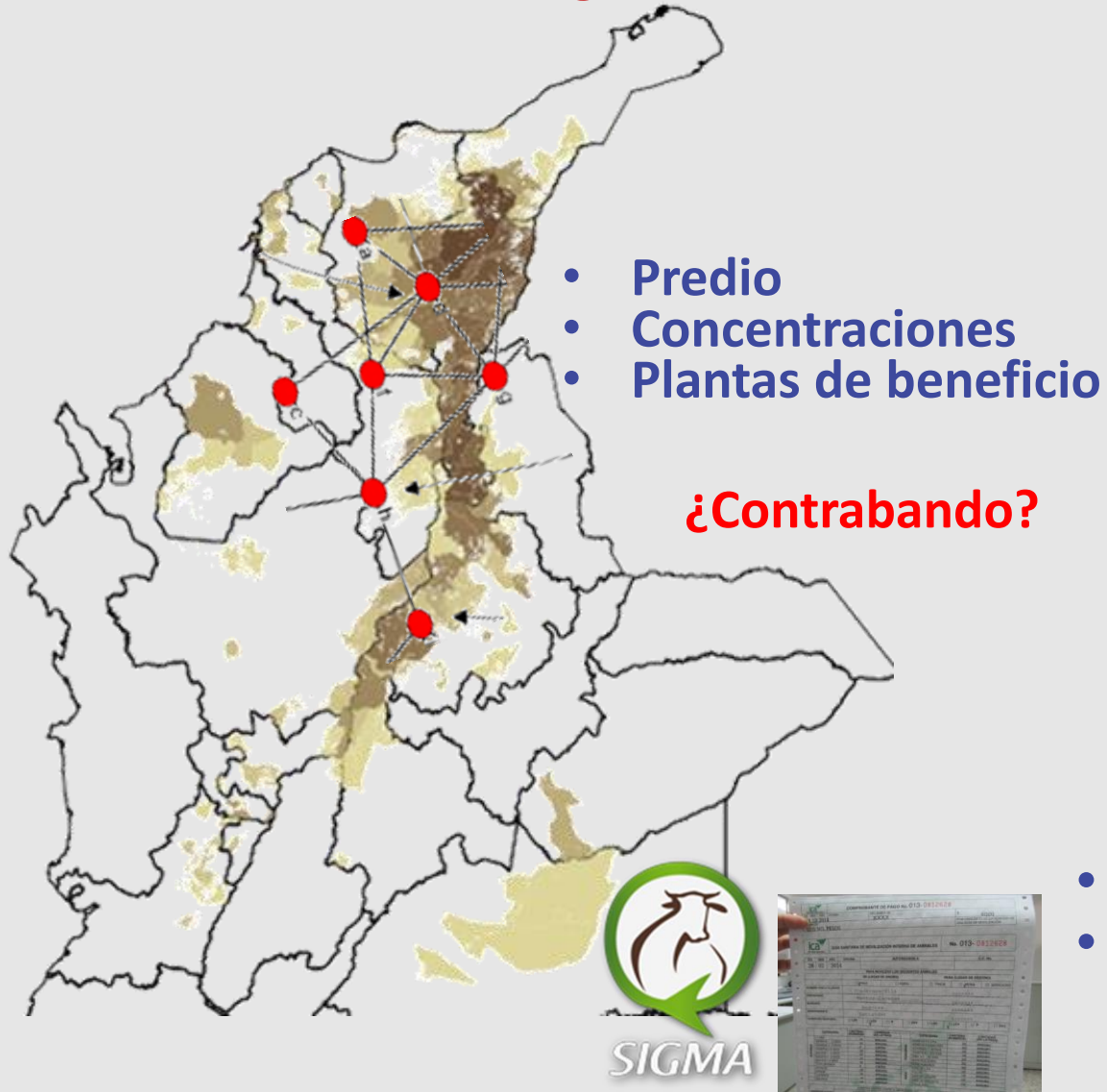


3. Caracterización del grafo



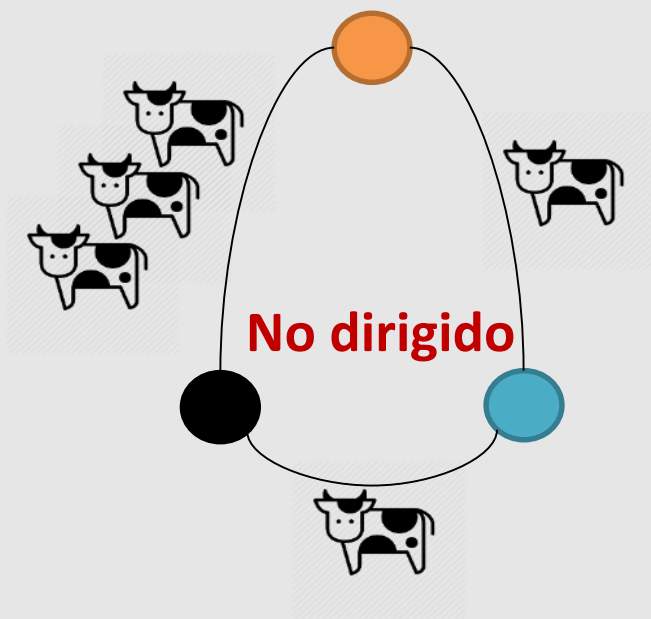
4. Superdiseminadores de la enfermedad

1. Movimientos de ganado bovino

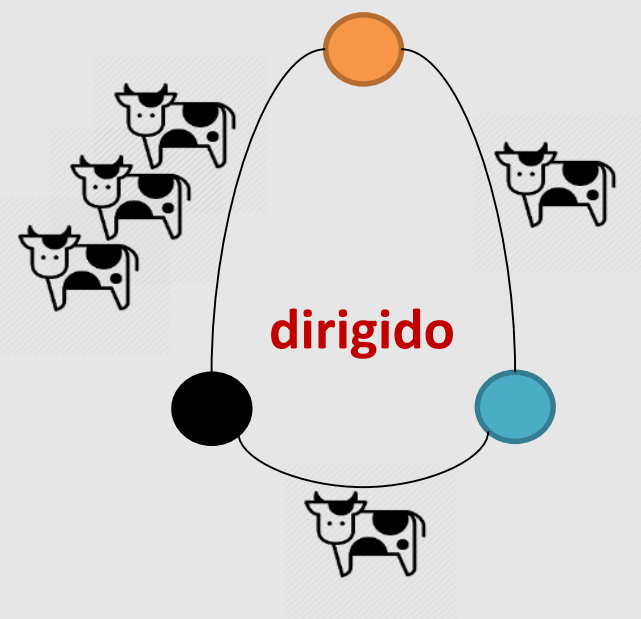


- Enfoque espacio temporal del territorio
- Red espacial con nodos de diferente tipo (predio, concentración y planta de beneficio)

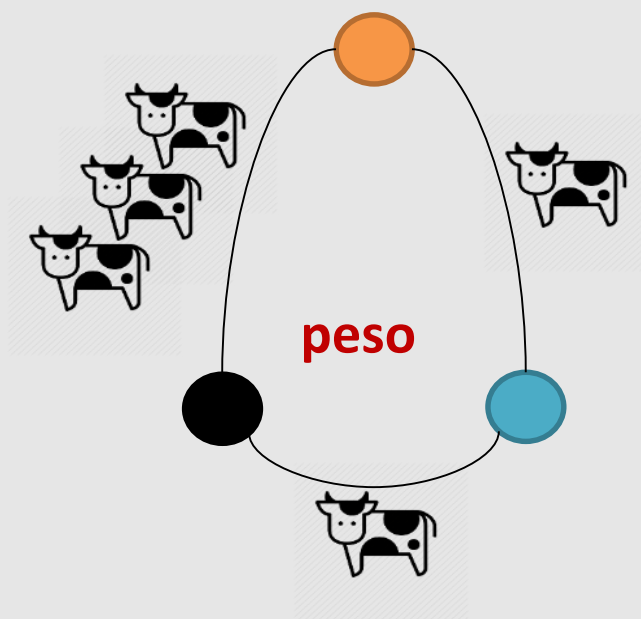
2. Construcción de la red



No importa la
dirección
(intercambio)

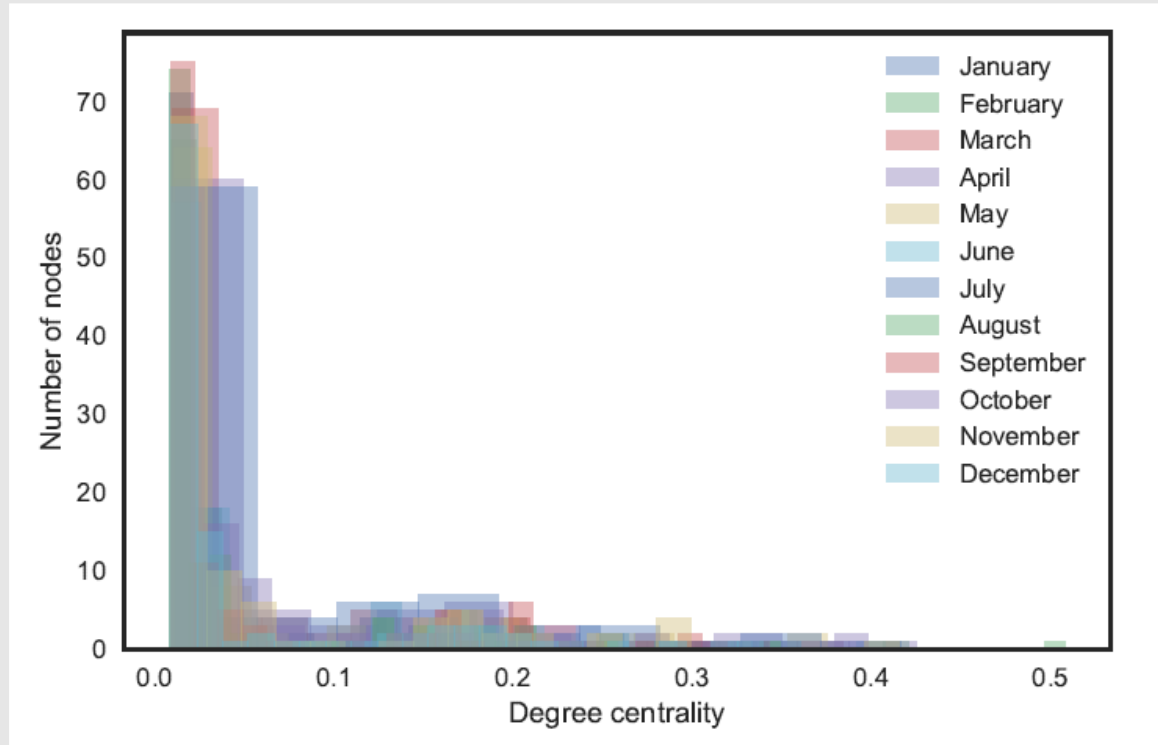


- Entradas
- Salidas

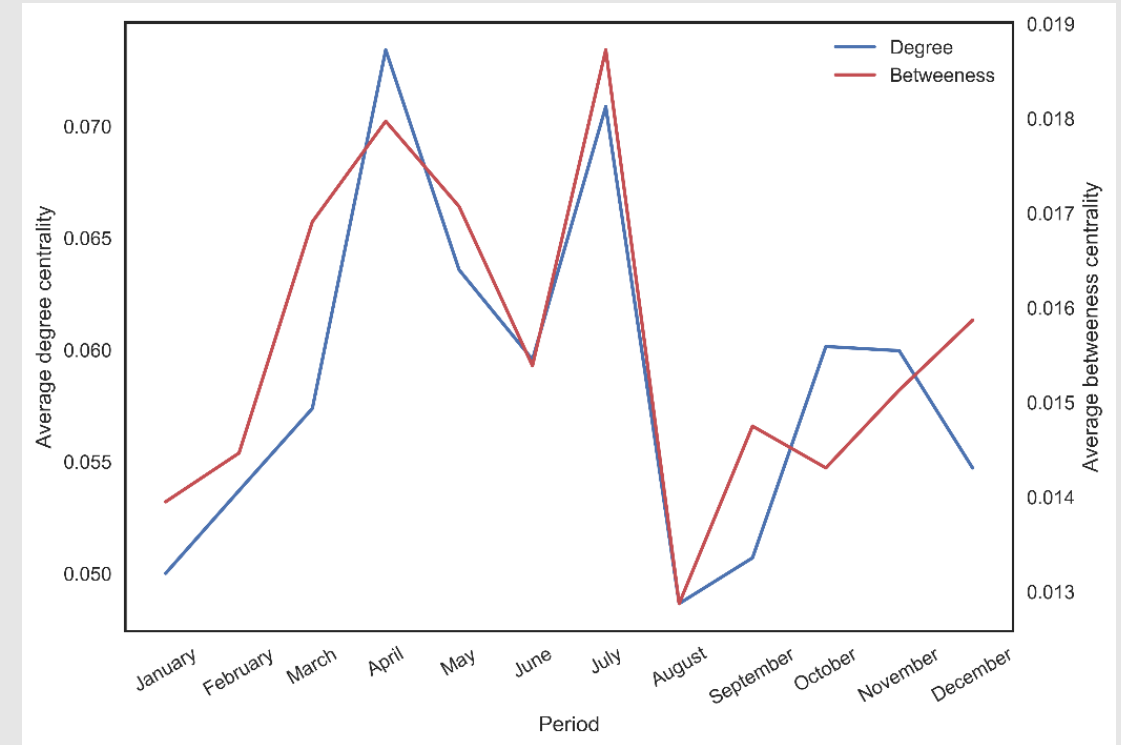


- Viajes
- Animales

Las redes modelan cosas diferentes **3 modelos de red (en submodelos)**

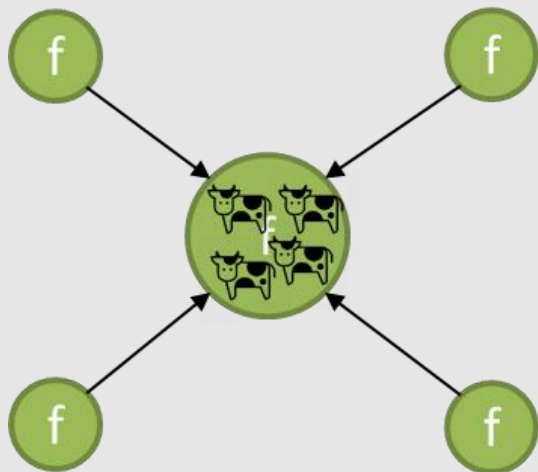


Pocos nodos con muchas conexiones y muchos nodos con pocas conexiones



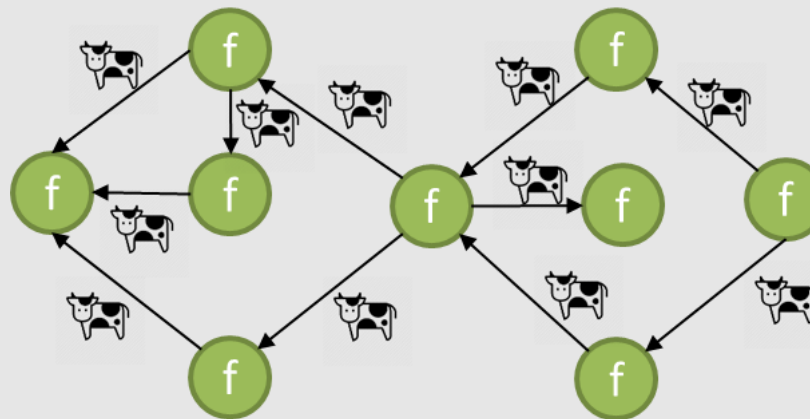
Ciclo ganadero

3. Caracterización del grafo



Contacto directo de los animales en la zona

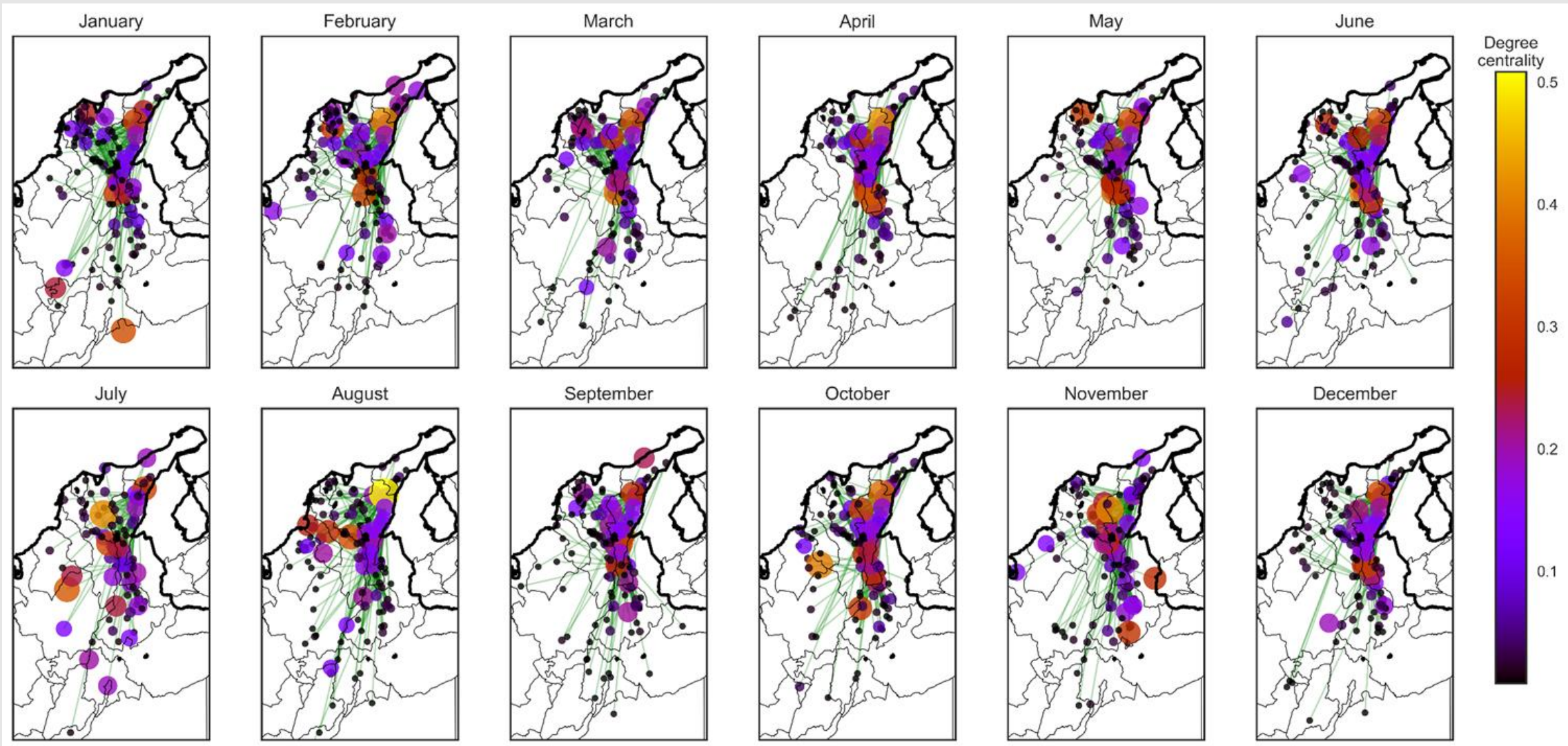
“DEGREE”

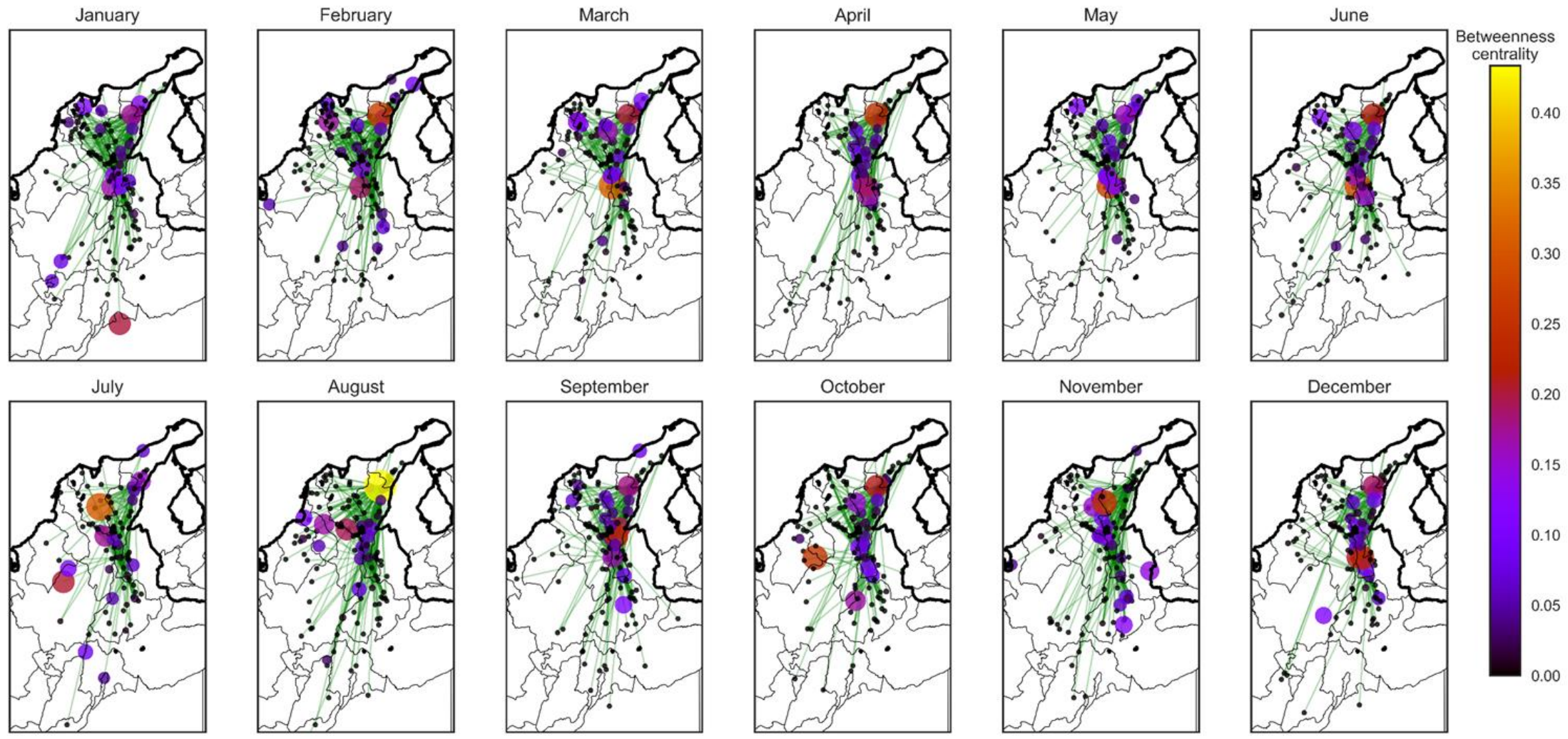


Frecuencia en la que el nodo es el camino mas corto de todos los posibles transportes de animales

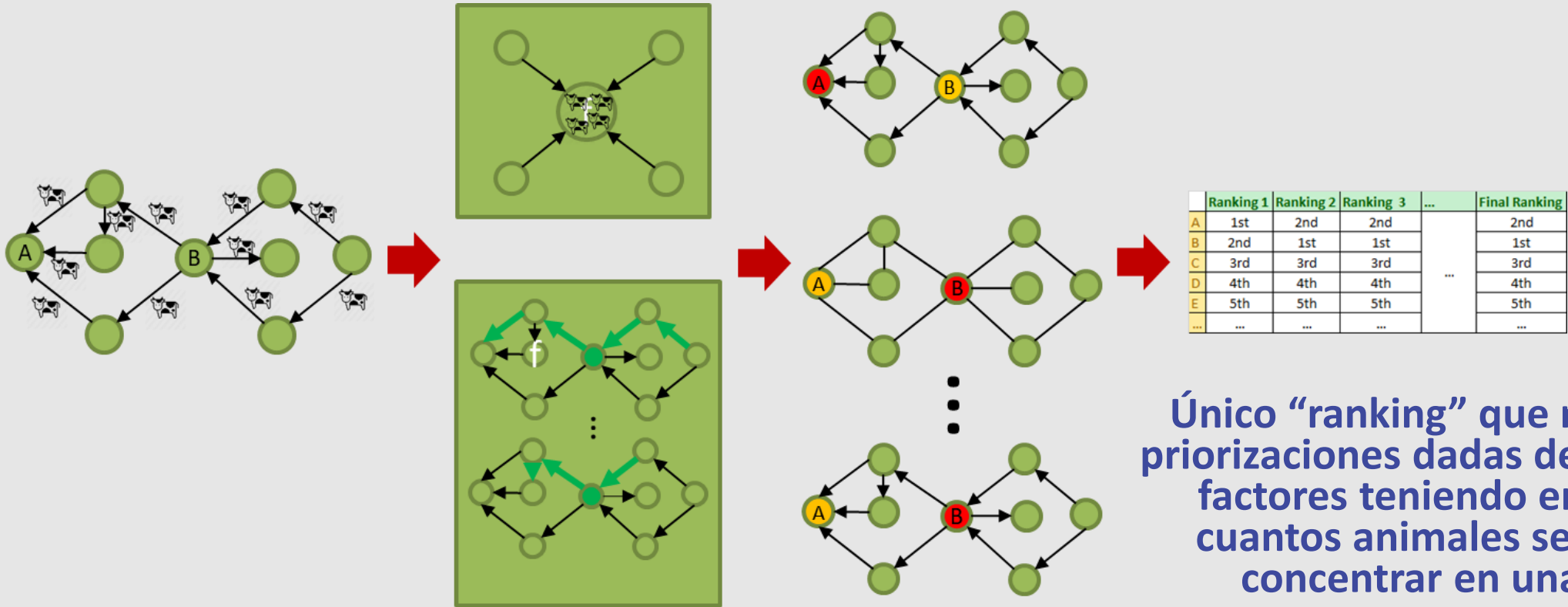
“BETWEENNESS”

Caracterización cuantitativa de los nodos de una red

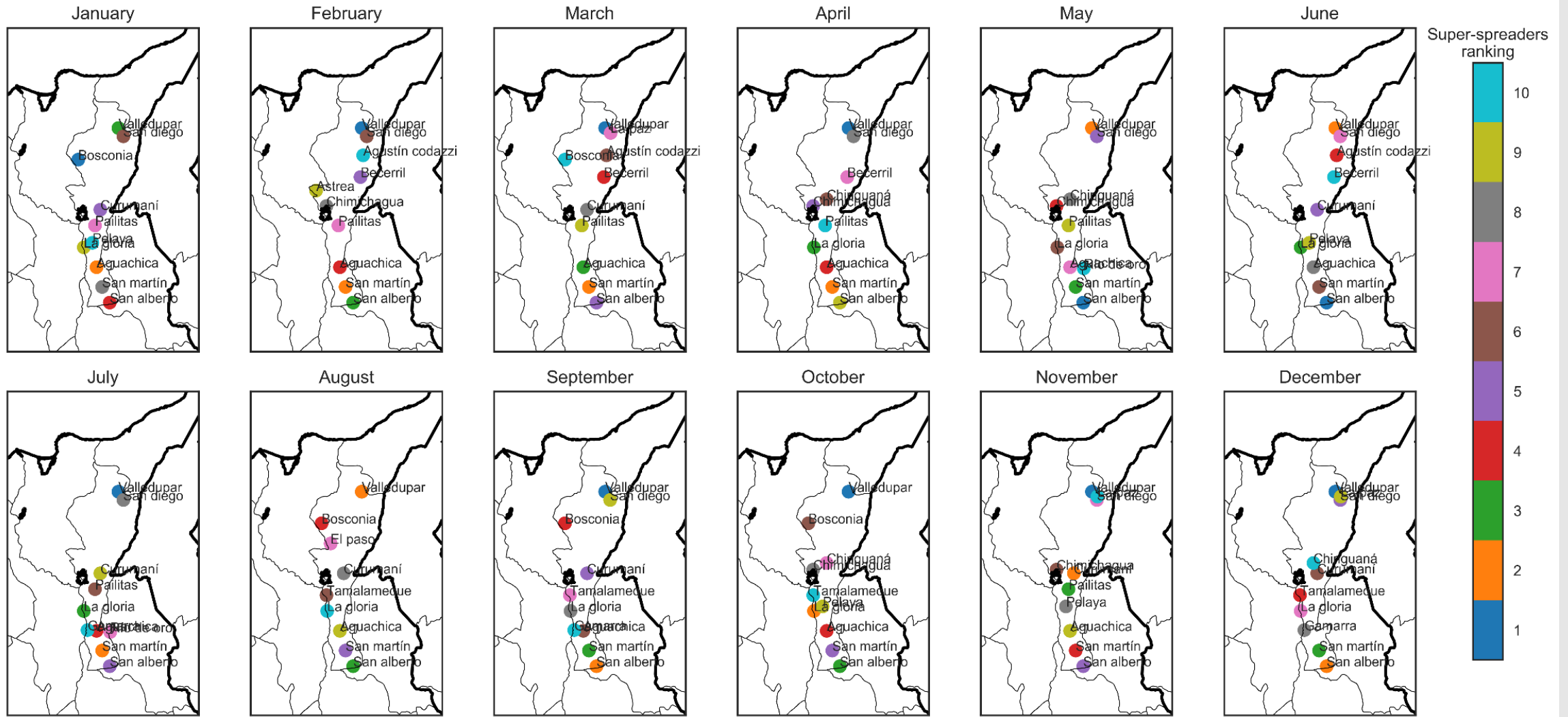




4. Superdiseminadores de la enfermedad



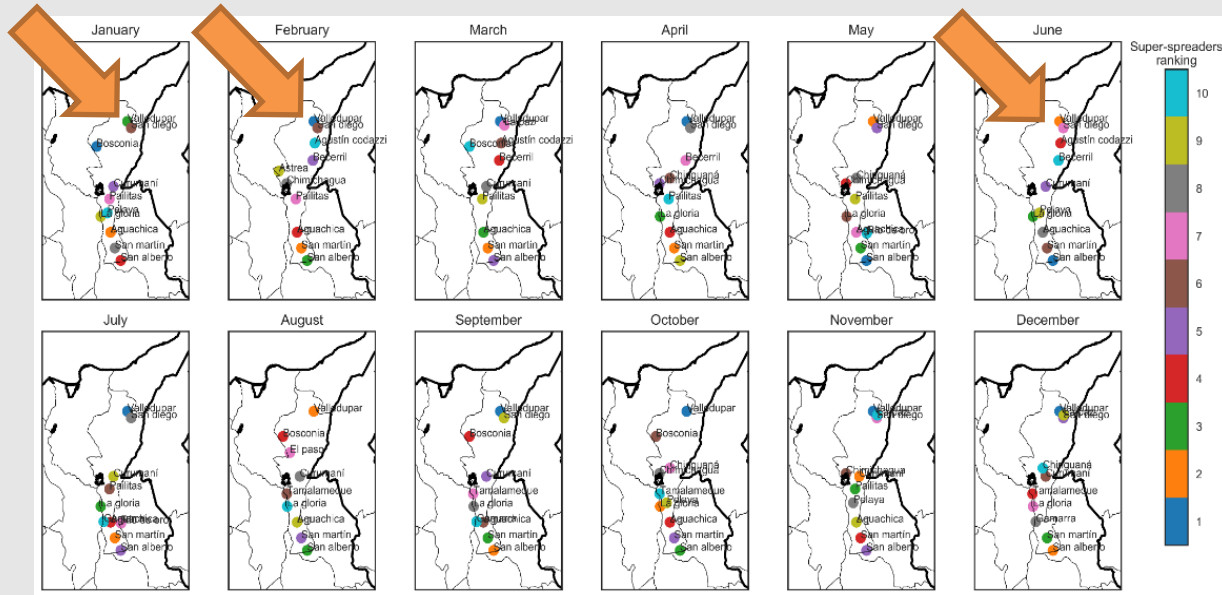
Único “ranking” que mezcla las priorizaciones dadas de diferentes factores teniendo en cuenta cuantos animales se pueden concentrar en una zona



• 2016 •

January	February	March	April
S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Primero Ho. Colombia at PrimaveraColombia.org







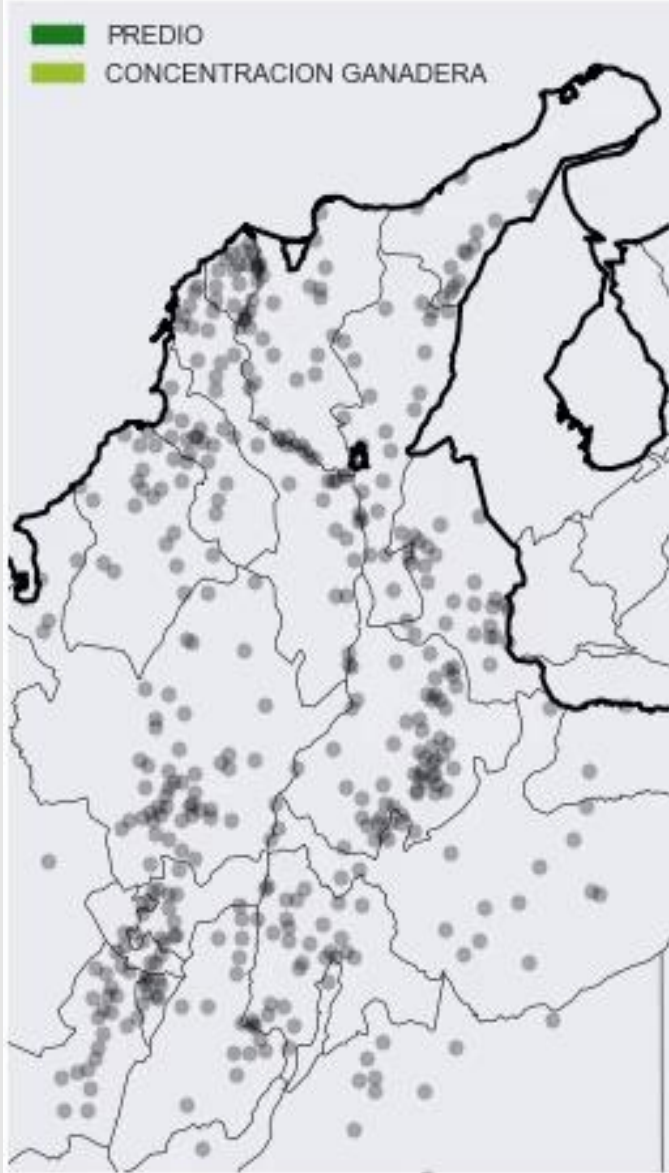
RESOLUCIÓN No. 00034689
(22/10/2018)

“Por medio de la cual se establece una cuarentena en el municipio de VALLEDUPAR, departamento del Cesar, por presentación de un foco de FIEBRE AFTOSA”

1. Prohibir toda movilización de animales susceptibles a Fiebre Aftosa desde y hacia el municipio de Valledupar, Cesar, a excepción de los municipios de La Paz, Agustín Codazzi y San Diego, por encontrarse éstos en cuarentena por Fiebre Aftosa según Resolución No. 00034138 del 11 de octubre de 2018. Las movilizaciones provenientes de otros municipios que necesariamente deben transitar por el municipio de Valledupar, Cesar, deberán detenerse en los puestos de control ubicados para verificar la Guía Sanitaria de Movilización Interna – GSMI, que deberá llevar durante todo el trayecto de la movilización, ser desinfectados y precintados. Las movilizaciones dentro de la zona cuarentenada serán autorizadas por los funcionarios del ICA, previa evaluación del riesgo sanitario.

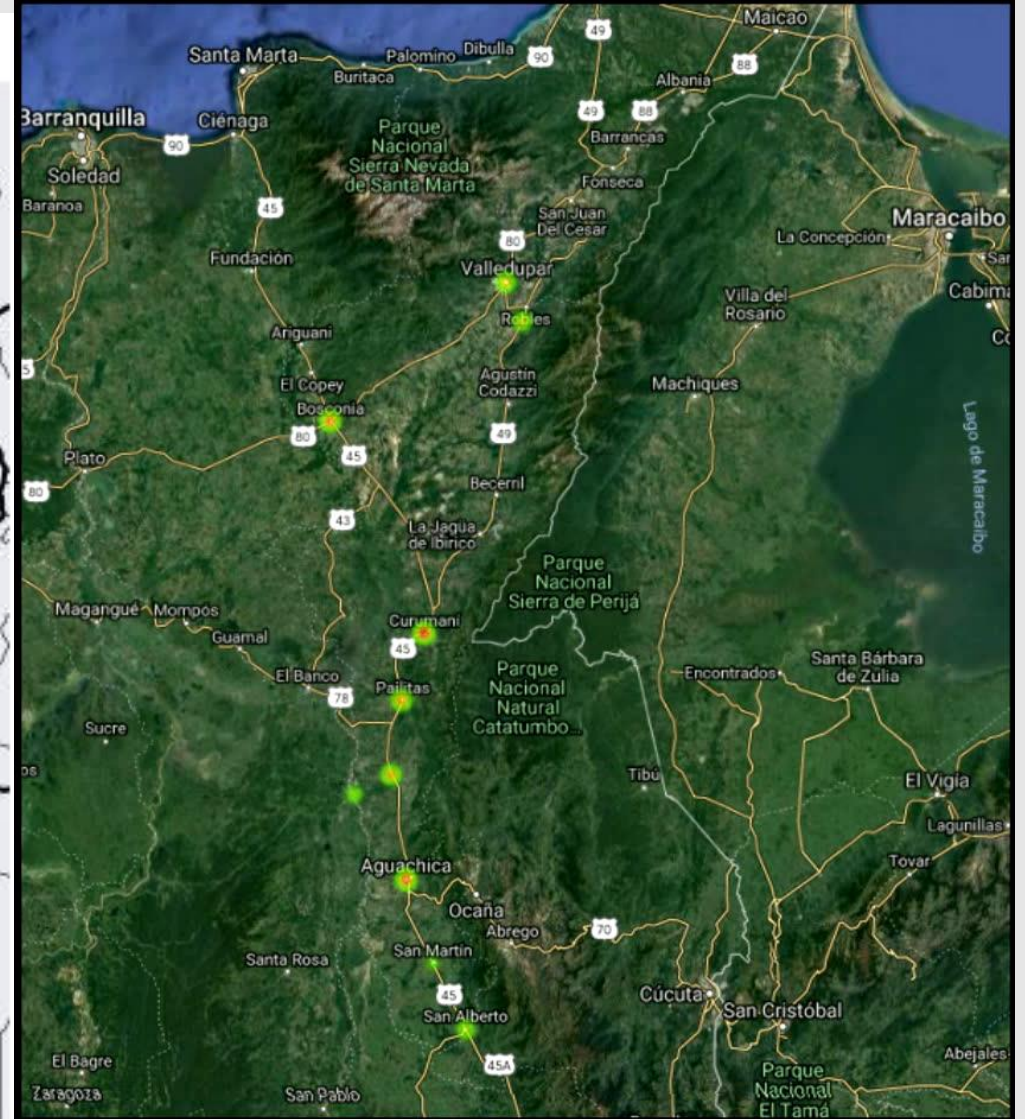
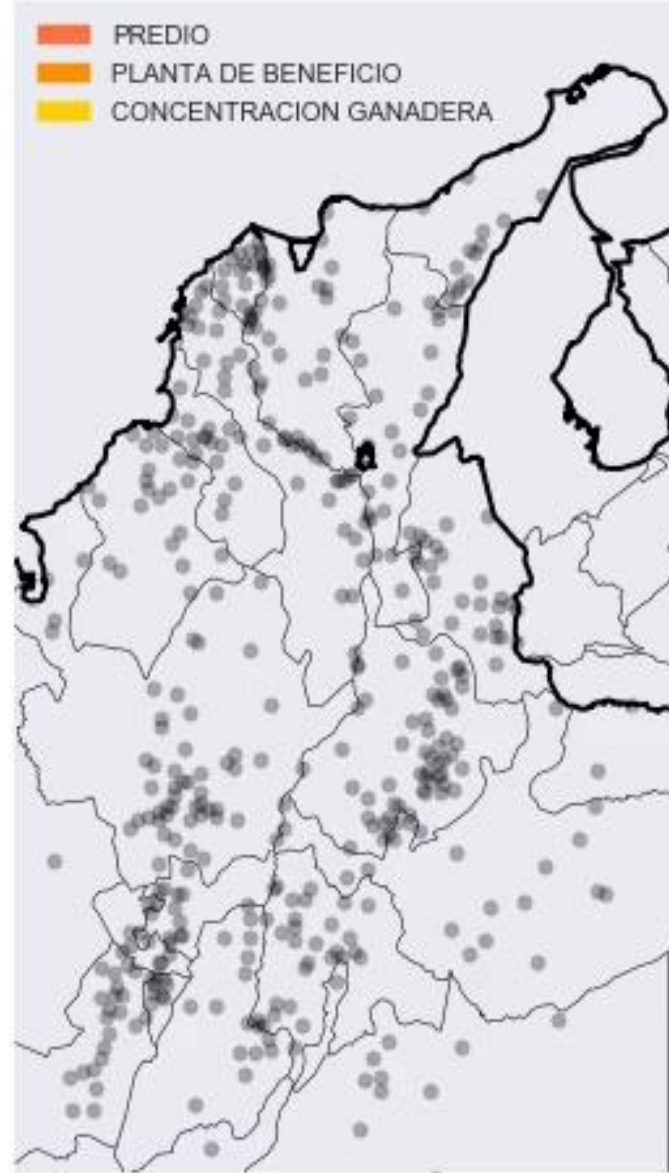
ORIGEN - CESAR

- PREDIO
- CONCENTRACION GANADERA



DESTINO - CESAR

- PREDIO
- PLANTA DE BENEFICIO
- CONCENTRACION GANADERA



**Identification of Super-Spreaders of Foot and Mouth Disease in the cattle transportation network:
The 2018 outbreak case in Cesar (Colombia)
January 2016**

¿Análisis de Riesgo?



Interpretable Unsupervised Anomaly Detection*

Jeisson Prieto

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

japrietov@unal.edu.co

Fausto Moreno

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

fcmorenov@unal.edu.co

Francisco Gómez

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

fagomezj@unal.edu.co

Fiebre aftosa, más que un problema de salud

ECONOMÍA

NOVIEMBRE 6 DE 2018 | BOGOTÁ D.C.

Fiebre aftosa, más que un problema de salud animal

JIMMY JOLMAN VARGAS DUARTE | PROFESOR ASOCIADO, INSTITUTO DE GENÉTICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FAUSTO CAMILO MORENO VÁSQUEZ | PROFESOR ASOCIADO, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FRANCISCO ALBEIRO GÓMEZ JARAMILLO | PROFESOR ASISTENTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Además de los temas relacionados con la salud animal, otros factores como la pobreza, el contrabando, la violencia, la corrupción o la migración ilegal también impactan directa o indirectamente la actividad ganadera y la comercialización de productos animales.



World Conference on Complex Systems 4th Edition

Emergence, Self-organization,
Nonlinear dynamic and Complexity

April 22-25, 2019 Ouarzazate-Morocco

Identification of Super-Spreaders of Foot and Mouth Disease in the cattle transportation network: The 2018 outbreak case in Cesar (Colombia)

Francisco Gómez
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Departamento de Matemáticas
Bogotá, Colombia
fagomezj@unal.edu.co

Jeisson Prieto
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Departamento de Matemáticas
Bogotá, Colombia
japrietov@unal.edu.co

Juan Galvis
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Departamento de Matemáticas
Bogotá, Colombia
jgalvisa@unal.edu.co

Fausto Moreno
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Departamento de Producción Animal
Bogotá, Colombia
fcmorenov@unal.edu.co

Jimmy Vargas
Universidad Nacional de Colombia
Instituto de Genética
Bogotá, Colombia
jjvargasd@unal.edu.co

Congreso Internacional en Aplicaciones de la Inteligencia Artificial [IA]²

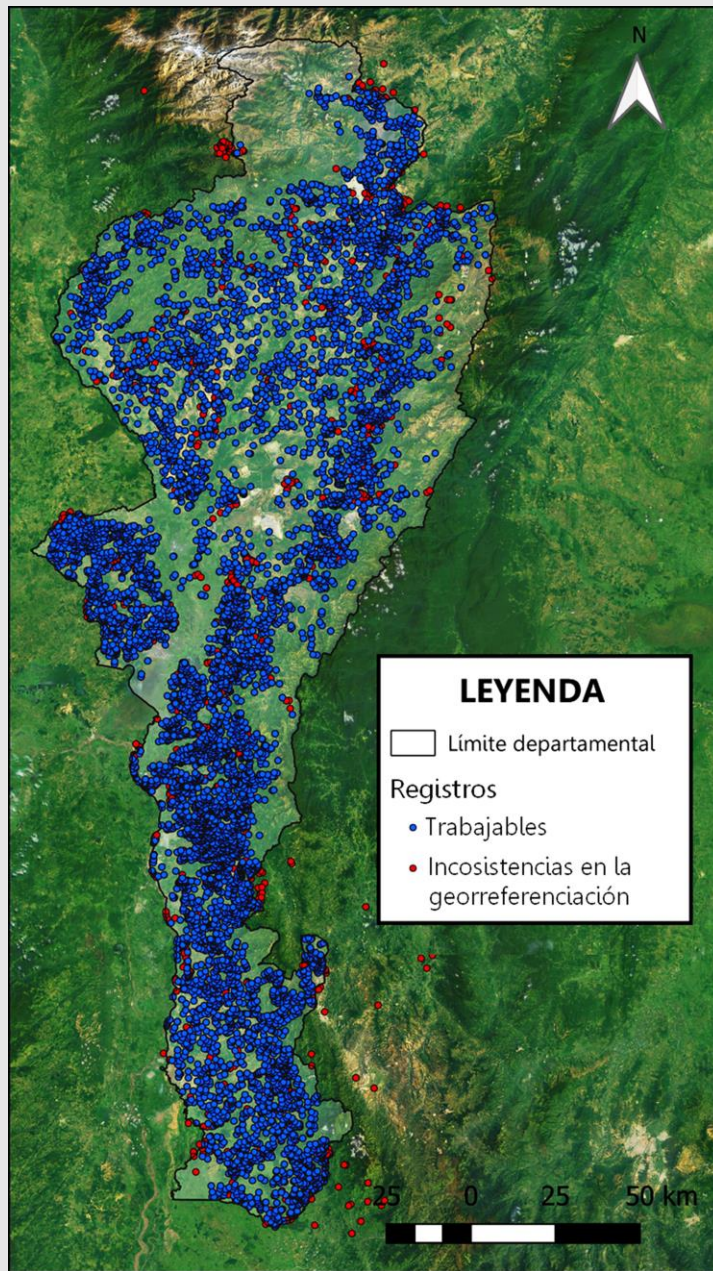
10:00 - 10:25	Juan Santos Caicedo - "Detección de Objetos utilizando Aprendizaje por Refuerzo"
10:25 - 10:50	Fausto Moreno - "Análisis de Datos en la formulación de políticas agrarias"
10:50 - 11:15	María Isabel Palomino - "Ruta N" - Centro de Inteligencia Artificial de Medellín
11:15 - 11:40	Elizabeth León
11:40 - 12:05	Gabriela Wagner - "Cerebro, música e Inteligencia Artificial"
12:05 - 12:30	Francisco Gómez

Congratulations! Your paper

(pap566s2) Multiobjective Evolutionary Algorithm for DNA Codeword Design

has been accepted as a *full paper* (page limit: 8 pages *excluding* references) for GECCO 2019.

¿ datos ?



Predios rurales
n=50344

Registros de vacunación
n= 16002

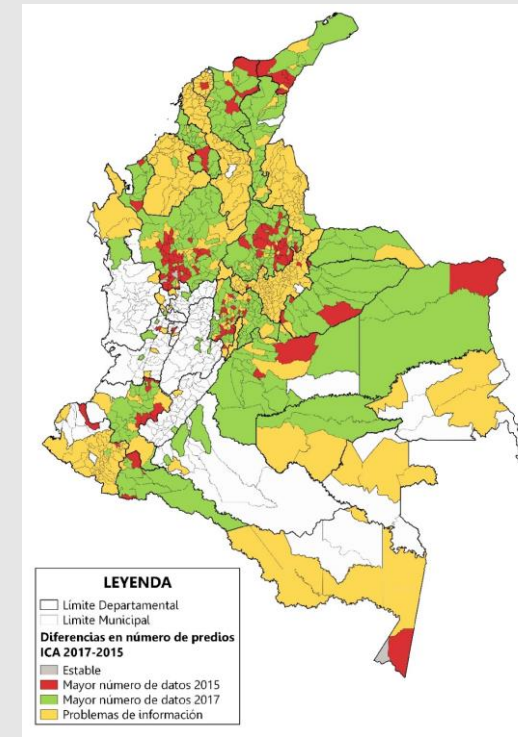
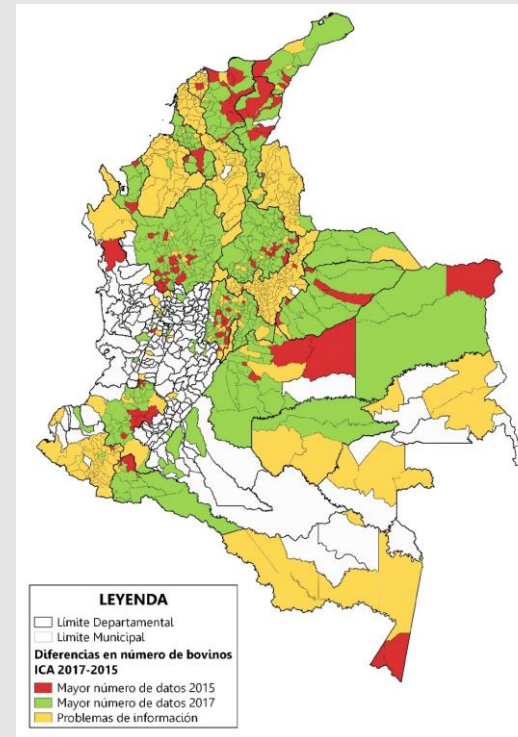
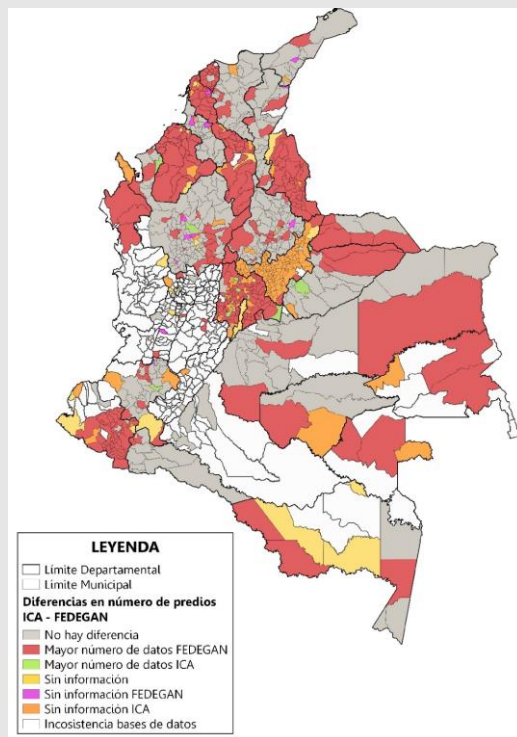
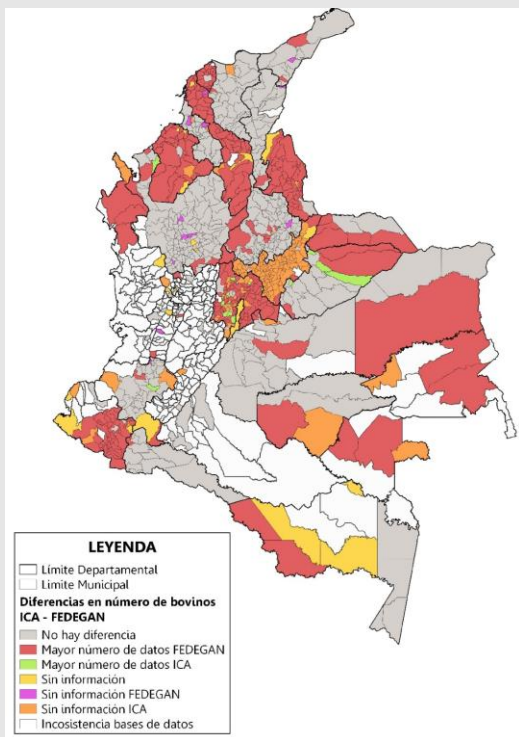
Registros no georeferenciados
n = 3268

Coordenadas fuera de Cesar
n = 185

Registros utilizados
n = 12549

Coordenadas fuera de predios
n = 4919

Coordenadas en predios
n = 7630



Problemas de consistencia en los datos:

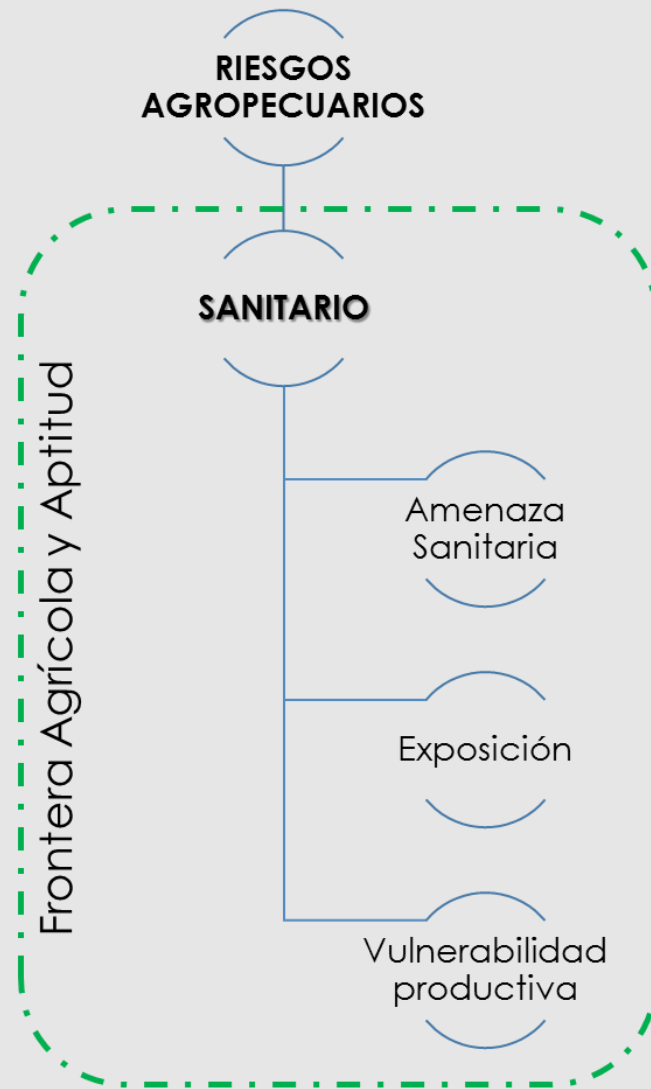
2013-1 -> "ANZÁ"	2014-1 -> "BARBOSA"	2013-1 -> "SANTA FE ANTIOQUIA"	2016-1 ->
2014-1 -> "ANZA"	2014-2 -> "BARBOSA (ANTIOQUIA)"	2014-1 -> "SANTA FE DE ANTIOQUIA"	TURBO: - Predios 502 - Bovinos 37.912
2016-1 -> "ANZÁ"		2014-2 -> "SANTA FE DE ANT."	TURBO: - Predios 1.275 - Bovinos 126.773
Tildes y espacios	Nombres diferentes		Duplicados

Manejo de cifras significativas:

- 2015-2 ->
BOYACA, VILLA-DE-LEYVA
- Predios 347.775438596491
- META, ACACÍAS
- Predios 885.21052631579



 **Pregunta a modelar?**



Guidelines: land evaluation for extensive grazing

FAO
SOILS
BULLETIN
58



Componente FÍSICO

- Criterio: Condiciones climáticas**
 - Variables: Temperatura, Índice de disponibilidad de Humedad del cultivo (IDHC), Billo Sador
- Criterio: Capacidad de laboreo**
 - Variable: Pendiente, Textura, Pedregosidad
- Criterio: Condiciones de enraizamiento**
 - Variable: Profundidad efectiva, Textura, Pedregosidad
- Criterio: Disponibilidad de humedad**
 - Variables: Régimen de humedad, Textura
- Criterio: Disponibilidad de oxígeno**
 - Variables: Inundaciones, Drenaje natural
- Criterio: Disponibilidad de nutrientes**
 - Variables: Reacción del suelo, Capacidad de intercambio catiónico, Saturación de bases, Carbono orgánico
 - Variables: Toxicidad por sales, sodio y aluminio
 - Variables: Salinidad y/o sodicidad, Saturación de aluminio
- Criterio: Susceptibilidad a pérdida de suelos**
 - Variable: Erosión actual
- Criterio: Susceptibilidad fitosanitaria**
 - Variables: Temperatura, IDHC

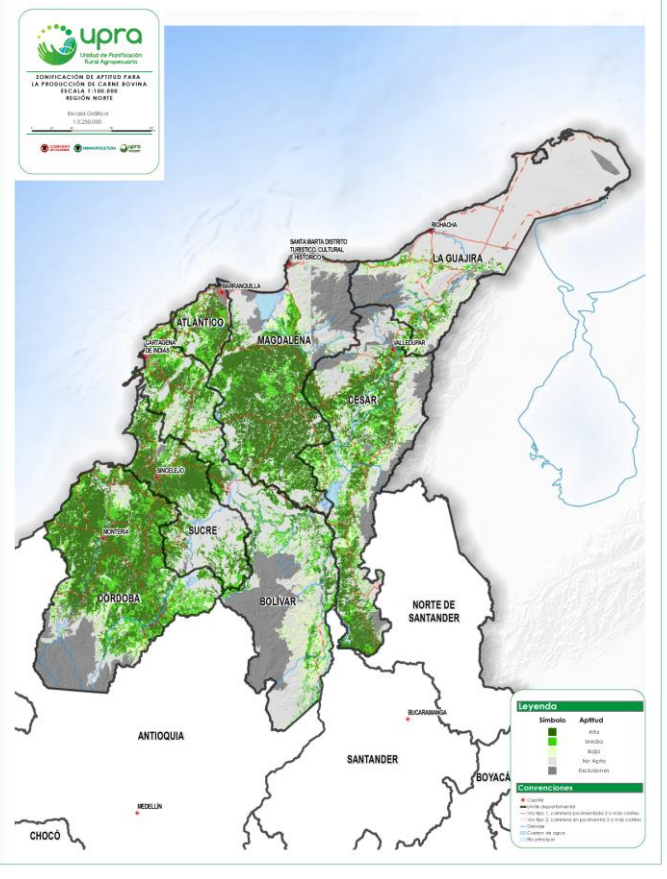
Componente SOCIOECOSISTÉMICO

- Criterio: Cambio de cobertura**
 - Variables: Coberturas de la tierra
- Criterio: Estatus ecológico**
 - Variables: Vigor, Amenaza por incendios de la cobertura vegetal, Probabilidad de resaca de invasión
- Criterio: Apropiación de agua y acceso al agua**
 - Variable: Consumo potencial de agua por bovinos, cercanía a cuerpos de agua
- Criterio: Sanidad animal**
 - Variables: Susceptibilidad al contagio por enfermedades no vectoriales de control oficial, Susceptibilidad a la transmisión de enfermedades vectoriales de control oficiales y zoonozoides
- Criterio: Comodidad animal**
 - Variables: Índice de temperatura y humedad (ITH), condiciones de sombío
- Criterio: Balance de carbono**
 - Variables: Carbono estimado proveniente de las emisiones bovinas, Carbono total de la biomasa
- Criterio: Integridad ecológica**
 - Variables: Conectividad estructural de las coberturas naturales, Índice de naturalidad, Área de concentración de especies sensibles

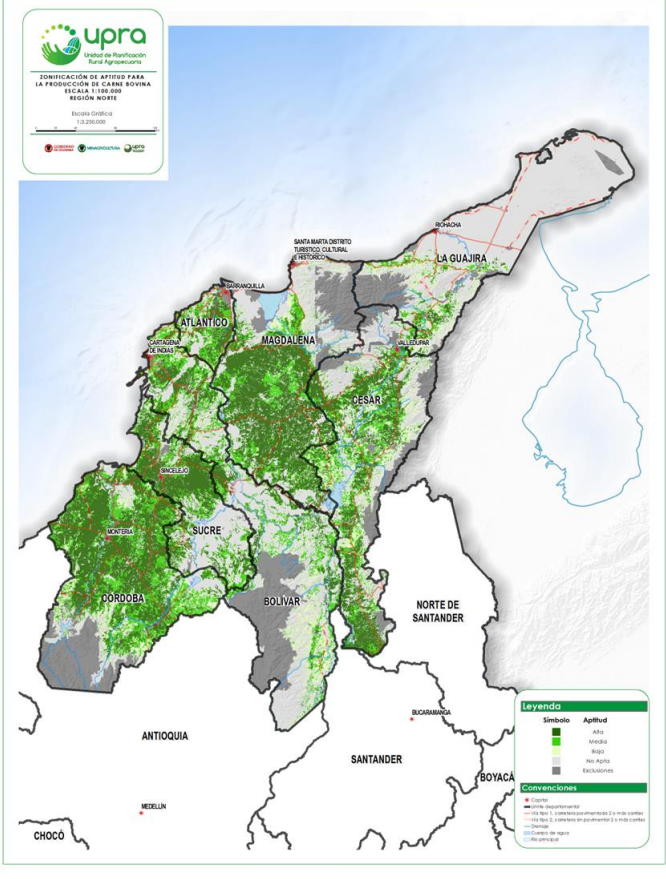
Criterios: 24
Variables: 62

Componente SOCIOECONÓMICO

- Criterio: Indicadores económicos**
 - Variables: Créditos otorgados, Incentivo a la capitalización rural, Participación pecuaria municipal
- Criterio: Infraestructura y logística**
 - Variable: Puertos marítimos, Inventario ganado para sacrificios, Plantas de beneficio, Centros de concentración, Conectividad terrestre, centros de servicio
- Criterio: Seguridad ciudadana**
 - Variable: Extorsión rural, Secuestro rural, Homicidio rural, Asesinato
- Criterio: Institucionalidad y asociatividad**
 - Variables: Presencia gremial, Asistencia técnica sectorial, Cercanía a puntos de servicio al ganadero
- Criterio: Condiciones de vida**
 - Variables: Índice de pobreza multidimensional (IPM)
- Criterio: Mercado Laboral**
 - Variables: Población rural en edad de trabajar (PEE), Oferta educativa, Cercanía a centros petroleros, Ganancia a centros mineros
- Criterio: Avaluó catastral y presunta formalidad**
 - Variables: Avaluó catastral de los predios rurales, Tendencia a la presunta formalidad
- Criterio: Cultura ganadera**
 - Variable: Tradición ganadera



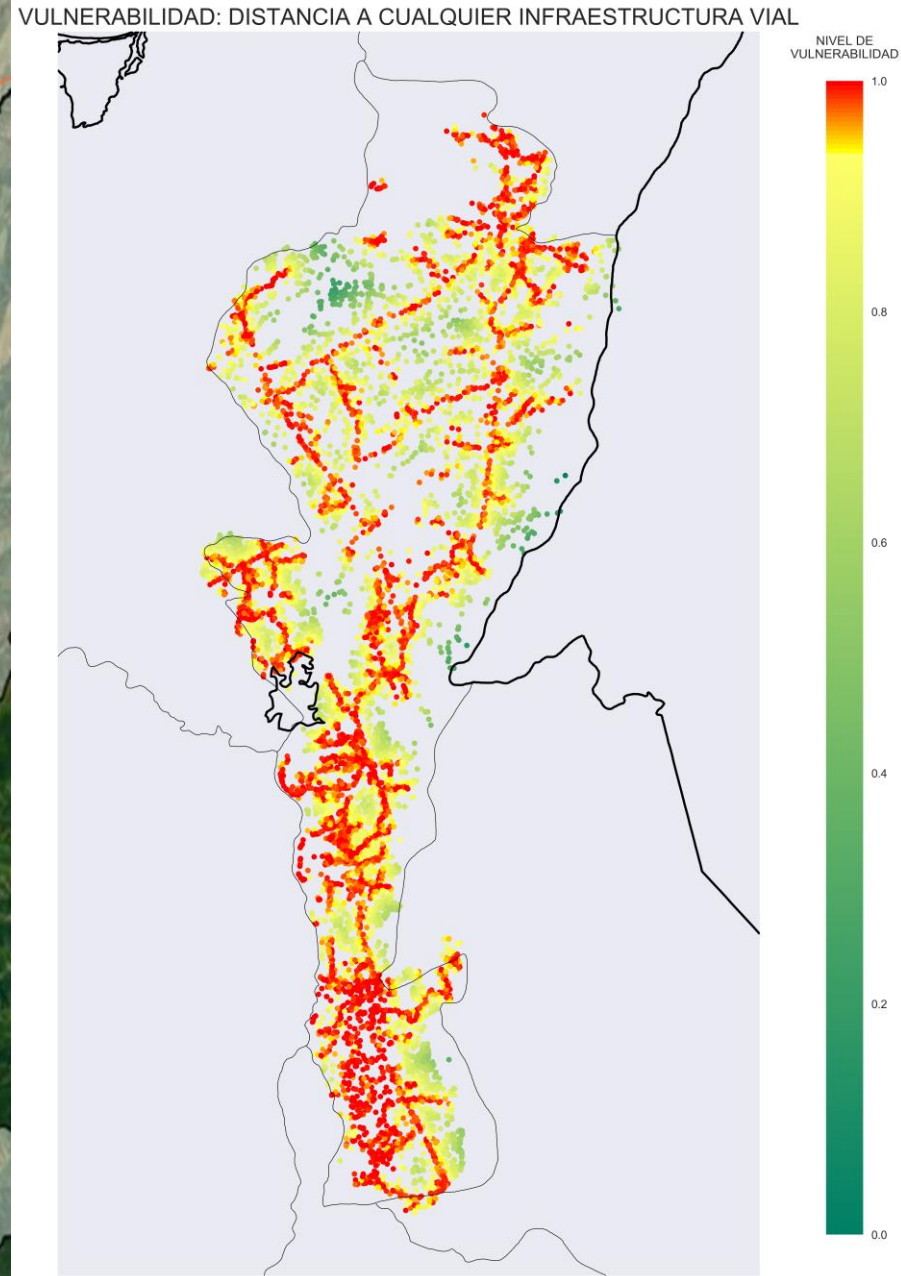
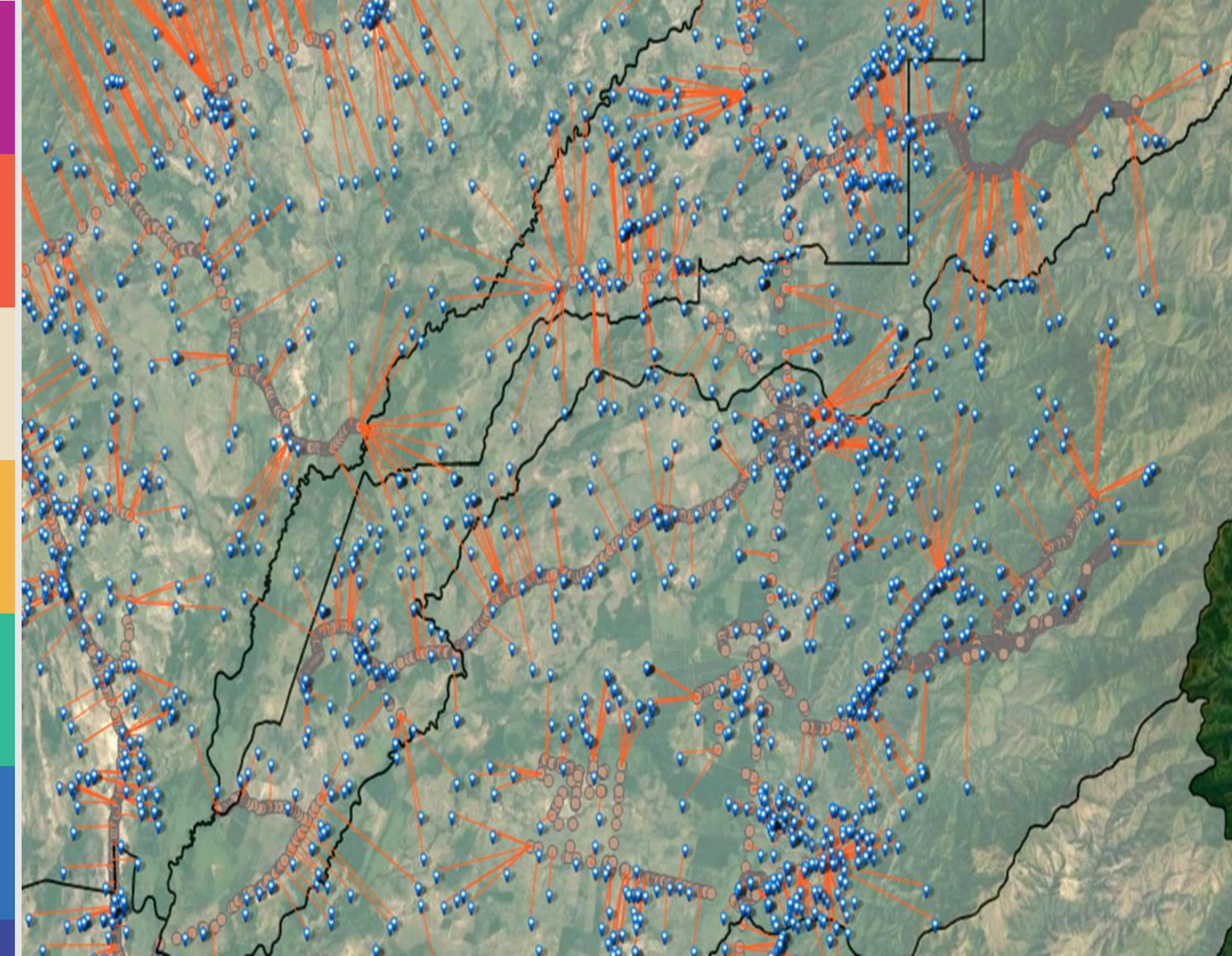
DEPARTAMENTO	APTITUD ALTA	APTITUD MEDIA	APTITUD BAJA	TOTAL APTO
BOLÍVAR	357.765	384.151	234.978	976.895
CÓRDOBA	1.025.608	481.731	151.126	1.658.465
SUCRE	414.099	157.168	50.722	621.987
TOTAL	1.797.472	1.023.049	436.827	3.257.349

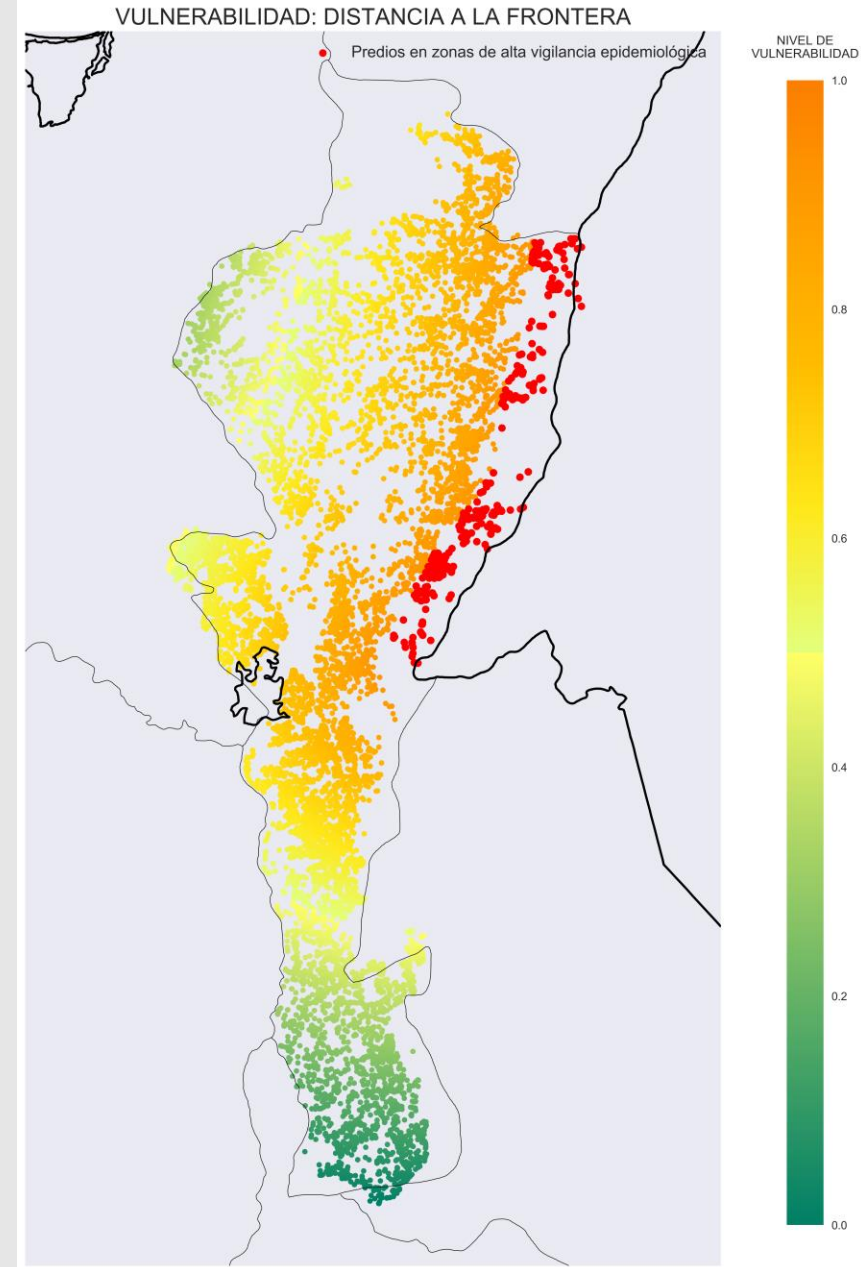
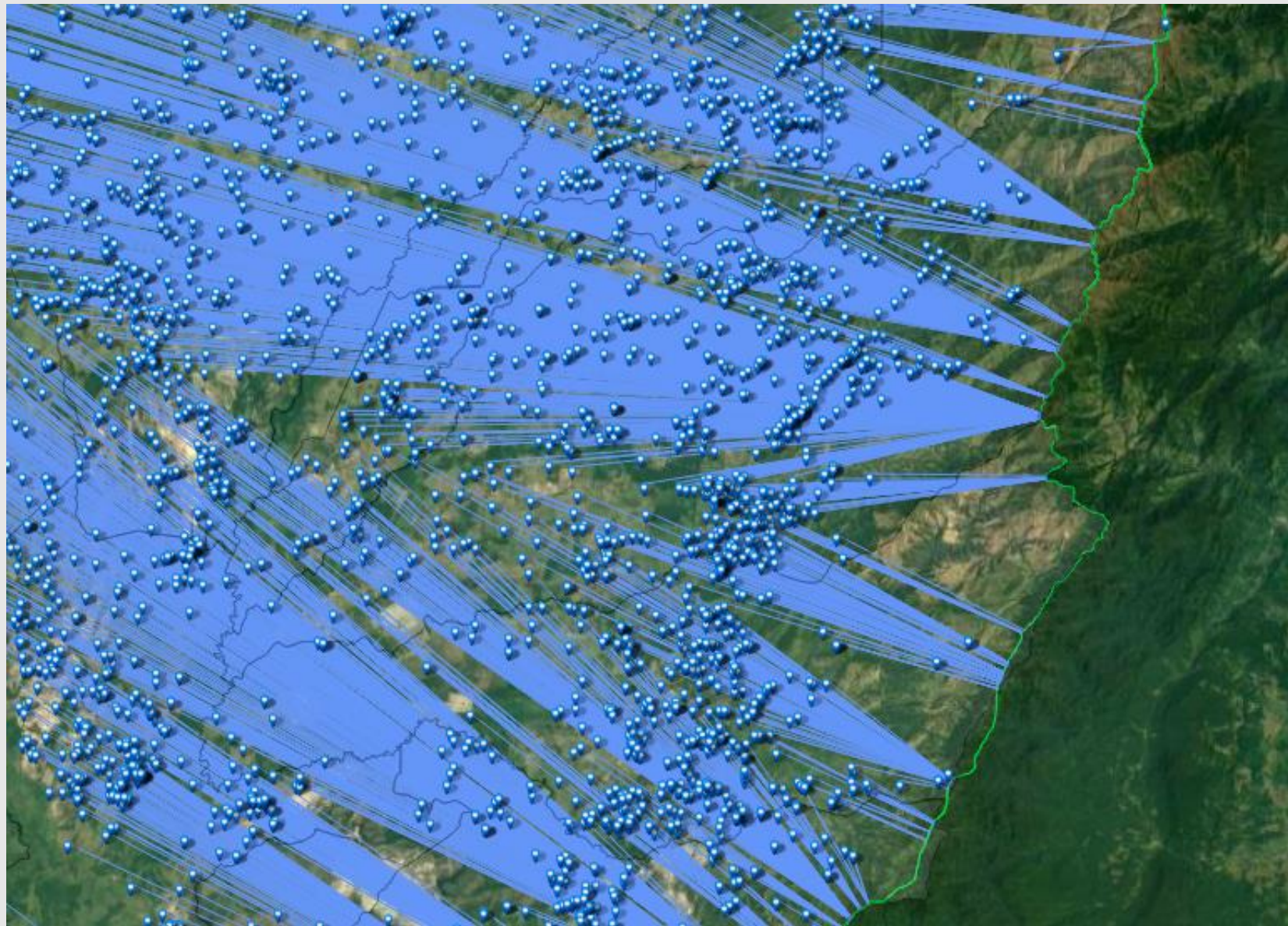


DEPARTAMENTO	APTITUD ALTA	APTITUD MEDIA	APTITUD BAJA	TOTAL APTO
BOLÍVAR	48.064	353.032	575.817	976.913
CÓRDOBA	216.322	644.980	797.160	1.658.462
SUCRE	64.929	259.043	298.015	621.987
TOTAL	329.315	1.257.055	1.670.992	3.257.361

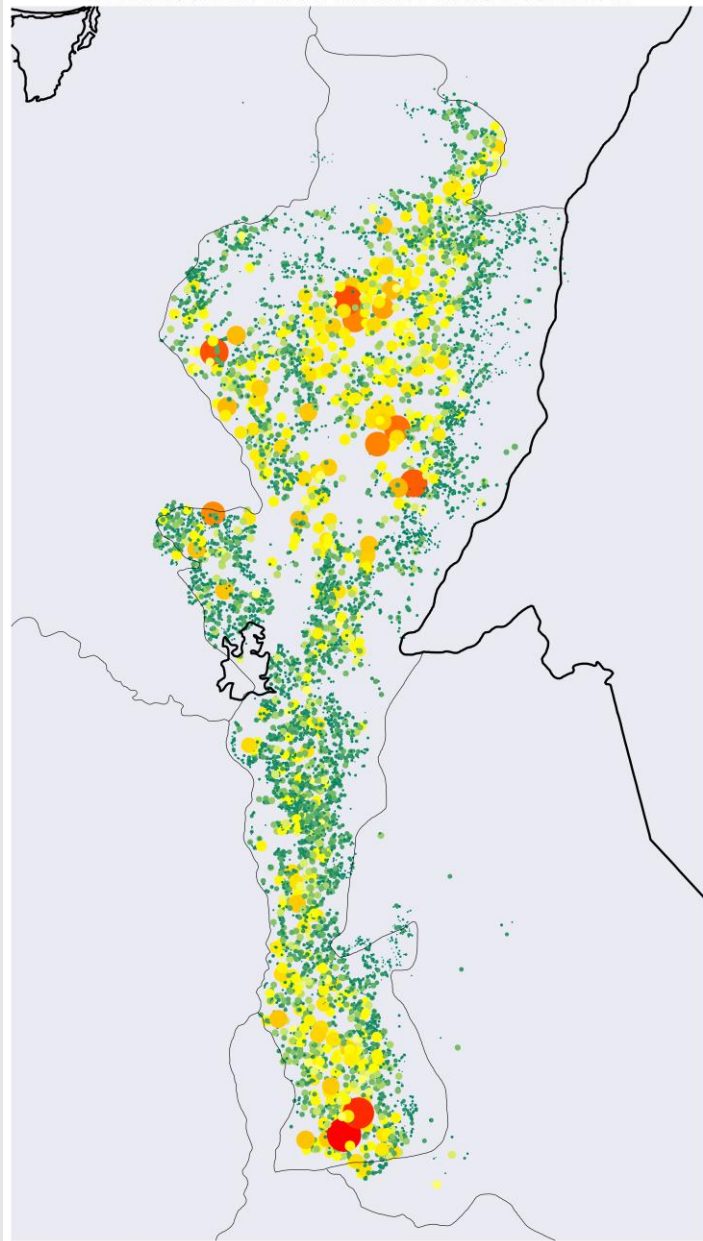


¿ Modelar la pregunta ?

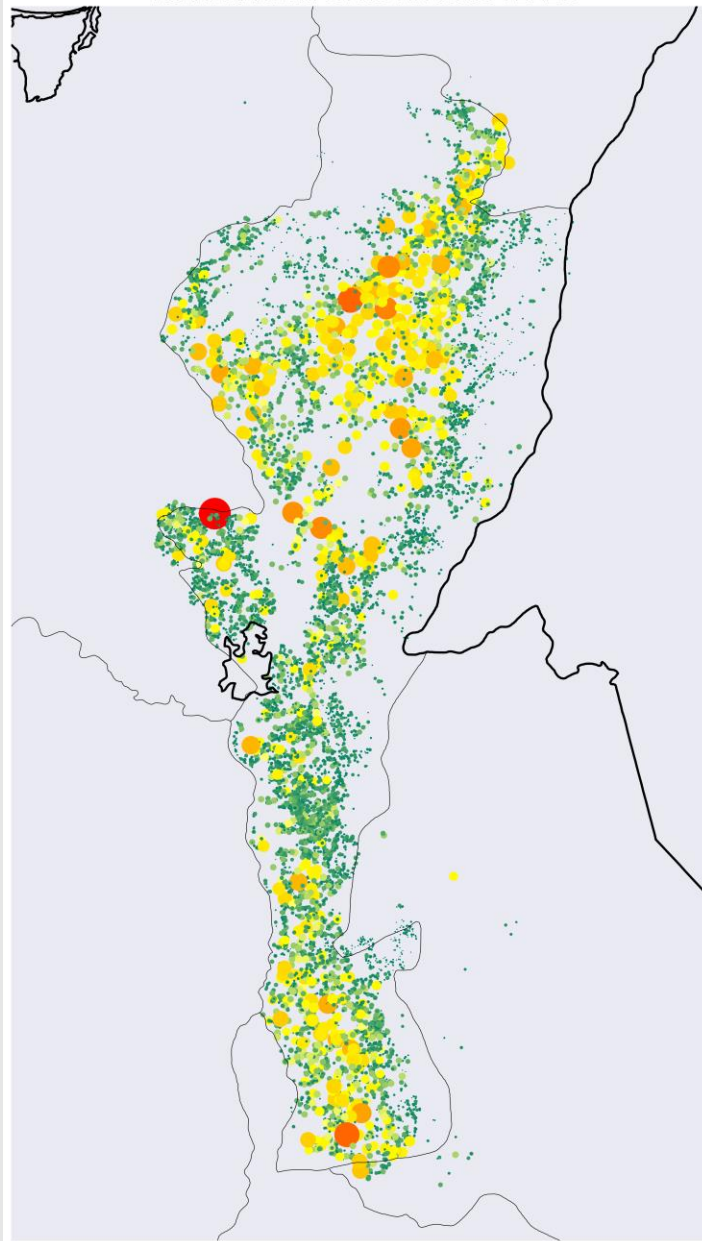




VULNERABILIDAD: BOVINOS HEMBRAS ADULTAS

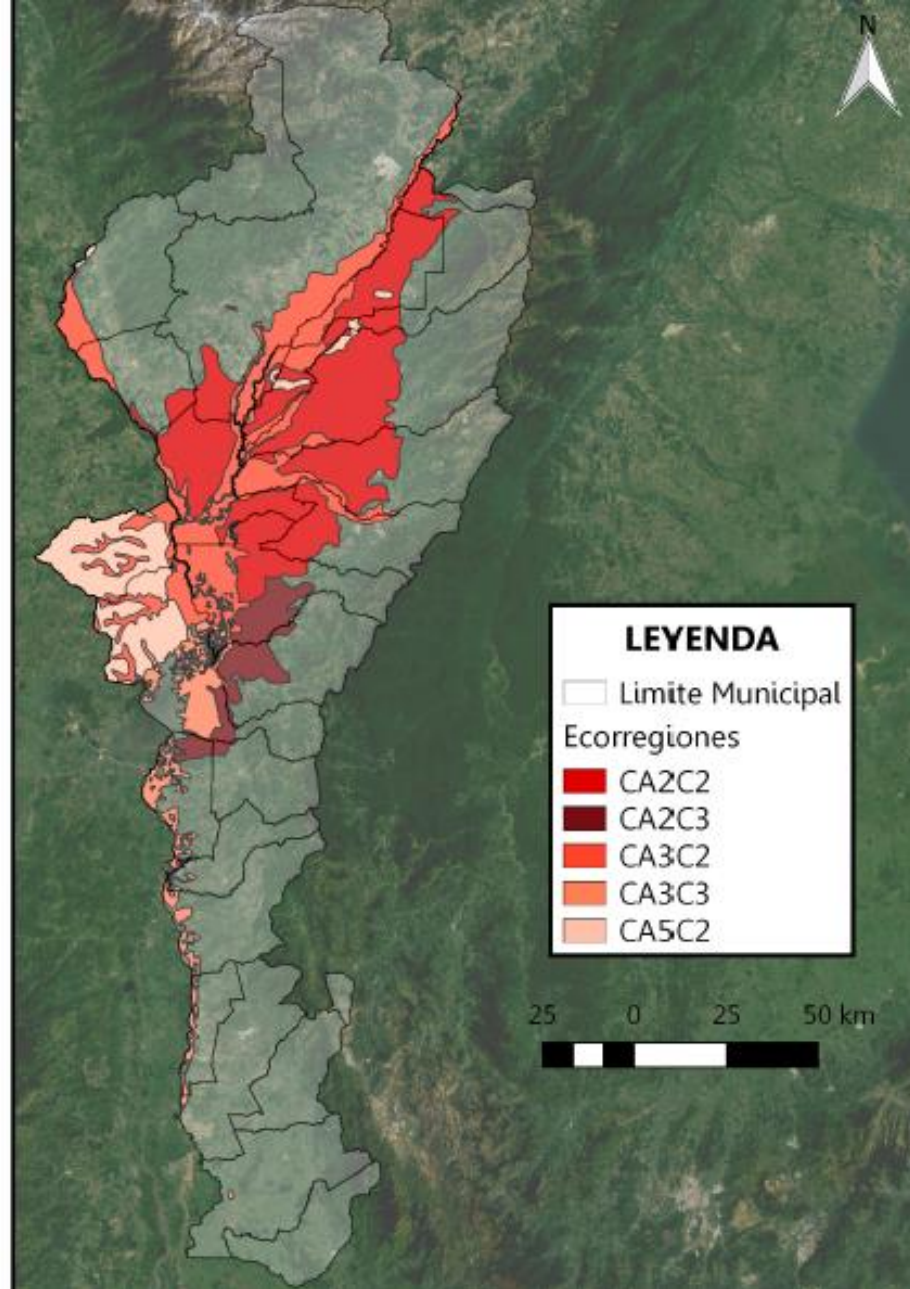
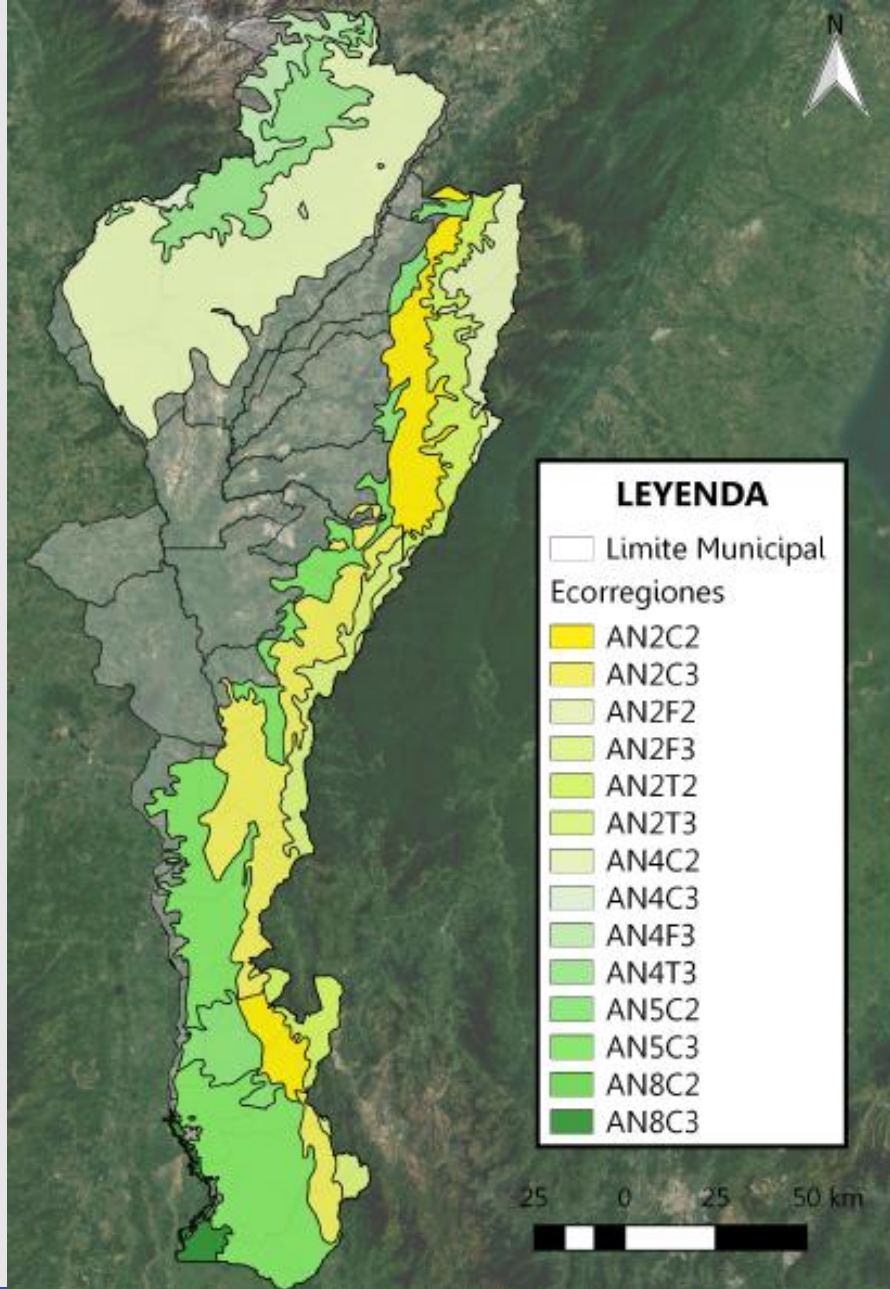


VULNERABILIDAD: BOVINOS JOVENES



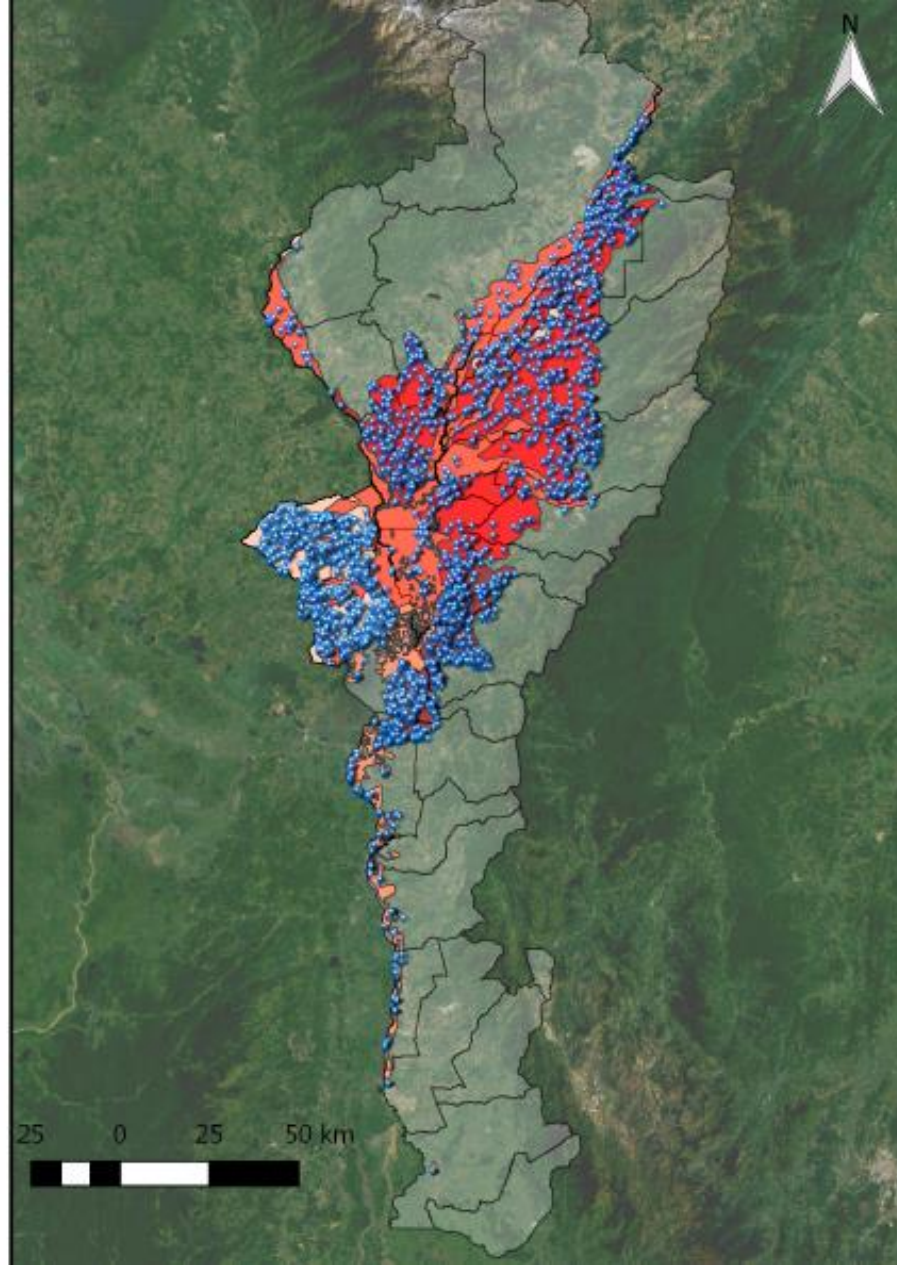
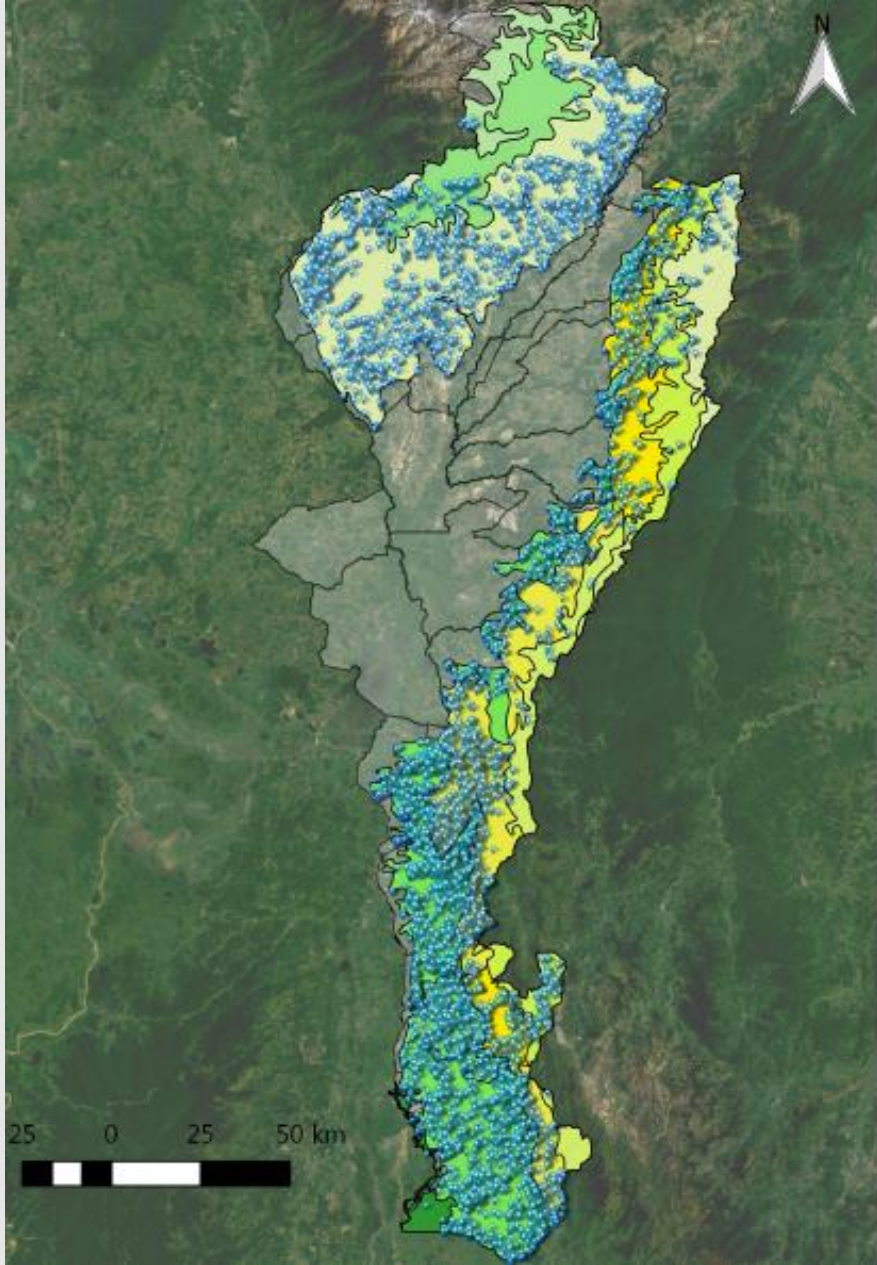


¿Apropiación del modelo?



Ecorregión	Área (Ha)	Número de predios
AN2C2	117022,63	621
AN2C3	192563,88	1318
AN2F2	66185,78	53
AN2T2	106076,97	249
AN2T3	56538,88	20
AN4C2	384175,63	1755
AN4C3	5680,92	25
AN4F3	39468,33	10
AN4T3	104760,72	86
AN5C2	62997,9	634
AN5C3	314801,91	3408
AN8C3	15643,37	10
Total	1465916,92	8189

Ecorregión	Área (Ha)	Número de predios
CA2C2	308699,02	1622
CA2C3	54552,61	748
CA3C2	204300,14	543
CA3C3	58217,69	344
CA5C2	97879,81	936
Total	723649,27	4193



Ecorregión	Área (Ha)	Número de predios
AN2C2	117022,63	621
AN2C3	192563,88	1318
AN2F2	66185,78	53
AN2T2	106076,97	249
AN2T3	56538,88	20
AN4C2	384175,63	1755
AN4C3	5680,92	25
AN4F3	39468,33	10
AN4T3	104760,72	86
AN5C2	62997,9	634
AN5C3	314801,91	3408
AN8C3	15643,37	10
Total	1465916,92	8189

Ecorregión	Área (Ha)	Número de predios
CA2C2	308699,02	1622
CA2C3	54552,61	748
CA3C2	204300,14	543
CA3C3	58217,69	344
CA5C2	97879,81	936
Total	723649,27	4193



Gracias

Source: Data Analytics Research Group
National University of Colombia (2018)
Math department - Animal Science department

Universidad Nacional de Colombia

Proyecto cultural y colectivo de nación