

RECINTO DE MAYAGÜEZ
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS Y
CIENCIAS AGRO-AMBIENTALES

Distribución espacial de árboles en el agro-ecosistema de cafeto, identificados con bacterias endofíticas usando la prueba DAS ELISA para *Xylella fastidiosa*

Carlos Bolaños¹, Mildred Zapata²,

¹ ²Departamento de Cultivos y Ciencias Agro-Ambientales, Recinto Universitario de Mayagüez. EEA-CCA



INTRODUCCIÓN

- El café (*Coffea sp.*) se produce en más de 60 países
- Genera 120 millones de empleos en todo el mundo
- Ventas anuales que superan los 90 billones de dólares
- En Puerto Rico (2007-2008, aportó con el 7% PIA)
- Para el 2011 ingresos sobre los 31 millones
- Existen 10000 caficultores 22 municipios 56000 cuerdas, 132 beneficiados, 20000 empleos en toda la isla (Flores, 2011)

- Los sistemas de información geográfica se han convertido en una herramienta poderosa para dar una idea de la distribución espacial de una epidemia a través de mapas
- SaTScan es un software libre que permite analizar estadísticamente conglomerados espaciales, temporales o espacio-temporales (Kulldorff, 2009)

- *X. fastidiosa* es la bacteria causante de epidemias de importancia económica en la agricultura.
- Clorosis variegada de los cítricos y CLS 'Coffee Leaf Scorch'
- CLS reducción del 30% de la producción en ciertas plantaciones del Brasil
- Incidencia en todas las zonas cafetaleras de este país
- A llevado al abandono completo de zonas de producción

Sintomatología de la enfermedad CLS

- Necrosis marginal-apical
 - ▶ Escoba de bruja
 - ▶ Amarillamiento de hojas nuevas
 - ▶ Muerte descendente
- Acortamiento de entrenudos



EL TRIÁNGULO DE LA ENFERMEDAD:



En el espacio y en el tiempo

Insectos vectores potenciales presentes en Puerto Rico



Caribovia



Hortensia



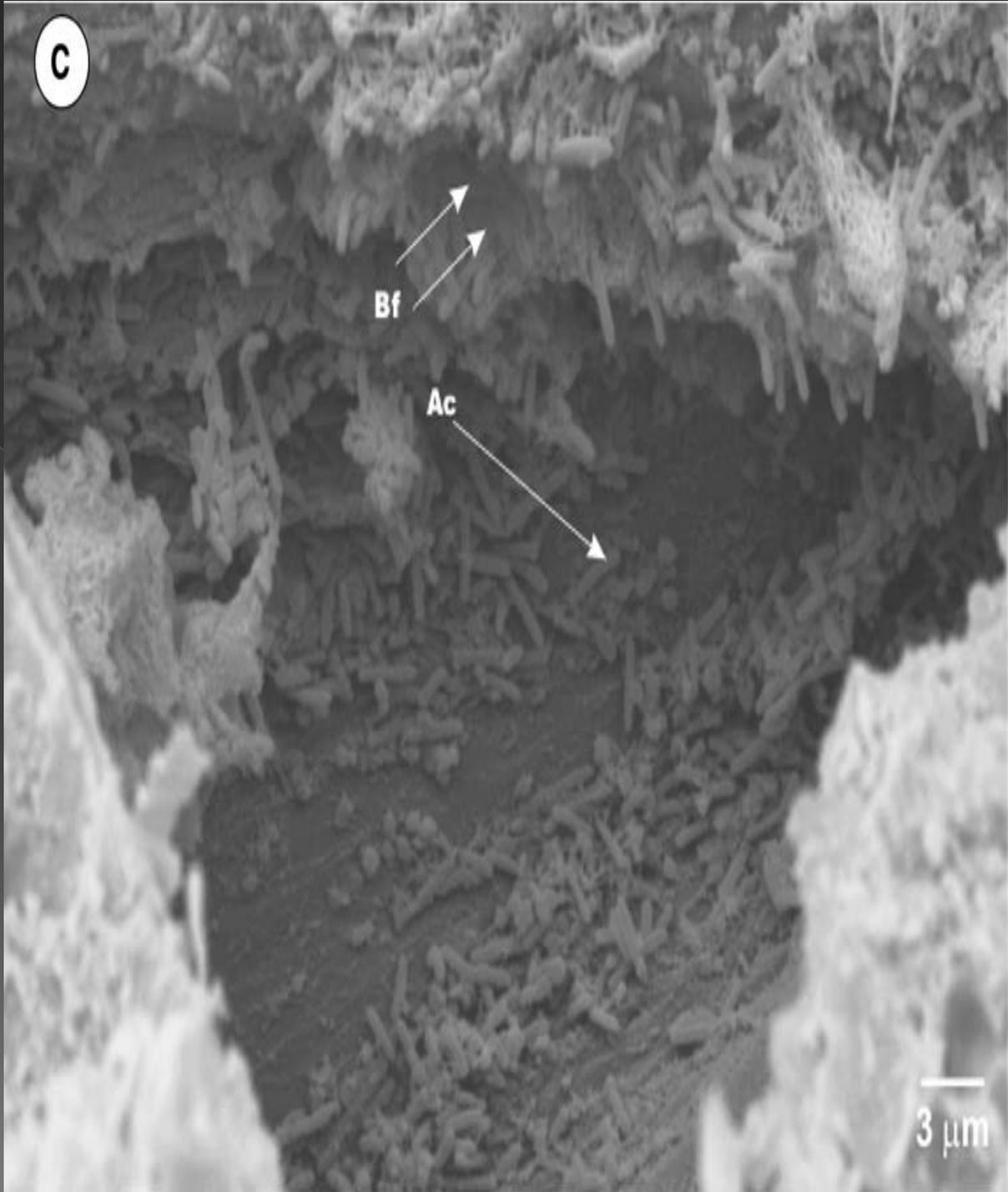
Apogonalia



Agallia

Marino- Cárdenas J., y M. Zapata, 2009

● *Xylella fastidiosa*, en el vector



- En la zona montañosa de Puerto Rico, el agricultor acostumbra realizar el cultivo intercalado de café y cítricos; por lo tanto la bacteria *Xylella fastidiosa* puede convertirse en una amenaza seria para estos cultivos.



- Generar mapas con la tecnología de Sistemas de Información Geográfica para determinar la distribución espacial de árboles en el agro-ecosistema de cafeto, identificados con bacterias endofíticas usando la prueba DAS ELISA para *Xylella fastidiosa*
- Este estudio forma parte del proyecto “Efectos potenciales de la bacteria *X. fastidiosa* en el establecimiento de cafetos bajo sombra en Puerto rico”

METODOLOGÍA

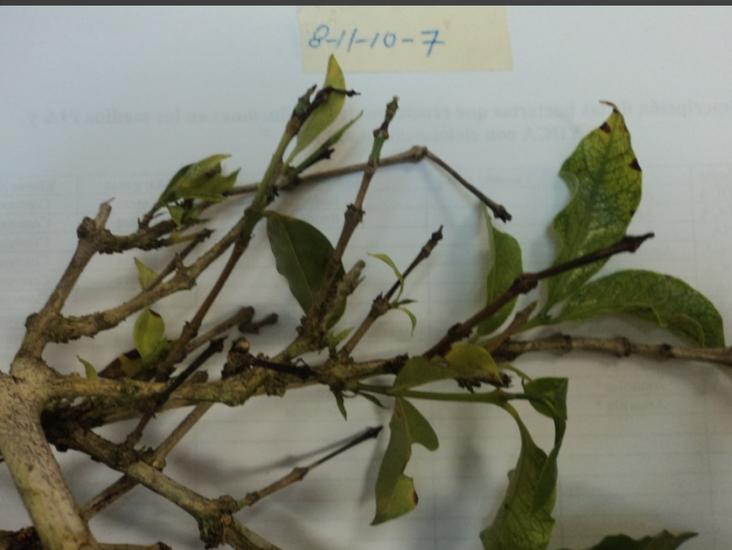
- Estudio epidemiológico:
- Muestreo y Georeferenciación
- GPSmap® 176
- GPSmap® 60
- (Garmin Inc.
Olathe KS, USA)



Población total en estudio fueron 348 árboles de cafeto y cítrico de 2 a 10 años

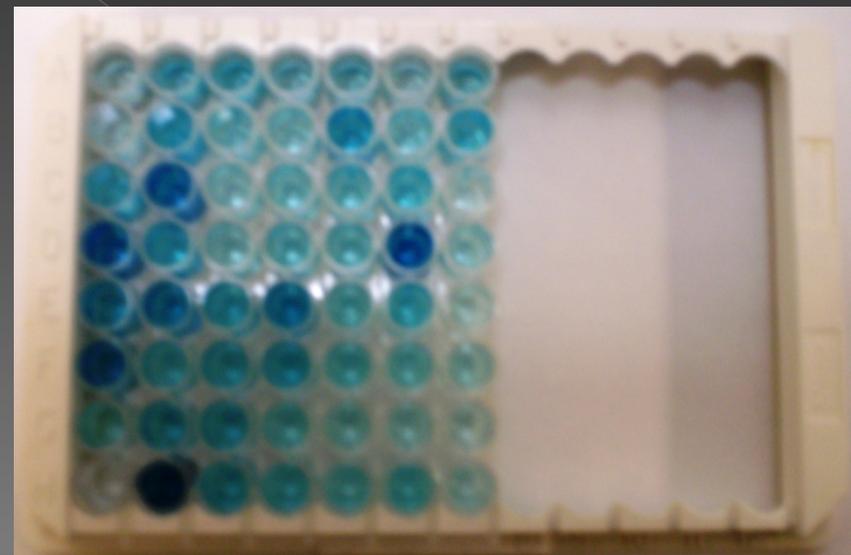
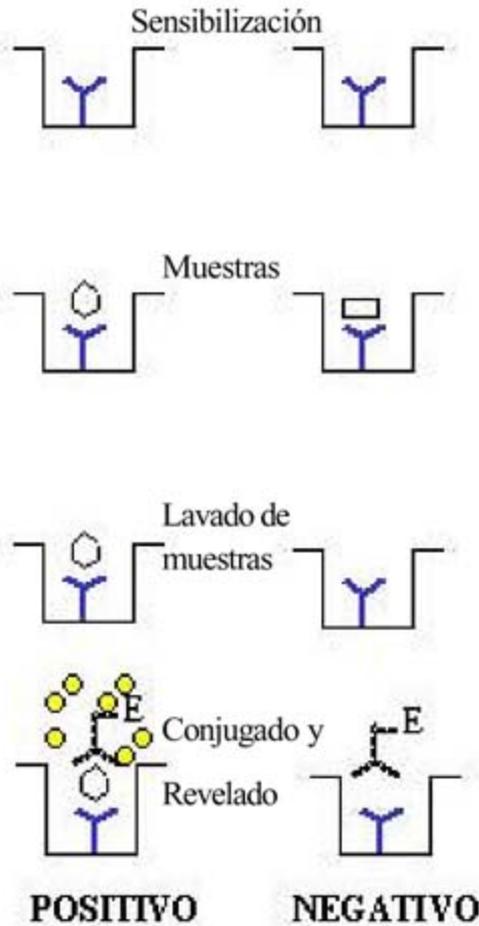
Localidades: Adjuntas, Jayuya, Las Marías y Yauco

Muestras de cafetos con ramificación anormal acortamiento de ramas y entrenudos, lignificación y hojas pequeñas escobilla de bruja. Cítricos amarillamiento intervenal, manchas parduzcas.



DAS-ELISA

Técnica de conjugados enzimáticos



Antígeno específico Antígeno no específico

Anticuerpo Reacción de sustrato

Anticuerpo conjugado

Moreno 2004

- Elaboración de mapas
- Explorer ArcGIS online software (Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, Cal. 92373)
- Geo-referenciación de muestras vegetales, según los valores de absorbancia a 650nm en la Prueba ELISA para *X.fastidiosa*
- Verde (0,02-0,1) 
- Amarillo (0,11-0,4) 
- Naranja (0,41-0,7) 
- Rojo (>0,7). 



Identificación de conglomerados espaciales

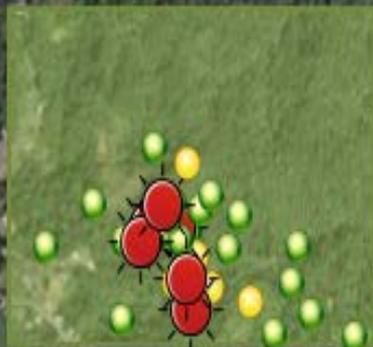
- se utilizó el software SaTScan versión 9.1.1. (Kulldorf, 2009).
- Se ingresó información referida al punto de coordenadas, casos: Absorbancia prueba ELISA > 0.7 Población: total de árboles.
- Modelo de probabilidad de Bernoulli

- Hipótesis nula: No existe diferencias en el riesgo relativo de la infección de bacterias endofíticas en las zonas geográficas analizadas (al azar)
- Hipótesis alternativa: Existe diferencias en el riesgo relativo de la infección de bacterias endofíticas en las zonas geográficas analizadas.
- Para calcular el valor de probabilidad (p) se realizaron 999 iteraciones de acuerdo al método de Monte Carlo

Resultados

- 31 casos
- Diferencias en la distribución de casos
- El programa generó Dos conglomerados (principal y secundario)
- Las parcelas de baja diversidad de especies de sombra en Las Marías y Yauco no presentaron casos

Alta diversidad



JAYUYA



Baja diversidad



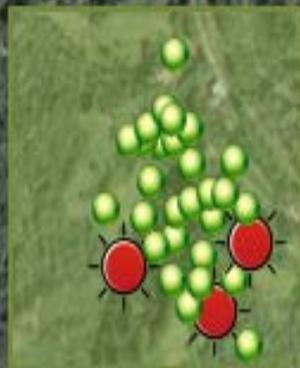
0 0,5km

Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, and the GIS User Community

POWERED BY
esri

JAYUYA

Baja diversidad



Control a sol



0 0,5km

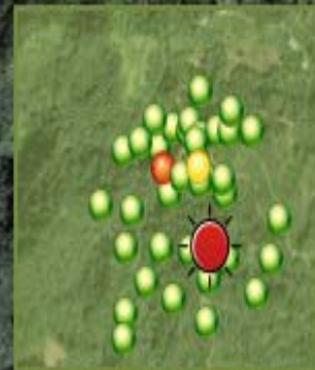
Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, and the GIS User Community



Control sol



Baja diversidad



LAS MARIAS

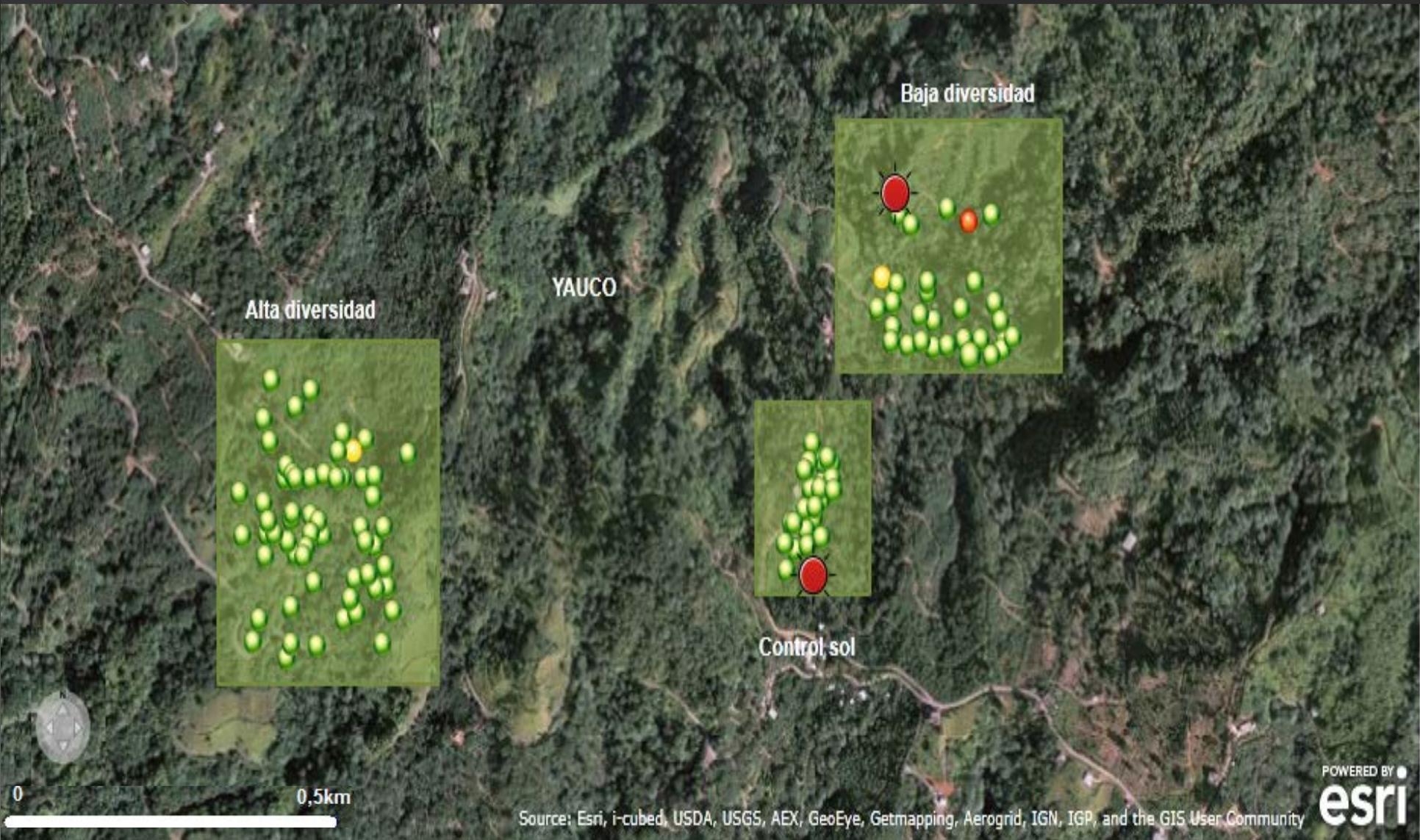
Alta diversidad



0 1km

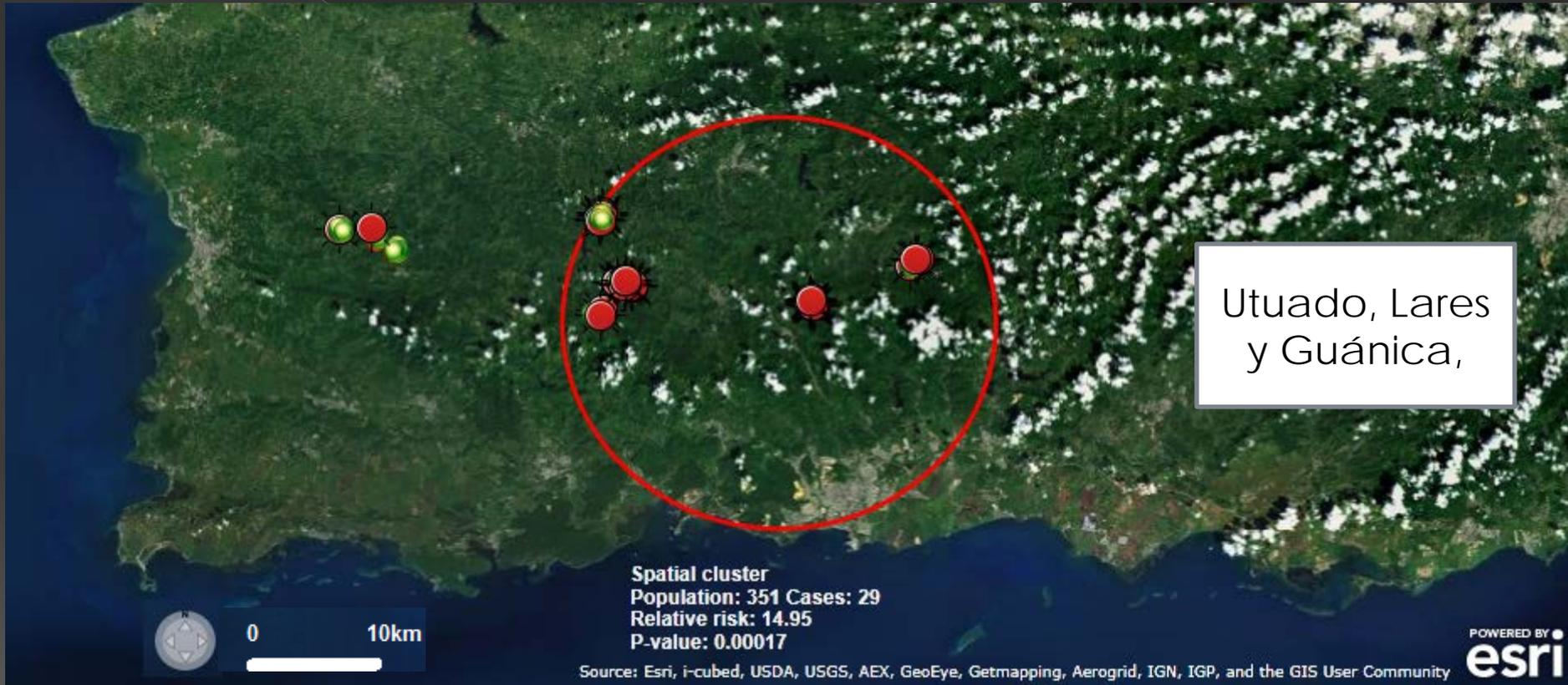
Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, and the GIS User Community

POWERED BY
esri



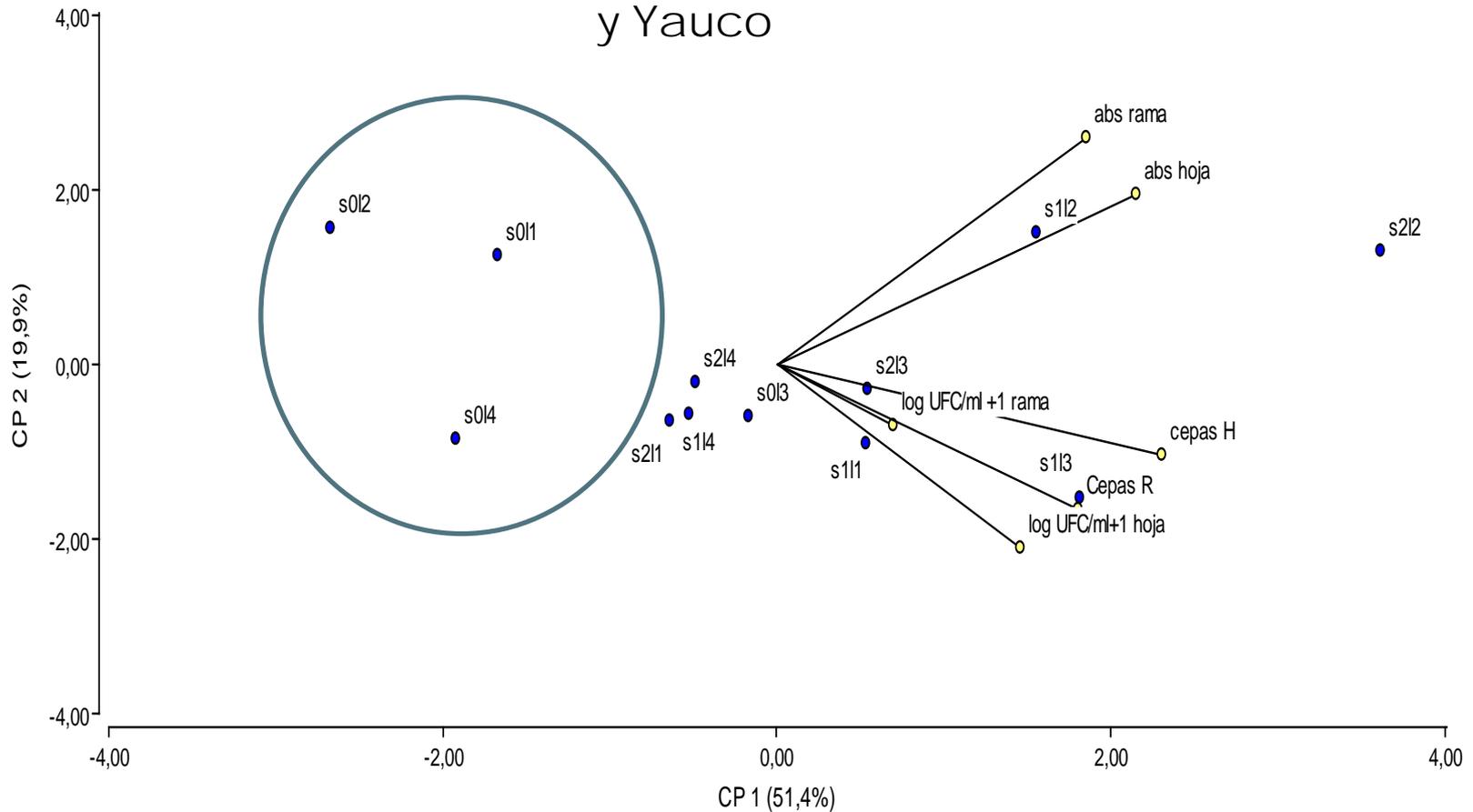
Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, and the GIS User Community

Conglomerado principal



(18.160200° N, 66.646200° E) $r = 16.84$ km

Adjuntas, Jayuya y Yauco



- El análisis de componentes principales nos permitió analizar la interdependencia de las variables y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos

Aguadilla, Aguada, Rincón, a
Añasco, Moca, San Sebastián, Cabo
Rojo, Hormigueros, Lajas y Sabana
Grande

Spatial cluster secondary
Population: 342 Cases: 2
Relative risk: 0.075
P-value: 0.00062

Spatial cluster
Population: 351 Cases: 29
Relative risk: 14.95
P-value: 0.00017

Source: Esri, I-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aeragrid, IGN, IGP, and the GIS User Community

POWERED BY
esri

18.202300° N, 67.137400° E) r=35.23 km

Conclusiones

- Absorbancia estuvo correlacionada con los mayores conteos de vectores potenciales en estas localidades (Brodbeck *et al.*, 2011).
- Hubo diferencias en el RR sin embargo son bajos
- Hubo baja cantidad de casos en Yauco pero el programa hizo un solo conglomerado con Adjuntas y Jayuya

- Cada una de los tratamientos (sombra de alta diversidad, sombra de baja diversidad y el control a sol) constituyen comunidades biológicas distintas; por lo tanto existe una variación intrínseca que debe tomarse en cuenta.
- Las parcelas del control a sol, tienen un manejo convencional donde se aplican una gran cantidad de insumos como agroquímicos (insecticidas, herbicidas) y abonamiento, esta constituye una gran diferencia frente a las parcelas de alta y baja diversidad que tienen un manejo menos intensivo (certificación)

- Los sistemas de información geográfica y los conglomerados espaciales permiten asociar con un mayor riesgo relativo la presencia de la enfermedad en las localidades de mayor altitud (Adjuntas, Yauco y Jayuya) frente a la localidad de Las Marías de menor altitud.
- Los estudios de monitoreo y las medidas de prevención para las enfermedades infecciosas emergentes (CVC y CLS) deben centrarse en las zonas donde se ubicó el mayor riesgo de la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

- Dr Raúl E. Machiavelli
UPRM
- Dr. Eduardo Schoeder
- Dra. Consuelo Estévez
UPRM
- Rosario Gaud EEA
- Víctor Gonzales EEA
- Alexis Cruz UPRM

