

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A LA PROPAGACIÓN
DEL VECTOR AEDES (CHIKUNGUNYA) EN EL DEPARTAMENTO DE
NARIÑO AÑO 2015**

GONZALO FRANCISCO PIZANO C.

NADIA CRISTINA VALLEJO G.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

PROGRAMA DE GEOGRAFÍA

SAN JUAN DE PASTO

2015

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A LA PROPAGACIÓN
DEL VECTOR AEDES (CHIKUNGUNYA) EN EL DEPARTAMENTO DE
NARIÑO AÑO 2015**

GONZALO FRANCISCO PIZANO C.

NADIA CRISTINA VALLEJO G.

**Trabajo de grado presentado en la modalidad diplomado como requisito para optar al
título de Geógrafo con énfasis en Planificación Regional**

Asesor:

CARLOS ALBERTO TORRES

Geógrafo Magister en Sistemas de Información Geográfica

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

PROGRAMA DE GEOGRAFÍA

SAN JUAN DE PASTO

2015

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Junio de 2015.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PROBLEMA	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Descripción del problema	15
1.3 Formulación del problema	16
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo general.....	19
3.2 Objetivos específicos.....	19
4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
5. MARCO CONCEPTUAL	25
6. METODOLOGÍA.....	33
6.1 Línea de investigación	33
6.2 Paradigma de investigación	33
6.3 Tipo de estudio.....	33
6.4 Esquema metodológico.....	33
6.5 Fase 1: Identificación de las variables	35
6.5.1 Modelo espacial cartográfico	36
6.6 Fase 2: Procesar la información de las variables.....	38
6.7 Fase 3: Ponderación de las variables ambientales.....	47
6.8 Fase 4: Zonificación de las áreas susceptibles a la propagación del vector <i>Aedes</i>	52
6.9 Fase 5: Publicación de un Web Map Service (WMS).....	53
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	56
7.1 Fase 1: Identificación de las Variables ambientales determinantes del vector <i>Aedes</i>	56
7.2 Fase 2: Procesamiento de la información:	56
7.3 Fase 3: Ponderación de las variables ambientales.....	58
7.4 Fase 4: Zonificación de las áreas susceptibles a la propagación del vector <i>Aedes</i>	59
7.5 Fase 5: Publicación de un Web Map Service (WMS).....	71

8. CONCLUSIONES	72
9. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76
ANEXO A. PRODUCTOS CARTOGRAFICOS	77

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Municipios de Nariño por Subregiones.....	22
Tabla 2. Mapa con valores ponderados	51
Tabla 3. Porcentajes de afectación por Municipios de la propagación del vector Aedes...71	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Departamento de Nariño	20
Figura 2. Chikungunya	26
Figura 3. Esquema Metodológico.....	34
Figura 4. Modelo espacial cartográfico	36
Figura 5. Proceso de descarga DEM	37
Figura 6. DEM Nariño	37
Figura 7. Temperatura total en Nariño	38
Figura 8. Proceso clasificación No. 1	39
Figura 9. Proceso de clasificación No. 2	39
Figura 10. Reclasificación temperatura.....	40
Figura 11. Raster a polígono.....	41
Figura 12. Selección por atributos.....	41
Figura 13. Temperatura total de Nariño en función altitudinal.....	42
Figura 14. Selección para atributos de temperatura	42
Figura 15. Temperatura mayor a 19 ° C	43
Figura 16. Reclasificación de altura.....	43
Figura 17. Alturas en el Departamento de Nariño	44
Figura 18. Selección por atributos de altura	44
Figura 19. Alturas totales reclasificadas.....	45
Figura 20. Alturas menores a 2.200 m.s.n.m	45
Figura 21. Zonificación climática.	46
Figura 22. Imagen de humedad	46
Figura 23. Humedad raster.....	47
Figura 24. Polígono a raster	48
Figura 25. Superposición ponderada	49
Figura 26. Pesos para la ponderación	49
Figura 27. Ponderación de las variables ambientales.	51

Figura 28. Clasificación de ponderación.....	51
Figura 29. Zonificación de áreas susceptibles al Chikungunya.....	52
Figura 30. Áreas susceptibles al Chikungunya por municipios.....	53
Figura 31. Propagación del vector del Chikungunya en la web	54
Figura 32. Búsqueda en la web del vector AEDES.....	54
Figura 33. Desktop en Arcgis 10.2 [®]	55
Figura 34. Temperaturas Nariño	57
Figura 35. Alturas menores a 2.200 m.s.n.m	57
Figura 36. Humedad total	58
Figura 37. Pacífico Sur	59
Figura 38. Sanquianga	60
Figura 39. Telembi.....	61
Figura 40. Cordillera	62
Figura 41. Abades.....	63
Figura 42. Rio Mayo.....	64
Figura 43. Occidente	65
Figura 44. Juanambú	66
Figura 45. Guambuyaco	67
Figura 46. Pie de Monte Costero.....	68
Figura 47. Centro.....	69

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. PRODUCTOS CARTOGRAFICOS 77

RESUMEN

La utilización de los Sistemas de información geográfica ha sido de vital importancia, brindando la posibilidad de efectuar múltiples cálculos y combinaciones de datos, necesarios para generar las variables y a partir de ellas, la cartografía. Es necesario destacar que, como aporte metodológico en la generación de la cartografía de riesgos, se determinará las áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes* en el Departamento de Nariño, mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La aplicación de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) son potencialmente útiles para la distribución espacial de los vectores y estratificación de áreas de riesgo de transmisión, a su vez son importantes para el control de enfermedades y prevención de las mismas.

La distribución espacial se hará teniendo en cuenta los factores ambientales del vector *Aedes* los cuales serán identificados, procesados, ponderados, relacionados y publicados, lo cual nos ayudará a determinar las áreas con mayor susceptibilidad de propagación en el departamento de Nariño y que posteriormente puedan ayudar a la toma de decisiones. La metodología implementada se realizó por fases, cada una con diferentes actividades como lo fue la identificación de las variables ambientales, manejando una altitud menor a los 2200 m.s.n.m., temperatura ambiente mayor a los 19°C y por último una humedad con microclimas muy húmedo y húmedo.

Finalmente, es una aspiración que este trabajo sirva de apoyo en el proceso, cada día más complejo, de toma de decisiones, siendo un aporte científico y técnico, logrando establecer los fundamentos necesarios que sustenten las decisiones.

ABSTRACT

The use of geographic information systems has been vital, providing the ability to perform multiple calculations and combinations of data required to generate the variables and from them, mapping. It should be noted that, as a methodological contribution in the generation of risk mapping, susceptible to the spread of the vector *Aedes* in the Department of Nariño, using tools of Geographic Information Systems (GIS) areas will be determined.

The application of tools Geographic Information Systems (GIS) are potentially useful for spatial distribution of vectors and stratification of risk of transmission areas in turn are important for disease control and prevention thereof.

The spatial distribution will take into account environmental factors *Aedes* vector which will be identified, processed, weighted related and published, which will help us to determine areas with increased susceptibility propagation in the department of Nariño and can subsequently help to decision-making. The implemented methodology is performed in phases, each with different activities as was the identification of environmental variables, driving less at 2200 m altitude, higher at 19 ° C ambient temperature and humidity finally very humid microclimates and wet.

Finally, it is an aspiration that this work is supportive in the process, increasingly complex, decision-making, with a scientific and technical contribution, managing to establish the necessary foundations that underpin the decisions.

INTRODUCCIÓN

En el año de 1854 en Londres los brotes de cólera eran la preocupación por parte de todo el mundo, en especial para el doctor John Snow que empezó a registrar las muertes de cólera en un mapa, y analizó la principal causa de afectados por este vector y así pudo disminuir el riesgo en esa comunidad. Hoy en día podemos trabajar y analizar el espacio con diferentes herramientas de los sistemas de información geográfica que nos contribuyen en la planificación del territorio en los diferentes componentes ambientales, sociales, de salud, ecológicos, entre otros.

El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en epidemiología incluye técnicas de análisis espacial (Análisis de superficies, análisis de distancias y de proximidad, reclasificación de mapas, álgebra de mapas, geo estadística) por medio de las cuales es posible estudiar patrones de propagación de epidemias para condiciones determinantes en algunos de los factores críticos de propagación, combinando las geo ciencias, las ciencias ambientales y la epidemiología.

La dinámica de transmisión del Chikungunya, una vez dentro de nuestro territorio dependerá de las interacciones entre el ambiente, el agente, la población huésped y el vector para coexistir en un hábitat específico determinado por factores ambientales, socioeconómicos, políticos o características biológicas del virus, el vector y la persona afectada. (Plan Nacional de Respuesta frente al Chikungunya, 2014)

En este trabajo lo que se busca es determinar los municipios en el Departamento de Nariño con mayor afectación a la propagación del vector Aedes responsable de la fiebre del Chikungunya, por medio de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), utilizando el software ArcGis 10.2® se procede a ponderar las variables ambientales de

habitabilidad del mosquito y se clasifica su susceptibilidad en Alta, media y baja para que se puedan tomar medidas de prevención y promoción en estos territorios.

1. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El Departamento de Nariño no cuenta con una zonificación de las variables ambientales en la habitabilidad del vector *Aedes* que es el responsable de producir la fiebre del Chikungunya.

1.2 Descripción del problema

En el 2013 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recibió confirmación de los primeros casos de transmisión autóctona del Chikungunya en las Américas, siendo este virus de la fiebre del Chikungunya uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, se trasmite por la picadura de un mosquito del genero *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, el mismo vector que trasmite el dengue.

Desde Septiembre del 2014 el País ha estado bajo la amenaza del Chikungunya, Colombia esperaba una reacción explosiva ante su llegada no solo porque cuenta con el territorio propicio, para que se propague la enfermedad de 1.123 municipios 958 tienen las condiciones de temperatura para que viva el mosquito que lo trasmite, sino que su población nunca había estado expuesta a ese virus.

En el año 2014 en el Departamento de Nariño se registraron 20 casos en seis de sus municipios (Taminango, Barbacóas, Linares, Túquerres, Chachagüí, Tumaco) poniendo en alerta a la población debido a que es muy posible su propagación en municipios con condiciones ambientales, geográficas y demográficas óptimas para el vector *Aedes*, por ende se debe adoptar medidas necesarias para mitigar esta posible amenaza, y es de vital importancia contar con las áreas de afectación del vector *Aedes* causante de la transmisión

del Chikungunya para así poder analizar dichos casos y tomar decisiones preventivas frente a este fenómeno, desarrollando un modelo de predicción con las herramientas de sistemas de información geográfica.

En Haití en general no había trabajo sobre Aedes y transmisión de Dengue, lo cual hace que exista cierto desconocimiento estructural en indicadores sobre los índices vectoriales, circulación viral e impacto poblacional. Los casos febriles en el 2014 se trabajaban más como “*inespecíficos*” pero sin hacer pruebas para constatación viral. La epidemia de Chikungunya por su tasa de ataque e impacto cambio esto, actualmente el Ministerio de Salud Pública y Población de Haití incorporó los sistemas de información geográfica en la epidemiológica para saber los principales focos del Chikungunya y Dengue. (Sistemas de Salud, Capacidad de respuesta Integral y Determinación Socioambiental, s.f.)

En el Departamento de Nariño se quiere aplicar la misma herramienta estableciendo una zonificación de las variables ambientales en la habitabilidad del vector, observando la correlación existente de este con su entorno y como poder tomar acciones necesarias para poder contrarrestar esta epidemia.

1.3 Formulación del problema

¿Cuál es la distribución espacial a la propagación del vector *Aedes* en el Departamento de Nariño?

2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de las características de habitabilidad de los vectores permite establecer aquellas áreas en donde se propician las condiciones adecuadas para la propagación de diversas enfermedades, para el caso del Aedes como vector trasmisor de la fiebre del Chikungunya, razón por la cual, se considera de vital importancia desarrollar un análisis espacial para la distribución geográfica del vector *Aedes aegypti* y *albopictus* transmisores de la fiebre Chikungunya en el Departamento de Nariño, por medio de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el cruce de diversas variables que se identificaron como indispensables en la ubicación geográfica para su hábitat; obteniendo así el mapa de zonificación y localización geográfica del vector *Aedes*, investigación que servirá de insumo para la toma de decisiones en salud pública y con ello el desarrollo de actividades de prevención y promoción.

Aunque en el 2015 no hay transmisión autóctona del Chikungunya en el Departamento de Nariño, el riesgo de que se introduzca en las poblaciones de mosquitos vectores es probablemente mayor de lo que se había pensado, especialmente en áreas húmedas y muy húmedas donde el vector *Aedes aegypti*, es uno de los principales causantes del Chikungunya. Esta amplia distribución de vectores competentes, sumada a la falta de exposición al Chikungunya de la población nariñense, pone a la Región en riesgo de introducción y diseminación del virus.

El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en la epidemiología es realmente importante para determinar áreas afectadas por diferentes enfermedades, vectores, contaminaciones, entre otros y así poder tomar medidas preventivas o de respuesta temprana evitando propagación de las mismas, por tal motivo realizamos este

trabajo con base en el vector *Aedes* para la identificación de zonas de propagación del vector.

En consecuencia, el papel del Geógrafo en este trabajo es el análisis geográfico espacial en temáticas concernientes con la presencia de enfermedades o epidemias relacionadas a la distribución de los vectores que las transmiten, es de suma importancia para la ciencia geográfica el aporte que se realice desde la aplicación de las tecnologías de la información geográfica, como una contribución a la prevención de la enfermedad y la salud de las regiones.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Determinar la distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes* (*Chikungunya*) en el Departamento de Nariño año 2015. Con el fin de dar a conocer los municipios de mayor propagación del vector, teniendo en cuenta las variables ambientales de habitabilidad del *Chikungunya*, para la toma de decisión en el control de la epidemia del vector *Aedes*.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las variables ambientales determinantes del vector *Aedes* en el Departamento de Nariño.
- Procesar y ponderar las variables ambientales determinantes del vector del *Aedes* en el Departamento de Nariño.
- Zonificar las áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes* en el Departamento de Nariño a través de la relación en la información espacial y las variables ambientales del vector.
- Publicar un Web Map Service (WMS), de los resultados obtenidos.

4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Departamento de Nariño se encuentra localizado en el Suroccidente de la Republica de Colombia, entre los 00°31'34" y 02°41'08" de Latitud Norte y los 75°51'19" y 79°01'34" de Longitud Oeste. Al Norte, limita con el departamento del Cauca; al Sur, con la República del Ecuador; al Oriente, con el Departamento del Putumayo y, al Occidente, con el Océano Pacífico. La superficie total del Departamento es de 33.265 km², correspondientes al 2,9% de la extensión territorial del País. (Observatorio de Procesos de Desarme, 2011)



Figura 1. Departamento de Nariño

Fuente: Ministerio de Salud, 2014

De acuerdo a su geografía, Nariño se divide en tres zonas naturales: la Llanura del Pacífico, que ocupa el 52% del departamento; la Región Andina, 46%; y la Vertiente Amazónica, 2%. (Villora de la Hoz, 2007).

Las condiciones agro-climáticas van desde el nivel del mar hasta alturas superiores a 4.000 metros sobre el nivel del mar (OCHA, 2007). La cordillera de los Andes tiene gran importancia en la geografía del Departamento. Particularmente, el Nudo de los Pastos, entrada de la cordillera al País, y el Macizo Colombiano, la estrella hídrica más importante de Colombia.

En el Macizo, considerado por la Unesco como reserva de la biosfera, nacen algunos de los principales ríos de Colombia: el Magdalena, el Cauca, el Caquetá y el Patía (Tocancipa, 2003. Citado en Restrepo, 2009).

Esta zona se constituye en un punto importante de comunicación que facilita el tránsito hacia otros departamentos del sur del país. Históricamente, el Macizo Colombiano ha sido lugar de colonización y confrontación por la tierra.

Las vías de comunicación terrestre en el departamento son precarias, especialmente en el centro oeste, siendo necesario el uso de vías de acceso fluvial.

Las cabeceras municipales de Pasto, Tumaco, Ipiales y El Charco cuentan con aeropuertos (OCHA, 2007).

Municipios: Nariño está dividido en 64 municipios y 13 subregiones.

La ciudad de San Juan de Pasto es la capital del Departamento.

A continuación se muestra una tabla de las subregiones y los respectivos municipios del Departamento de Nariño.

Tabla 1.

Municipios de Nariño por Subregiones

Subregión	Municipios
	Los andes
	La llanada
Guambuyaco	El peñol
	El tambo
	Samaniego
Los Abades	Santacruz
	Providencia
	El Tablón de Gómez
	San José de Albán
	San Bernardo
Rio Mayo	Belén
	Colon – Génova
	La Cruz
	San Pablo
	La Unión
	San Pedro de Cartago
Juanambú	San Lorenzo
	Arboleda
	Buesaco
	Pasto

	La Florida
	Chachagüí
Centro	Yacuanquer
	Nariño
	Tangua
	Taminango
	Cumbitara
La Cordillera	Policarpa
	El Rosario
	Leiva
	Sandona
Occidente	Ancuya
	Linares
	Consaca
	Magüi (Payan)
Telembi	Barbacoas
	Roberto Payan
	El Charco
	Olaya Herrera
Sanquianga	La Tola
	Mosquera
	Santa Bárbara (Iscuande)
Pacifico Sur	Tumaco

	Francisco Pizarro (Salahonda)
Pie de Monte Costero	Ricaurte
	Mallama (Piedraancha)
	Ipiales
	Aldana
Ex Provincia de Obando	Guachucal
	Cumbal
	Cuaspud
	Pupiales
	Puerres
Ex Provincia de Obando	Cordoba
	Potosí
	El Contadero
	Iles
	Gualmatán
	Funes
	Túquerres
	Imués
Sabana	Guaitarilla
	Ospina
	Sapuyes

Fuente: Este estudio

5. MARCO CONCEPTUAL

SIG: Un Sistema de Información Geográfica (**SIG** o **GIS**, en su acrónimo inglés (Geographic Information System) es una integración organizada de *hardware*, *software* y *datos geográficos* diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión. (*Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS*).

Para Gutiérrez., L. (2000) los Sistemas de Información Geográfica SIG son una nueva tecnología que forma parte del ámbito más extenso de los Sistemas de Información, y que permiten al analista gestionar y analizar una información espacial existente mediante herramientas sofisticadas y de múltiple propósito con aplicaciones en campos tan variados como en la planificación municipal, en sistemas de movilidad, gestión de redes públicas, y análisis de mercados entre muchas otras.

Según Rodríguez & Pascual (1993) un Sistema de Información Geográfica SIG es “un modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligado a la tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas en concreto” (Gomez.M, 2005, pág. 2).

Los Sistemas de Información Geografía (SIG) en la actualidad, se han convertido en una herramienta muy importante no sólo para la geografía al momento de hablar de Planes de Ordenamiento Territorial y acciones encaminadas a la toma de decisiones. Si no, también son en una herramienta que permite realizar estudios y análisis de diferentes tipos de fenómenos bien sea de tipo ambiental, epidemiológico, urbanístico, criminalístico, entre otros, esto es gracias a que los Sistemas son un herramienta integradora y con un gran campo de acción.

SIGEPI: Métodos y procedimientos simplificados para el análisis en salud pública incluyendo funciones de un sistema de información geográfica (SIG) junto con las capacidades analíticas de epidemiología y estadística. En este sentido, es el primer software en incluir métodos y técnicas de análisis espacial orientado a la salud no disponible en software comercial de uso frecuente. (SIGEPI, s.f.:13)

Chikungunya: El vector del Chikungunya es una enfermedad viral que se propaga por la picadura de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* que son los mismos vectores del dengue, El nombre *Chikungunya* se deriva de una palabra en Makonde, el idioma que habla el grupo étnico que vive en el sudeste de Tanzania y el norte de Mozambique. Significa a grandes rasgos “doblarse por el dolor”. (Instituto departamental de salud de Nariño, programa de promoción prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores, Jhon Arias, 2014)



Figura 2. Chikungunya

Fuente: Organización panamericana de la salud (OPS)

Susceptibilidad: Cualquier persona o animal que no posee suficiente resistencia contra un agente patógeno determinado que le proteja contra la enfermedad si llega a estar

en contacto con el agente. (Glosario de terminología de vigilancia epidemiológica, mercosur, s.f.)

Propagación: Multiplicación por vía de producción en este caso del virus Aedes

Datos Espaciales: Son el eje central de un Sistema de Información Geográfica, los datos espaciales son los datos geográficos que describen la forma y la ubicación de un objeto u elemento geográfico sobre la superficie de la tierra, enlazado con los atributos de métodos estadísticos y epidemiológicos. (SIGEPI, s.f.:23)

Formato Raster: Es una representación gráfica o descripción de un objeto que es obtenido básicamente por una fuente óptica y electrónica. El resultado obtenido es una imagen gráfica. Un ejemplo de datos de este tipo incluye los datos obtenidos por sensores remotos como imágenes de satélite, así como imágenes digitalizadas y fotografías aéreas. (SIGEPI, s.f.:2)

Epidemiología: Al estudio de la frecuencia y características de la distribución de enfermedades, así como de los factores que las determinan, condicionan o modifican siempre en relación con una población, en un área geográfica y en un periodo determinado. Proporciona información esencial para la prevención y el control de enfermedades. (Robles Lombana, s.f.: 39)

Incidencia: Se refiere a la aparición de nuevos casos dentro de un marco de tiempo especificado y proporciona una vista de inicio dentro de una ventana de tiempo relativamente estrecha. (Análisis espacial del estudio de los casos de dengue en la Guajira. (Robles Lombana, s.f.: 39)

Amenaza: Probabilidad de ocurrencia de que se presente un fenómeno natural, antrópico o socio-natural, en un determinado espacio y tiempo que pueda presentar daños sociales, culturales, naturales y económicos.

Las amenazas se dividen en Naturales, Antrópicas y Socio-Naturales, tendremos en cuenta en este proyecto los conceptos de Allan Lavell (2003) de su libro “La Gestión Local del Riesgo” que dice lo siguiente:

- **Amenaza Natural:** Peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno de origen natural -por ejemplo, un terremoto, una erupción volcánica, un tsunami o un huracán cuya génesis se encuentra en los procesos naturales de transformación y modificación de la Tierra y el ambiente suelen clasificarse acuerdo con sus orígenes terrestres o atmosféricos, permitiendo identificar entre otras, amenazas geológicas, geomorfológicos, climatológicas, hidrometeorológicas, oceánicas y bióticas.
- **Amenaza Antrópica:** Peligro latente generado por la actividad humana en la producción, distribución, transporte, consumo de bienes y servicios y la construcción y uso de infraestructura y edificios. Comprenden una gama amplia de peligros como lo son las distintas formas de contaminación de aguas, aire y suelos, los incendios, las explosiones, los derrames de sustancias tóxicas, los accidentes en los sistemas de transporte, la ruptura de presas de retención de agua etc.
- **Amenaza Socio-Natural:** Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación ambiental o de intervención humana en los ecosistemas naturales. Las amenazas socio-naturales se crean en la intersección de la naturaleza con la acción humana y representan un proceso de conversión de recursos en amenazas.

Riesgo: Según la Ley 1523 del 2012 el concepto de riesgo corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un lugar y tiempo determinado, se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad que tiene la población frente a una amenaza, Andrew Maskrey (1998) citando a Wilches Chau (1989) propuso una clasificación de diez componentes, Vulnerabilidad física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, epidemiológica, institucional que tiene una comunidad de ser afectada ante un evento adverso.

Mitigación: Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.(Ley 1523 del 2012)

Desktop: visualización, búsqueda, análisis e integración junto a la posibilidad de crear y editar elementos geográficos. Se suben a la web mapas que puede compartir sin límite con otros usuarios, personas u organizaciones. (<http://www.esri.es/es/productos/arcgisarcgis-for-desktop/>) ESRI/ España.

Geoprocesamiento: Se basa en un marco de transformación de datos. “Es la ejecución metódica de una secuencia de operaciones en los datos geográficos para crear nueva información. El geoprocesamiento admite la automatización de los flujos de trabajo al proporcionar un amplio conjunto de herramientas y un mecanismo para combinar una serie de herramientas en una secuencia de operaciones mediante modelos y secuencias de comandos” (ArcGIS Resource Center, 2012)

Distribución Espacial. Se entiende por Distribución Espacial el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una determinada manera sobre el espacio geográfico. Estas pueden ser puntos, líneas o polígonos (áreas) con diferentes atributos asociados en sistema vectorial, o localizaciones dispersas que representan puntos y zonas con clases similares contiguas en sistema raster. Manchas de entidades geográficas puntuales pueden ser transformadas como áreas de diferente forma y extensión. Las transformaciones en el formato espacial de las entidades (de raster a vectorial y de vectorial a raster) en sistema SIG se realizan con motivo de buscar la mayor aptitud en el posterior Análisis Espacial (Gamir, 2011: 23).

Prevención: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible. (Ley 1523 del 2012)

Aedes: Al género de la clase Insecta; del orden Díptera de la familia Culicidae, subfamilia Culicinae, tribu Aedini constituida por 41 subgéneros y 1,019 especies mundiales. Las especies de este género, son transmisores del flavivirus dengue. Este género puede transmitir también otros Arbovirus. (Ministerio De Salud, s.f.: 22)

Aedes aegypti: el mosquito de la fiebre amarilla, es un culícido que puede ser portador del virus del dengue y de la fiebre amarilla, así como de otras enfermedades, como el chikungunya. Es miembro del subgénero *Stegomyia* dentro del género *Aedes* (al que

pertenece el estrechamente emparentado *Aedes albopictus* vector también del Dengue). (Universidad de la república facultad de medicina, instituto de higienes.,s.f.).

Kriging: es una herramienta de Arcgis de geoprocésamiento que Interpola una superficie de raster a partir de puntos

Autocorrelación: basada en las ubicaciones y los valores de las entidades simultáneamente. Dado un conjunto de entidades y un atributo asociado, evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o es aleatorio.

Superposición ponderada: (Weigthed Overlay) Superpone varios ráster con una escala de medición común y pondera cada uno según su importancia.

Antipiréticos: Fármaco que hace disminuir la fiebre. Suelen ser medicamentos que tratan la fiebre de una forma sintomática, sin actuar sobre su causa. (Carrera de Farmacia, s.f.: 10)

Vector. Al transportador y transmisor biológico del agente causal de enfermedad para efectos de esta Guía, se refiere al artrópodo que transmite el agente causal de una enfermedad, por picadura, mordedura, o por sus desechos. (Ministerio De Salud, s.f.: 22)

Autóctono: En la biología se usa el término *autóctono* para designar a aquellos seres vivos que son propios del ecosistema en el que se hallan, en contraposición con los alóctenos. Estos seres autóctonos se suponen evolutivamente adaptados al ecosistema, y por lo tanto canalizan mejor los flujos de materia y energía del mismo que otros seres introducidos que tenderán a causar desequilibrios. (Glosario de terminología de vigilancia epidemiológica mercosur, s.f.)

Huésped: *Huésped* todavía conserva el sentido de "el que aloja", es decir, aquel organismo que acoge a un parásito o simbiote, (medicina y prevención, <http://www.medicinayprevencion.com/salud/salud.htm>).

Hábitat: En el ecosistema, hábitat es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Así, un hábitat queda descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo. (Secretaria Distrital del Habilidad, s.f.).

6. METODOLOGÍA

Este proyecto denominado “Determinación de la distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector Aedes en el departamento de Nariño”.

6.1 Línea de investigación

Sistemas de Información Geográfica (SIG) sensores remotos y cartografía del Programa de Geografía.

6.2 Paradigma de investigación

Se enmarca dentro del paradigma cuanti- cualitativo porque a partir de datos estadísticos se puede analizar y describir situaciones del fenómeno a estudiar.

6.3 Tipo de estudio

De acuerdo con las características del problema a investigar el estudio se enmarca dentro del tipo de investigación analítica descriptiva cuyo objetivo es analizar las variables ambientales del fenómeno a estudiar y analizar el resultado de las posibles áreas de propagación del vector Aedes. Se ubicaron espacialmente los casos del Chikungunya notificados a la Secretaría de Salud de Nariño utilizando el software ArcGis 10.2®, y las herramientas de análisis espacial ubicando las variables de forma espacial.

6.4 Esquema metodológico

Se realiza el esquema metodológico para que se tenga una mayor comprensión en cuanto a los procesos que se tuvieron en cuenta para el cumplimiento de cada objetivo propuesto, así como también los insumos que se necesitaron y las herramientas de geoprocésamiento necesarias para la obtención de la cartografía final que nos muestra la distribución espacial a las áreas susceptibles a la propagación del vector Aedes (Chikungunya) en el Departamento de Nariño año 2015.

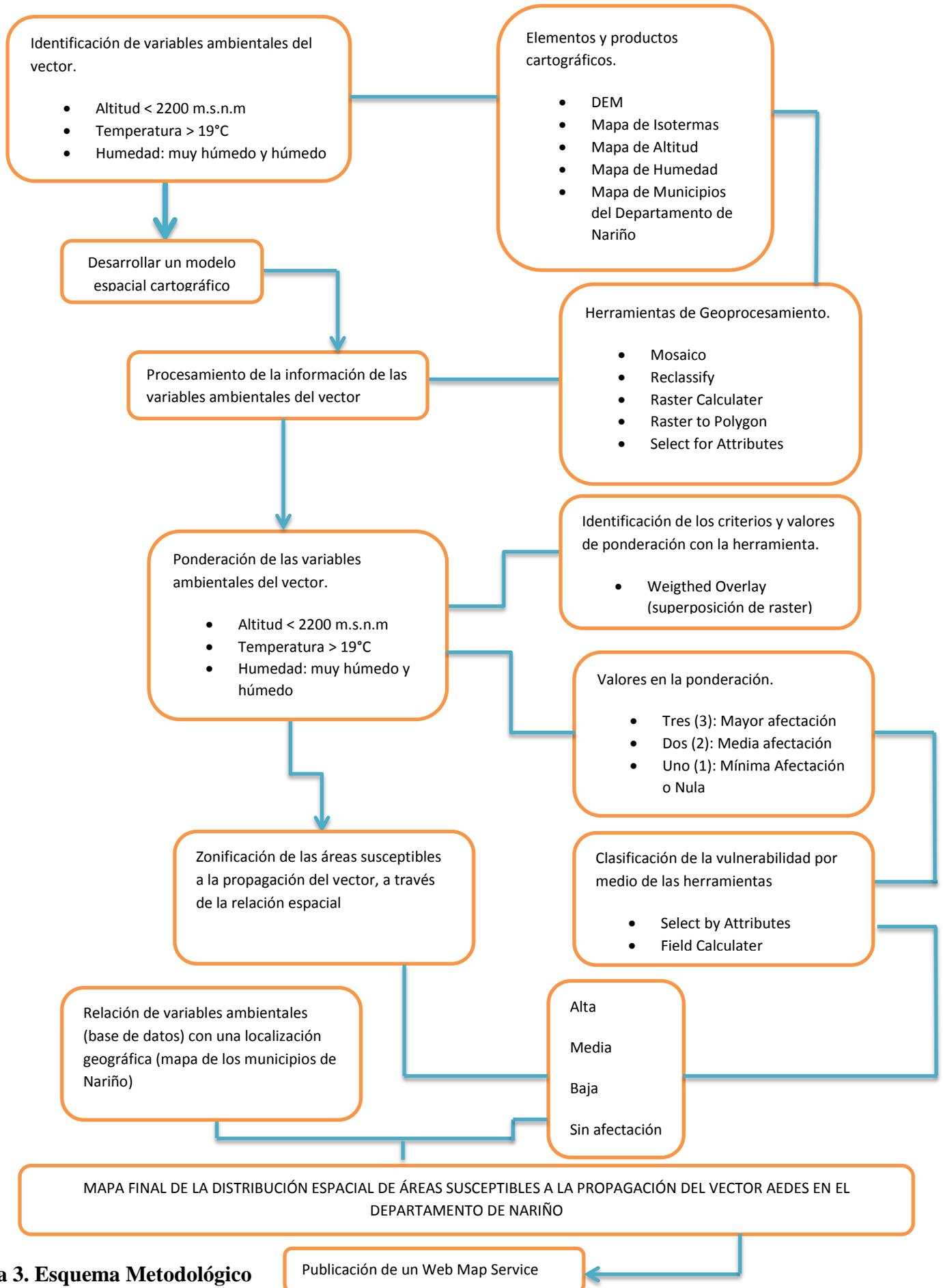


Figura 3. Esquema Metodológico

Publicación de un Web Map Service

6.5 Fase 1: Identificación de las variables

VARIABLES DEL VECTOR: Ambientales

- Altitud: < 2200 msnm
- Temperatura ambiente: 19-36 °C
- Humedad: (Muy Húmedo – Húmedo)

Lo anterior, son factores ambientales del vector que determinan la enfermedad y para caracterizar las zonas con prevalencia del Chikungunya se contó con la identificación de las variables y así determinar zonas de posible propagación del vector.

Actividad 1: Desarrollar un modelo espacial cartográfico

El Modelado Cartográfico se usa para analizar simultáneamente las características tanto espaciales como temáticas de la información geoespacial.

Se realiza un cruce de información geoespacial de las variables ambientales con la localización geográfica (Departamento de Nariño), utilizando las herramientas de geoprocésamiento y de análisis espacial del software ArcGis 10.2® obteniendo un resultado en específico, representado cartográficamente como un mapa de la distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector Aedes.

6.5.1 Modelo espacial cartográfico

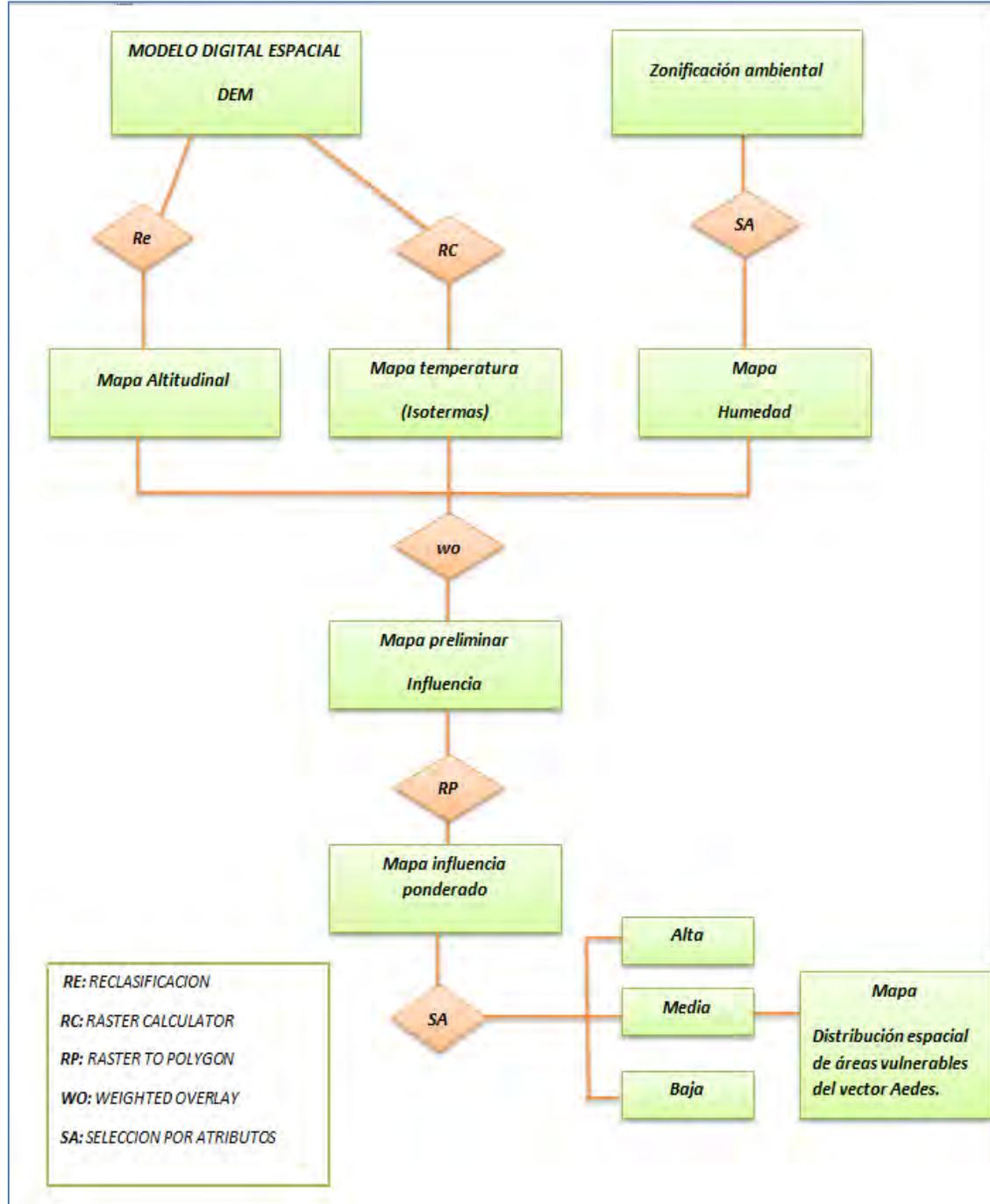


Figura 4. Modelo espacial cartográfico

Fuente. Este estudio

Actividad 2: Descarga del modelo digital de elevación (DEM) para obtener la temperatura en función altitudinal, (una de las variables ambientales del vector).

Para este ejercicio se tuvo en cuenta el modelo digital de elevación descargado de ASTER GDEM, proceso que se describe a continuación.



Figura 5. Proceso de descarga DEM

Fuente. Este estudio

Actividad 3: Realizar un mosaico de las imágenes descargadas

Ya descargadas las imágenes se procede a realizar un mosaico desde el software ArcGis 10.2® y se une en su totalidad el área de estudio en este caso el Departamento de Nariño.

Resultado.

Modelo digital de elevación (DEM).

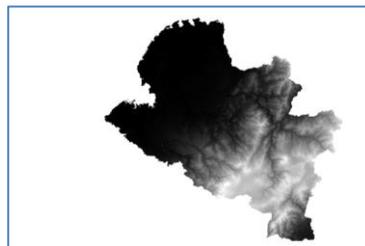


Figura 6. DEM Nariño

Fuente. Este estudio

6.6 Fase 2: Procesar la información de las variables.

Para ello se necesita tener un mapa de temperaturas, un mapa de alturas y un mapa de humedad, para identificar las variables ambientales del vector Aedes y poder determinar las posibles áreas de afectación en el Departamento de Nariño.

Actividad 1: Sacar la temperatura en función altitudinal, a partir del DEM desde la herramienta Raster calculator, estableciendo la fórmula:

Temperatura Máxima en Nariño. $29.42 - \text{gradiente } 0.0061 * \text{el DEM}$

Proceso que se describe en la siguiente figura.

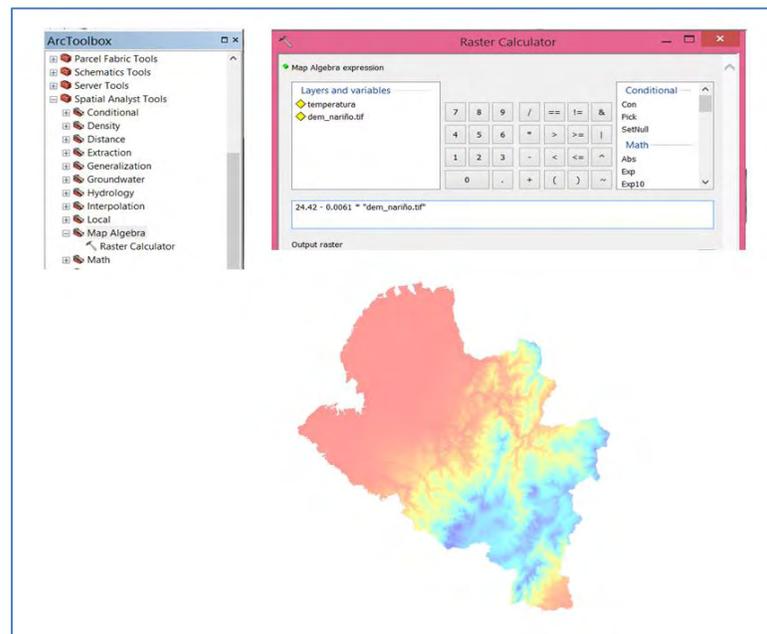


Figura 7. Temperatura total en Nariño

Fuente: este estudio

Actividad 2: Reclasificación del Mapa de temperatura.

Después de obtener el mapa de la temperatura en función altitudinal, utilizamos las herramientas de geoprocésamiento y hacemos una reclasificación, asignando valores que estén entre 0° a 29°C q es la temperatura más alta que se tiene en el Departamento de Nariño.

Procesos que se describen a continuación.

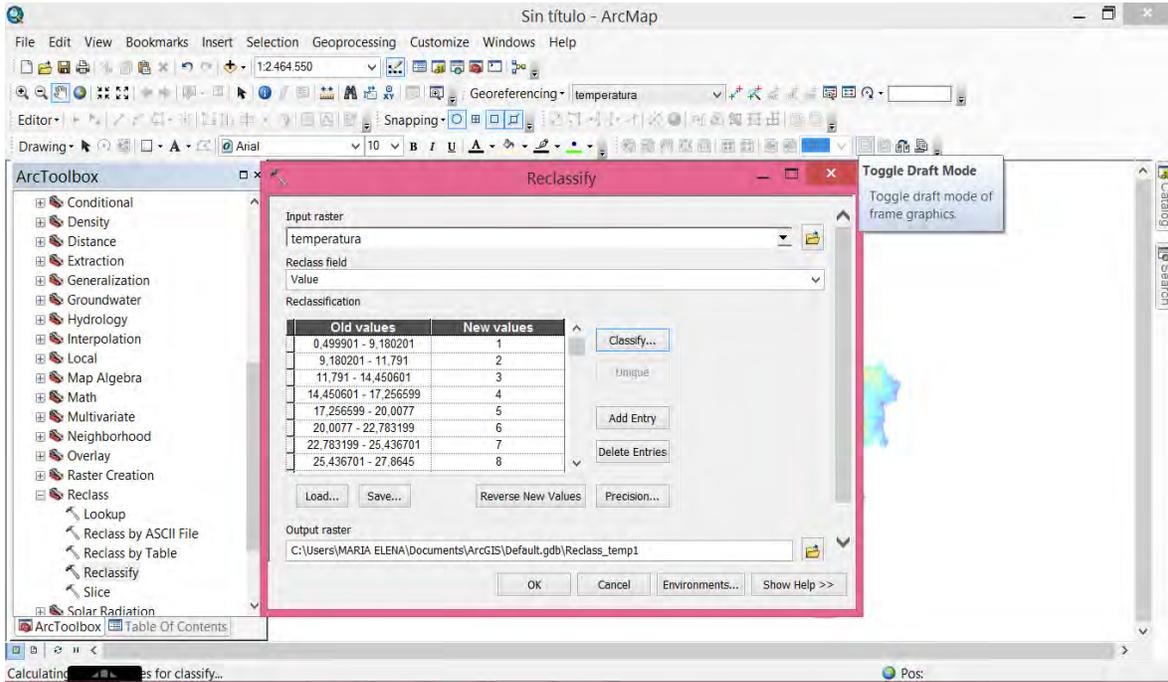


Figura 8. Proceso clasificación No. 1

Fuente: este estudio

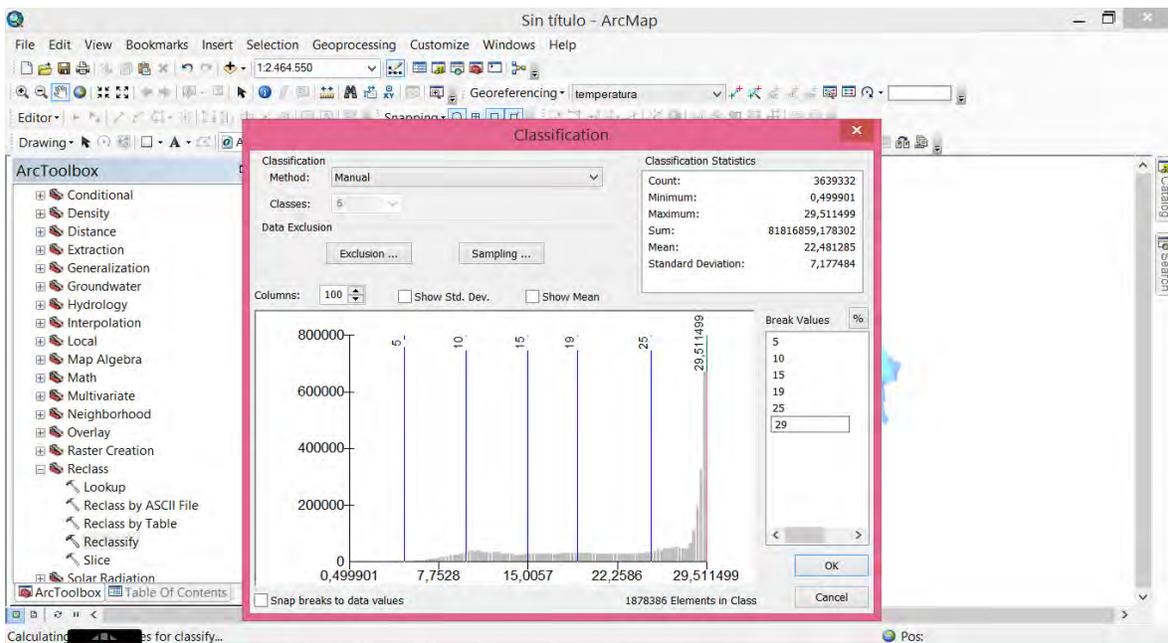


Figura 9. Proceso de clasificación No. 2

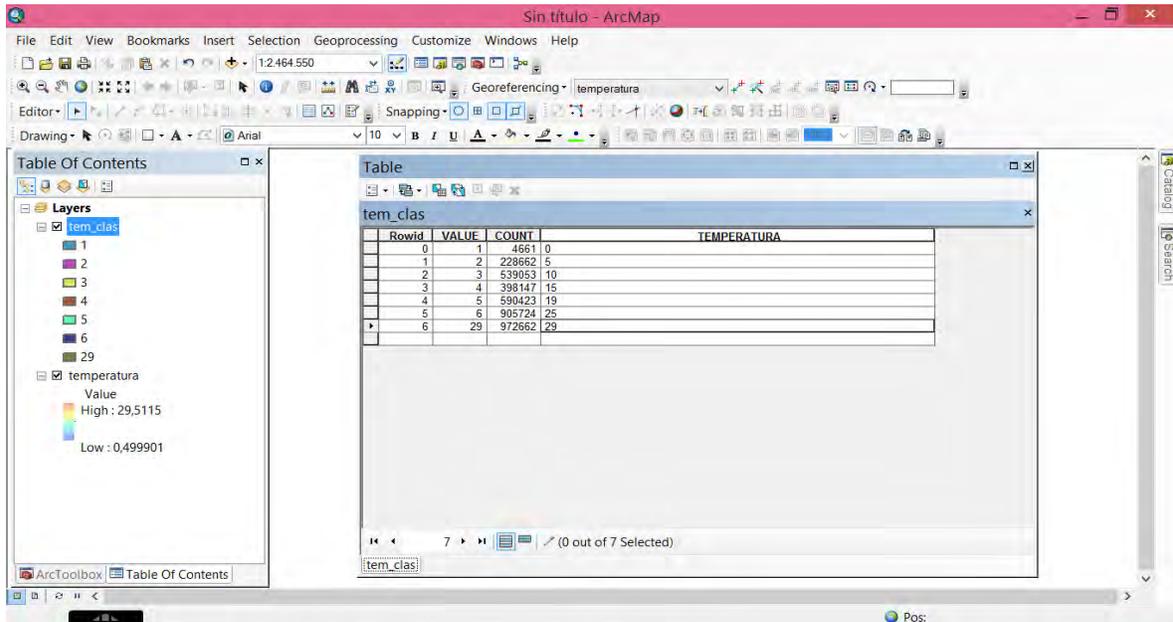
Fuente: este estudio

Actividad 3: Crear un campo con los valores totales de temperatura

Se abre la tabla de atributos y se crea un nuevo campo que se llame temperatura.

Con los valores de (0 - 5 - 10 - 15- 19 - 25 - 29°C).

Proceso que se describe en la siguiente figura.



Rowid	VALUE	COUNT	TEMPERATURA
0	1	4661	0
1	2	228662	5
2	3	539053	10
3	4	398147	15
4	5	590423	19
5	6	905724	25
6	29	972662	29

Figura 10. Reclasificación temperatura

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de temperatura reclasificado con valores de 0°C a 29°C

Actividad 4: Convertir mapa raster de temperaturas en polígono.

Se convierte el mapa raster en polígono para modificar la tabla de atributos y realizar una nueva reclasificación con los valores que nos interesan de acuerdo a las variables ambientales de habitabilidad del vector.

Proceso que se describe a continuación.

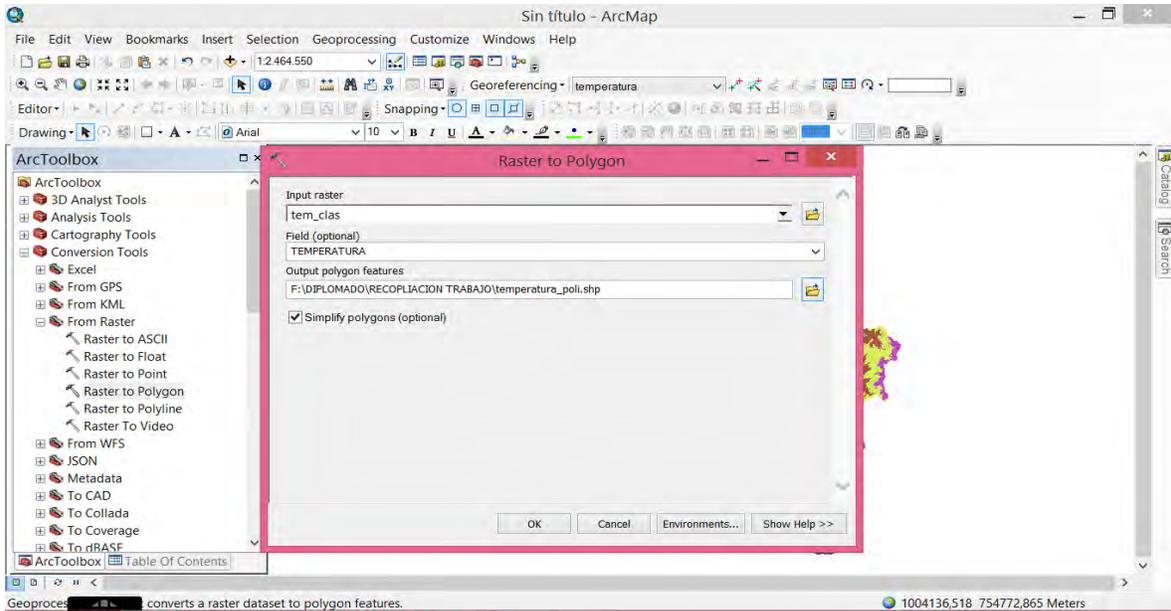


Figura 11. Raster a polígono

Fuente: este estudio

Actividad 5: Reclasificación de temperaturas.

Se modifica la tabla haciendo una selección por atributos y colocando los nuevos valores de temperatura q se utilizó en la reclasificación.

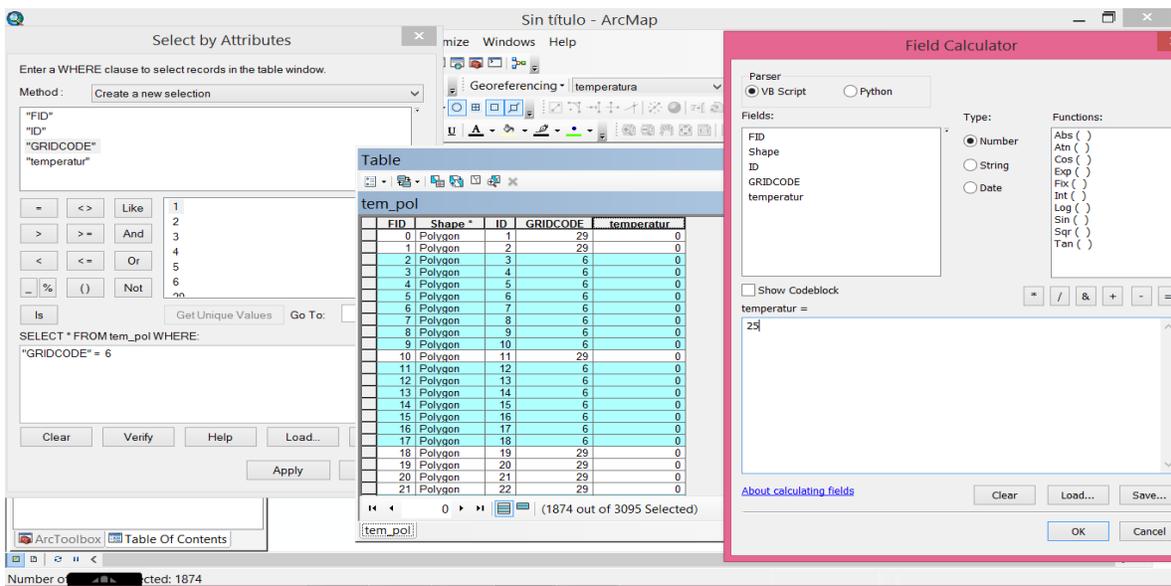


Figura 12. Selección por atributos

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de temperatura en función altitudinal.

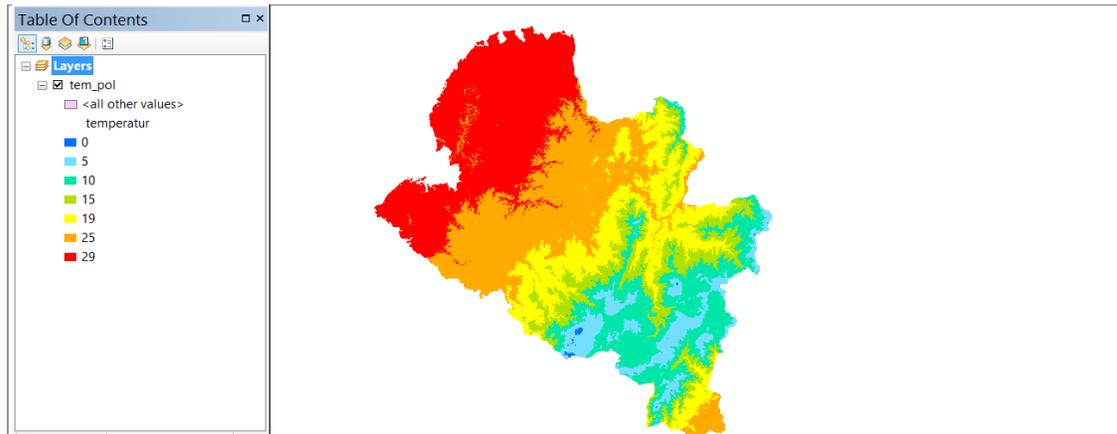


Figura 13. Temperatura total de Nariño en función altitudinal

Fuente: este estudio

Actividad 6: Selección de temperaturas mayores a los 19°C.

Seleccionamos solo las temperaturas que es de nuestro interés en este caso son las mayores a 19°C que son las óptimas donde se propaga el Aedes.

Proceso que se describe en la siguiente figura.

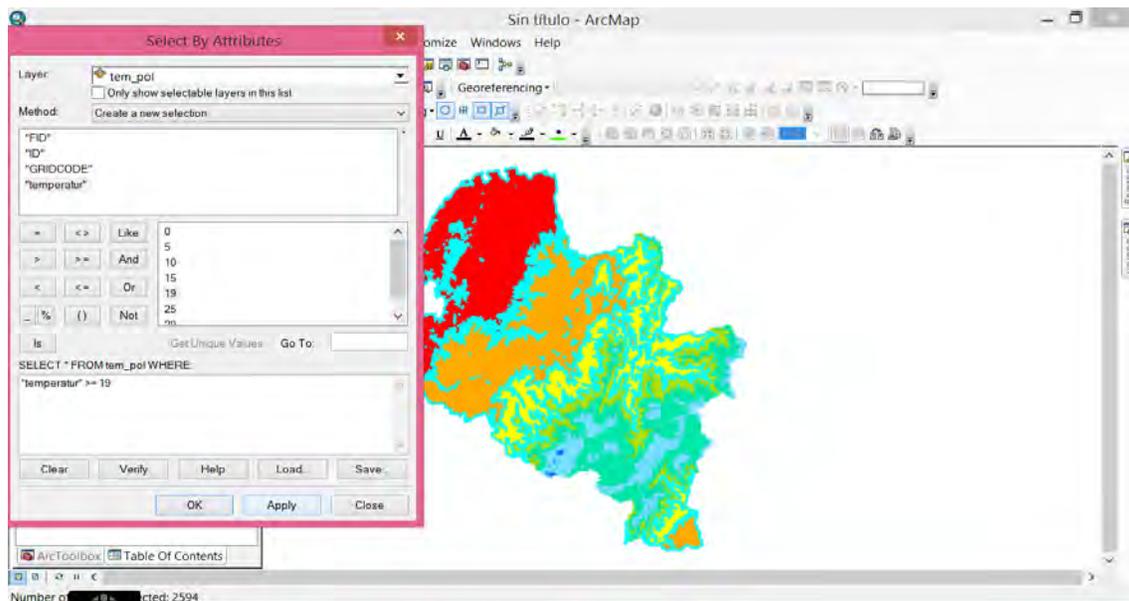
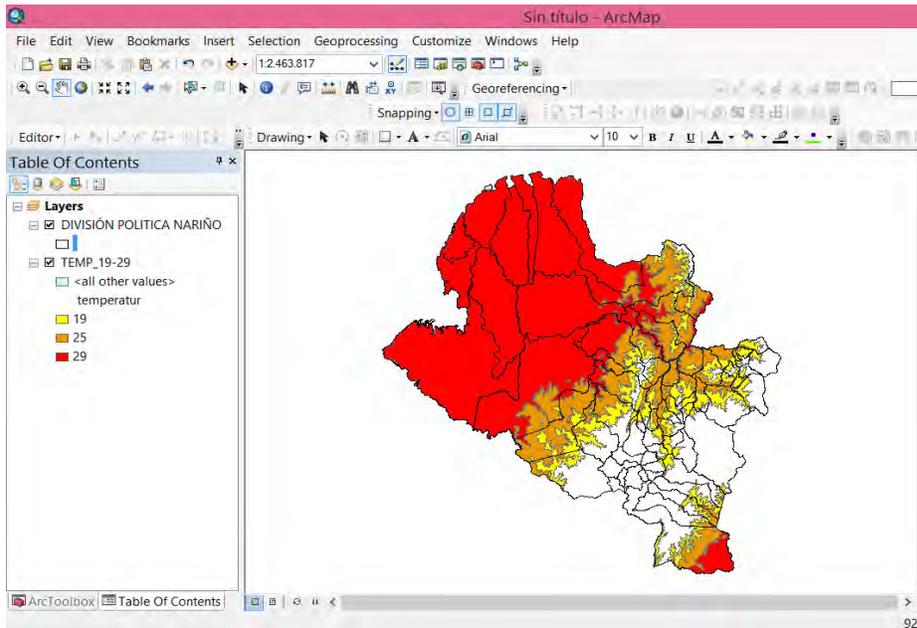


Figura 14. Selección para atributos de temperatura

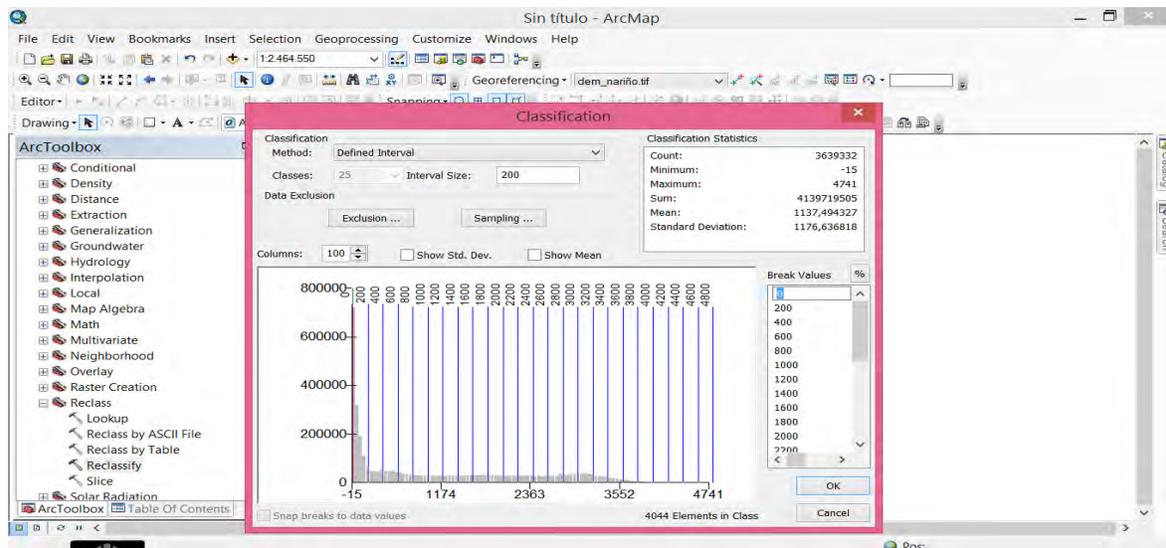
Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de temperaturas mayores a 19°C**Figura 15. Temperatura mayor a 19 ° C**

Fuente: este estudio

Actividad 7: Sacar la altitud a partir del DEM

Realizamos una reclasificación en el DEM por intervalos iguales cada 200 m.

**Figura 16. Reclasificación de altura**

Fuente: este estudio

Resultado: Se obtiene el mapa de alturas cada 200 metros

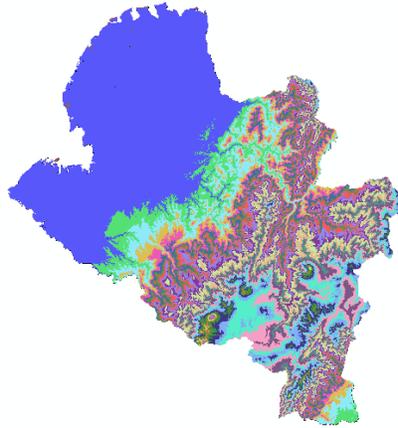


Figura 17. Alturas en el Departamento de Nariño

Fuente: este estudio

Actividad 8: Convertir mapa raster de alturas en polígono.

Resultado: Mapa de Alturas en polígono.

Actividad 9: Selección por atributos.

Se crea un nuevo campo en la tabla que se llame alturas y se procede a realizar una selección por atributos, con los valores q se crearon en la reclasificación y se los calcula según la altura como se indica en el siguiente proceso.

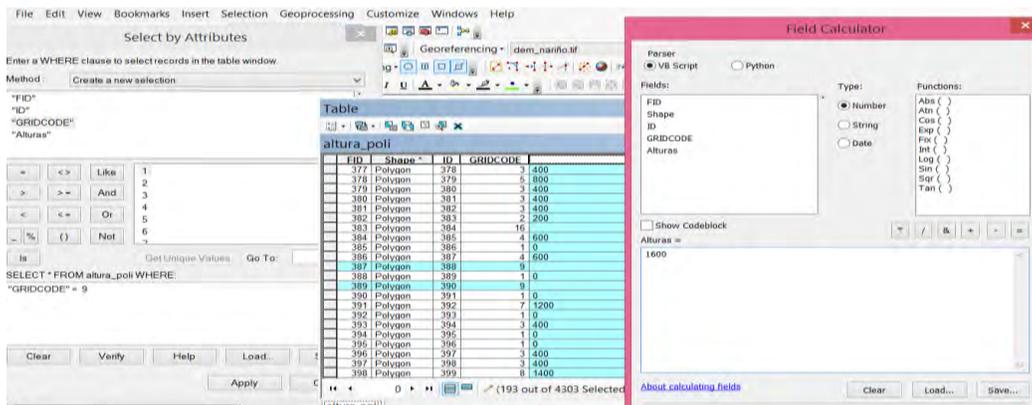


Figura 18. Selección por atributos de altura

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de alturas reclasificado en el Departamento de Nariño

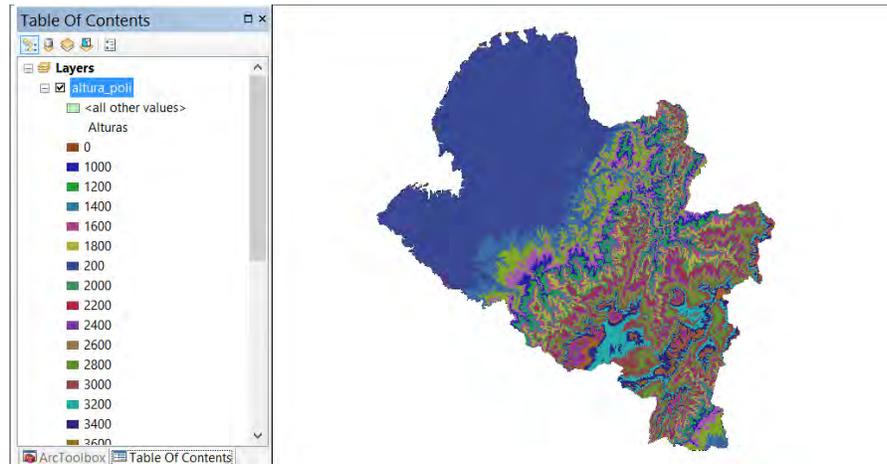


Figura 19. Alturas totales reclasificadas

Fuente: este estudio

Actividad 9: Seleccionar las alturas menores a 2.200 m.s.n.m por medio de la herramienta select by attributes.

Resultado: Mapa de clasificación de alturas menor a 2.200 m.s.n.m.

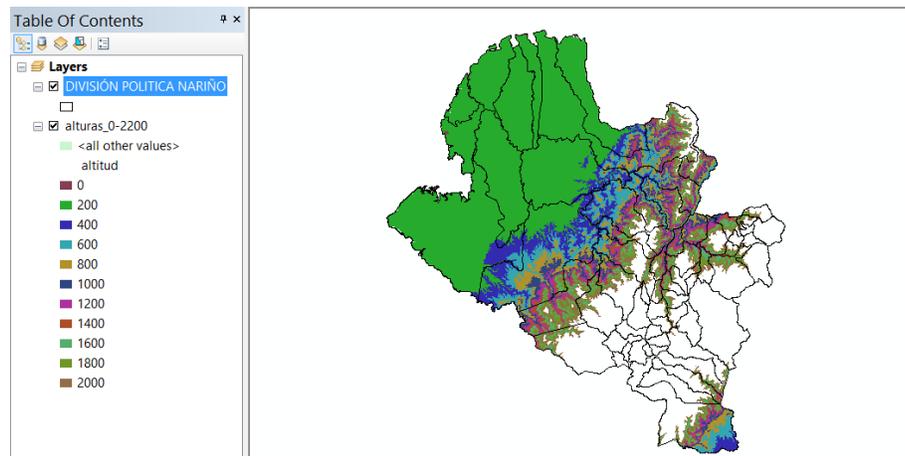


Figura 20. Alturas menores a 2.200 m.s.n.m

Fuente: este estudio

Actividad 10: Descarga de la Zonificación climática

Información descargada del SIGOT como se indica a continuación.

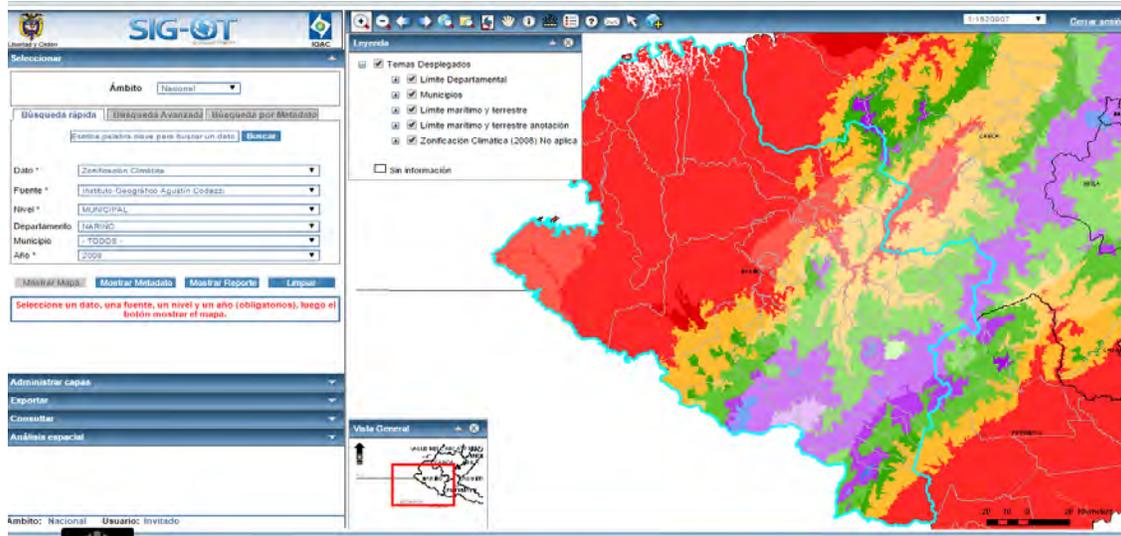


Figura 21. Zonificación climática.

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de Zonificación climática**Actividad 11:** Seleccionar los subclimas, húmedos y muy húmedos.

Municipios muy húmedos, húmedos, secos, muy secos y pluviales.

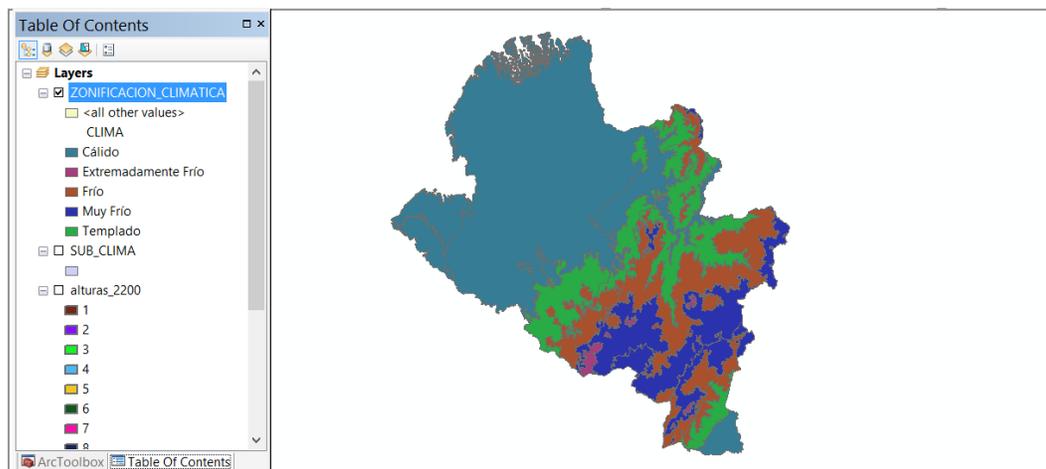


Figura 22. Imagen de humedad

Fuente: SIGOT

Resultado: Mapa de humedad en formato raster.

Factor humedad determinante en la propagación del vector Aedes.

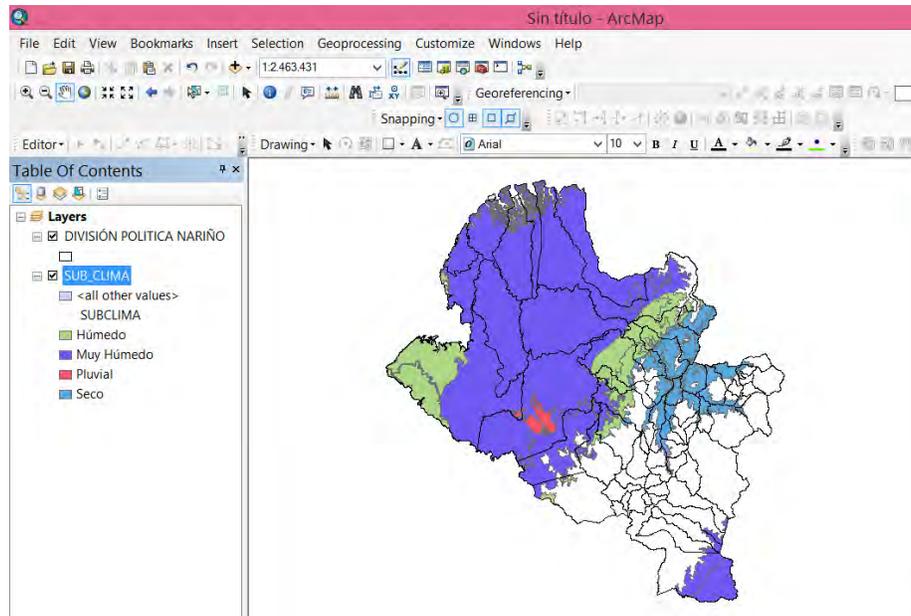


Figura 23. Humedad raster

Fuente: SIGOT

6.7 Fase 3: Ponderación de las variables ambientales.

Ponderación de los insumos que son las variables ambientales para determinar las áreas Altas, Medias, Bajas y Sin afectación del vector Aedes responsable de la fiebre del Chikungunya.

Actividad 1: Identificar los criterios y asignar valores de ponderación

Los próximos pasos consisten en la identificación de los criterios que van a favorecer el objetivo establecido y la determinación de cuáles de los criterios son más importantes que otros en beneficio de este objetivo.

Hay dos tipos de criterios para un análisis: restricciones y factores.

Restricciones: Los datos que no tienen relevancia en este estudio.

Factores: Las variables que son determinantes en el estudio de la distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector Aedes en los municipios del Departamento de Nariño.

Actividad 2: Conversión de Mapas a raster.

Convertir a raster los mapas de temperatura, altura y humedad para proceder a la ponderación.

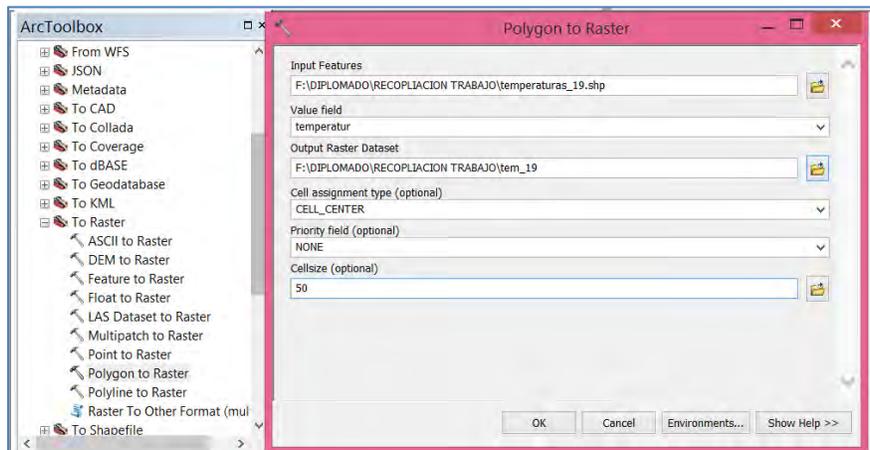


Figura 24. Polígono a raster

Fuente: este estudio

Resultado: Mapas Raster

Actividad 3: Ponderación de los mapas raster.

Dentro del ArcToolbox o caja de herramientas se encuentra una herramienta de geoprocésamiento llamada Superposición ponderada o Weighed Overlay la cual nos superpone varios raster y se le asigna un peso o valor a cada variable ambiental tomada en cuenta en este estudio, determinando la importancia de cada una.

Proceso que se describe con la siguiente figura.

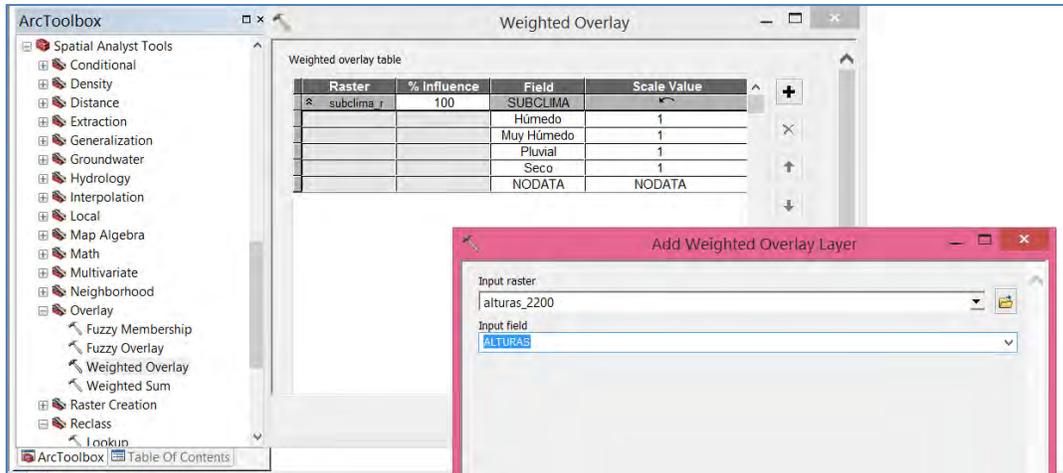


Figura 25. Superposición ponderada

Fuente: este estudio

Actividad 4: Asignación de pesos o valores a las variables ambientales.

Se le asignan pesos para la ponderación según el criterio de cada uno, en este caso se toma los valores de 1 a 3, siendo 3 el de mayor afectación 2 media y 1 mínima, como se indica en el siguiente gráfico.

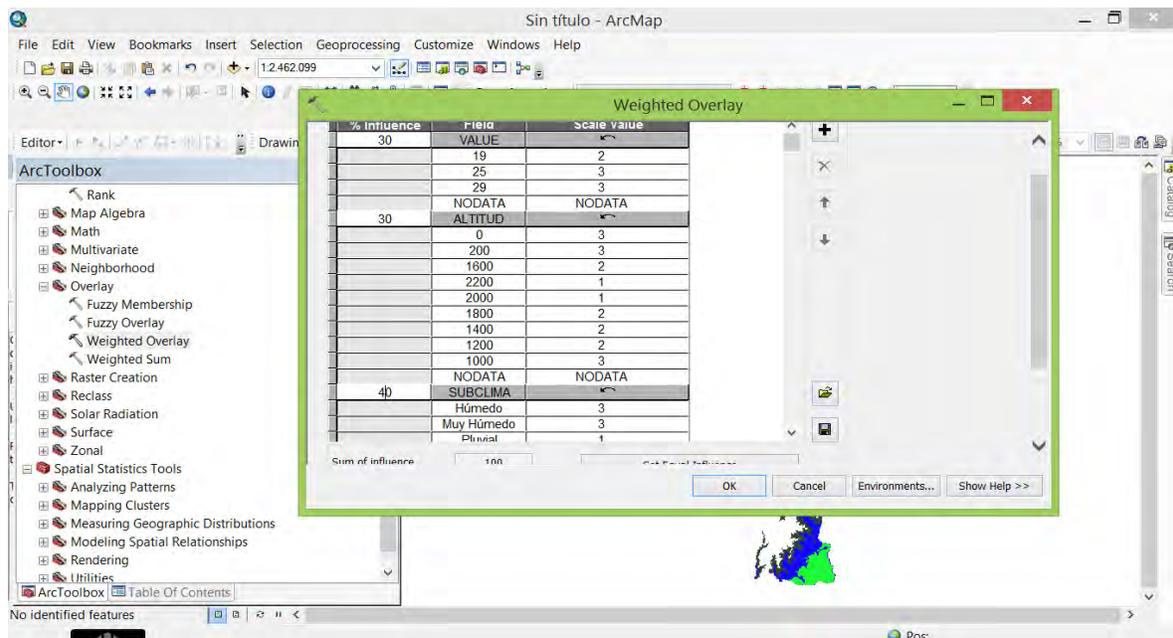


Figura 26. Pesos para la ponderación

Fuente: este estudio

Actividad 5: Elaboración de la Tabla de ponderación

Las variables que se tienen en cuenta para realizar la ponderación y crear una correlación entre sí fueron: Altura – Temperatura – Humedad, colocando unos valores o pesos teniendo en cuenta que el valor que se asigna al número tres tiene mayor influencia, el dos media afectación y el número uno o la expresión “Sin Datos” tiene una influencia nula o mínima, en ese orden descendente se tiene en cuenta la relación, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Valores ponderados

Alturas_30%	Peso_Altura	Humedad_40%	Peso_Humedad	Temperatura_30%	Peso_Tem
0	3	Muy húmedo	3	19	2
200	3	Húmedo	3	25	3
400	3	Seco	1	29	3
600	3	Muy Seco	Sin Datos		
800	3	Pluvial	1		
1000	3				
1200	2				
1400	2				
1600	2				
1800	2				
2000	1				
2200	1				

Fuente: Este estudio

Resultado: Mapa de ponderación

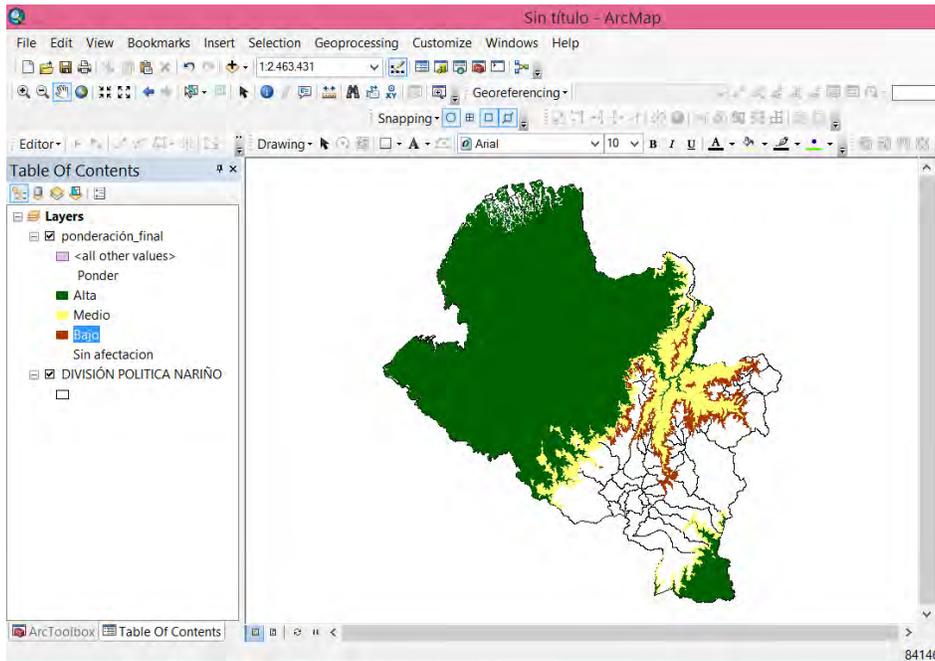


Figura 27. Ponderación de las variables ambientales.

Fuente: este estudio

Actividad 6: Clasificación de la susceptibilidad

Se hace una categorización de la susceptibilidad, clasificando en Alta – Media – Baja – Sin afectación del vector Aedes responsable de la fiebre Chikungunya.

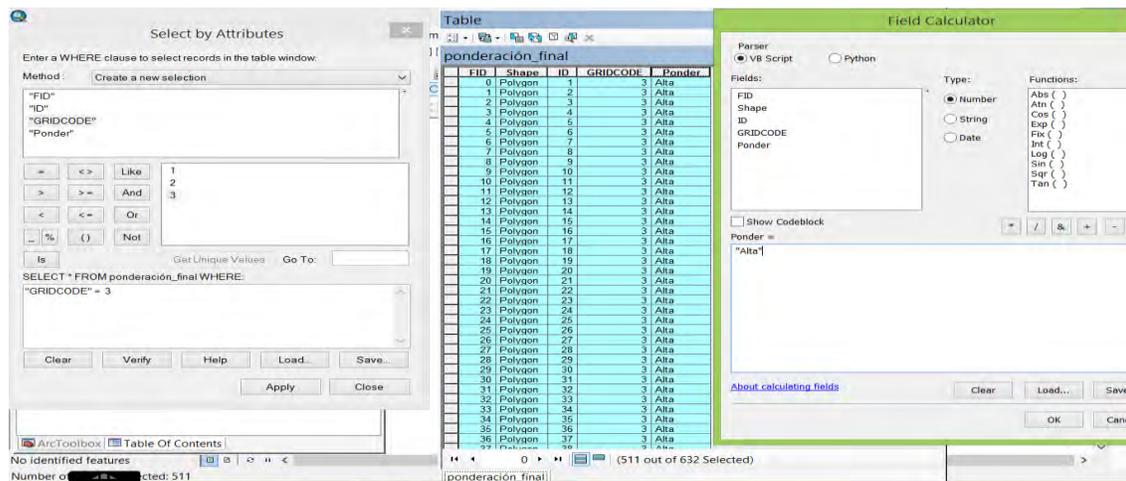


Figura 28. Clasificación de ponderación

Fuente: este estudio

6.8 Fase 4: Zonificación de las áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes*.

A través de la relación en la información espacial y las variables ambientales del vector.

Distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes* en el Departamento de Nariño. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten relacionar información de cualquier tipo en este proyecto variables ambientales determinantes de la habitabilidad del vector (base de datos) con una localización geográfica (mapa) en este caso el departamento de Nariño, estableciendo una zonificación de las áreas de propagación del vector *Aedes* responsable de la fiebre del Chikungunya.

Como se puede observar a continuación.

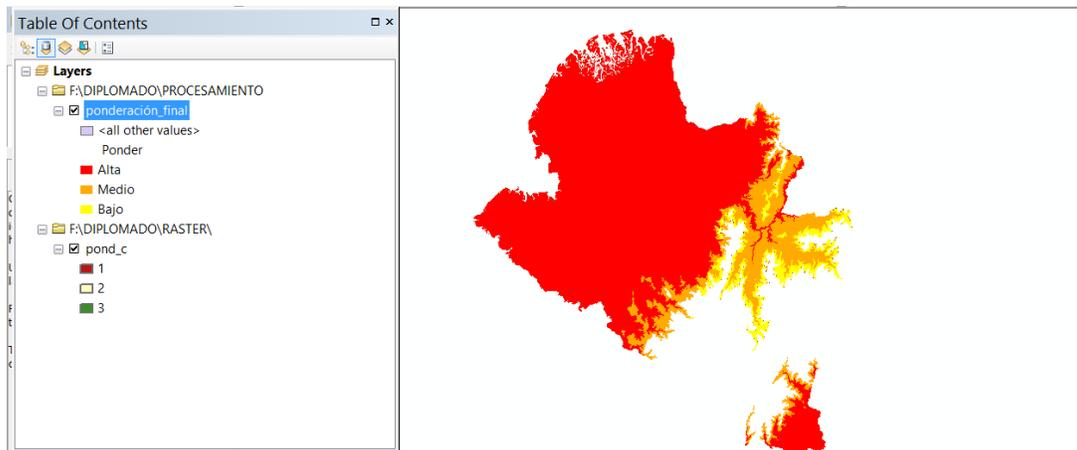


Figura 29. Zonificación de áreas susceptibles al Chikungunya

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa final de la distribución espacial de áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes* responsable de la fiebre del Chikungunya en el Departamento de Nariño.

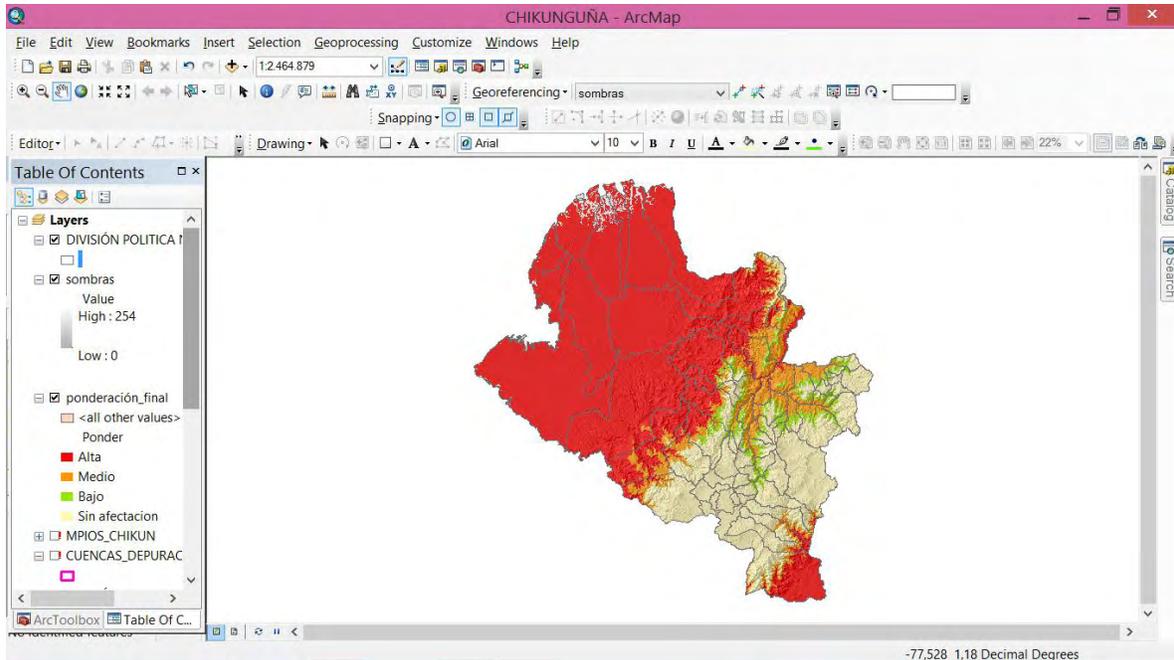


Figura 30. Áreas susceptibles al Chikungunya por municipios

Fuente: este estudio

6.9 Fase 5: Publicación de un Web Map Service (WMS)

Son datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica, en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador o también llamado visor geográfico, nos sirve para tener presente las áreas de posible propagación del vector Aedes en el departamento de Nariño y que este a la disponibilidad de diferentes usuarios para que tengan una mejor información.

Subimos la información de los municipios de las áreas susceptibles a la propagación del vector del Chikungunya a la web en este caso es Arcgis online, y su visualización es pública.

Actividad 1: Cargar el shape final en Arcgis online

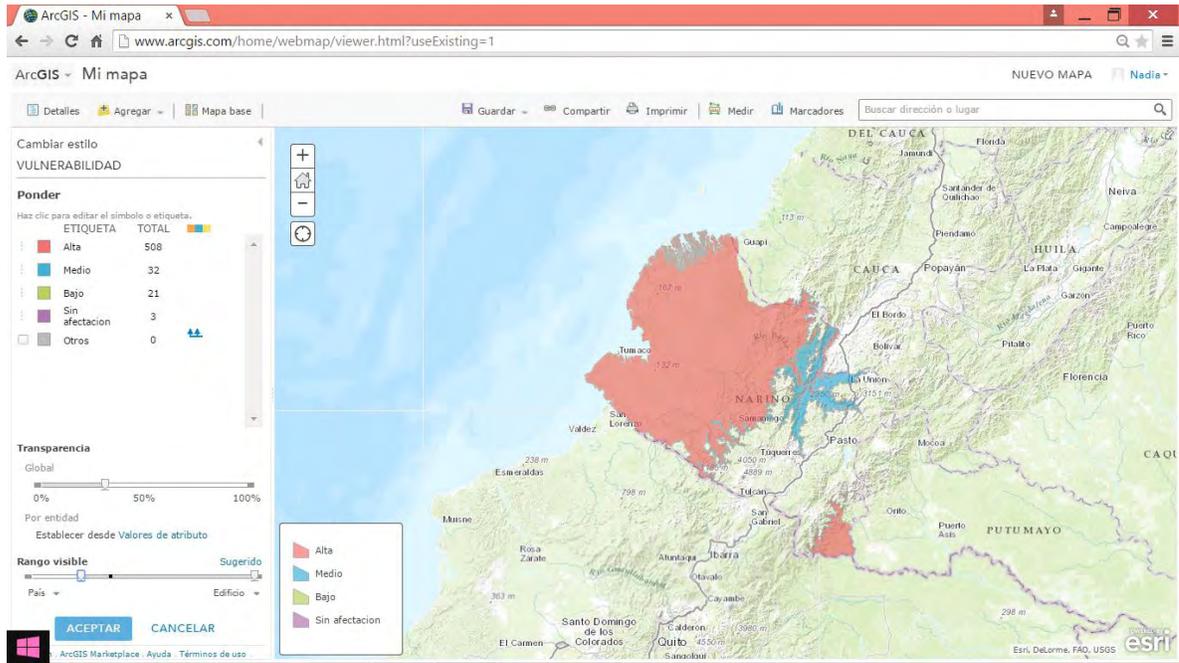


Figura 31. Propagación del vector del Chikungunya en la web

Fuente: este estudio

Se observa el título del proyecto en línea a continuación

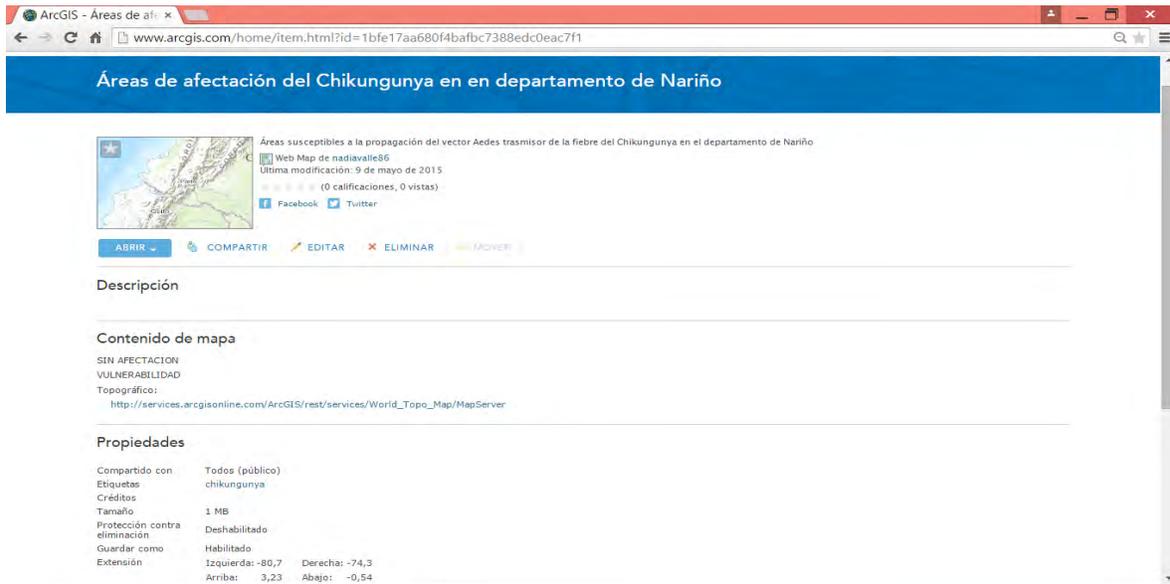


Figura 32. Búsqueda en la web del vector AEDES

Fuente: este estudio

Resultado: Mapa de áreas susceptibles a la Propagación del vector del Chikungunya en la web.

Se lo puede visualizar a través de un desktop en este caso, utilizaremos el software

Arcgis 10.2®

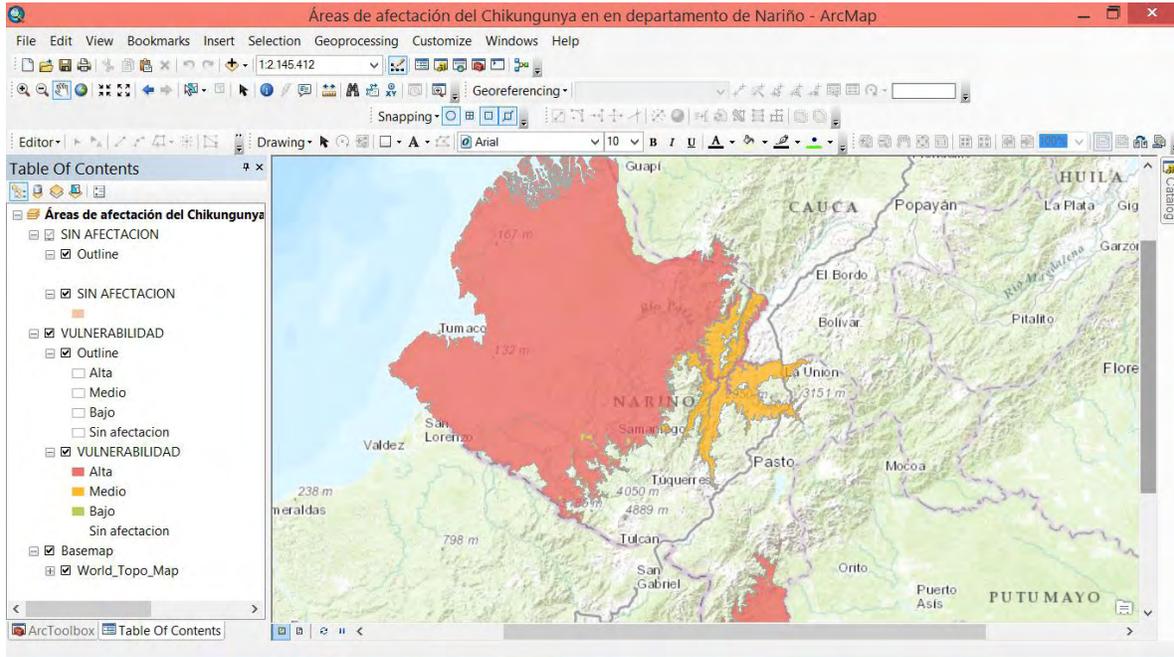


Figura 33. Desktop en Arcgis 10.2®

Fuente: este estudio

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Fase 1: Identificación de las Variables ambientales determinantes del vector Aedes.

VARIABLES DEL VECTOR: Ambientales

- Altitud: < 2200 msnm
- Temperatura ambiente: 19-36 °C
- Humedad: (Muy Húmedo – Húmedo)

Lo anterior, son factores ambientales del vector que determinan la enfermedad y para caracterizar las zonas con prevalencia del Chikungunya se contó con la identificación de las variables y así determinar zonas de posible propagación del vector.

7.2 Fase 2: Procesamiento de la información:

En el mapa de temperatura se puede observar los municipios que se ubican en la parte de la costa nariñense, están en un rango de temperatura de 25 a 29° C y por ende están dentro las variables determinantes de la habitabilidad del vector Aedes con un área total de 1.606.668,26 hectáreas; se observa también que los municipios que se encuentran dentro del pie de monte costero y en el municipio de Ipiales en su parte oriental limitando con el departamento de Putumayo y con la provincia Ecuatoriana de Santa Rosa de Sucumbios se encuentran en un rango de temperatura de 25 a 19°C dentro de las variables determinantes del vector Aedes con un área total de 503.719,88 hectáreas, haciendo un análisis determinamos que en estas zonas puede habitar el Chikungunya debido a sus condiciones geográficas donde las temperaturas sobrepasan los 19°C y este es un determinante fundamental en la habitabilidad del vector.

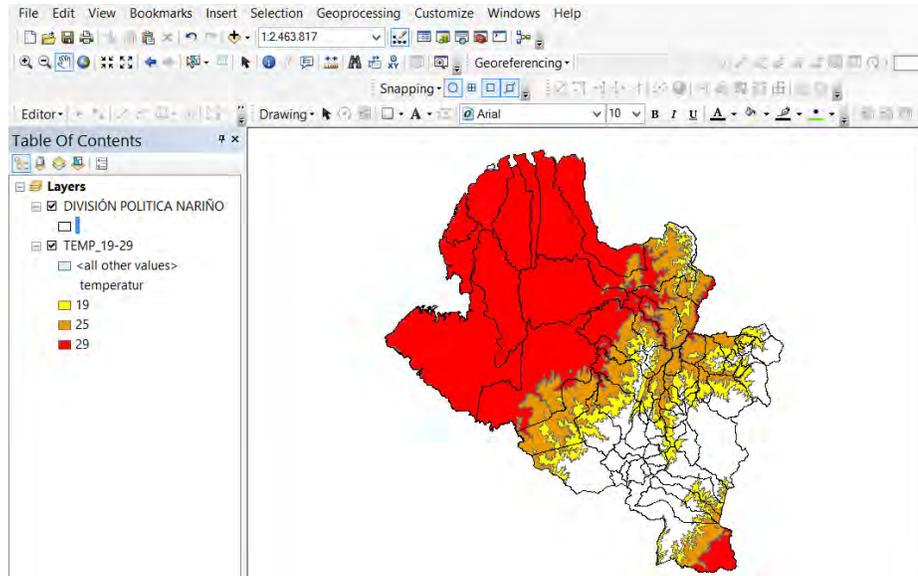


Figura 34. Temperaturas Nariño

Fuente: este estudio

En el mapa de alturas se observa q los municipios menores a 2.200 m.s.n.m, tienen un área estimada de 1.793.478,66 lo cual equivale al 59.60% del departamento de Nariño donde se puede analizar que más de la mitad del territorio está expuesto a una posible propagación del vector Aedes responsable de la fiebre del Chikungunya, debido a sus condiciones climáticas, altitudinales y ambientales del territorio Nariñense.

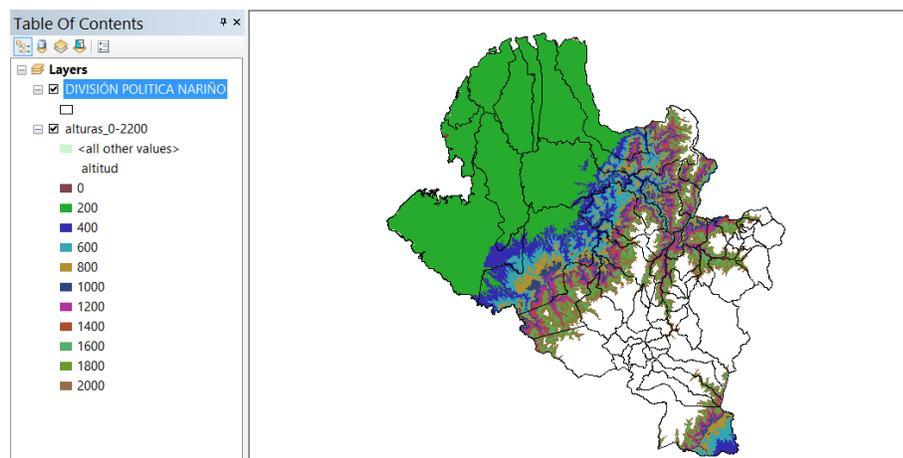


Figura 35. Alturas menores a 2.200 m.s.n.m

Fuente: este estudio

En el mapa donde determinamos las zonas más húmedas y húmedas del Departamento de Nariño que indicamos a continuación, podemos observar que aproximadamente el 53% de los municipios son propensos a que el vector *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* se propaguen en estas zonas por las condiciones climáticas, altitudinales y ambientales.

A continuación se observa una figura del mapa de zonas húmedas.

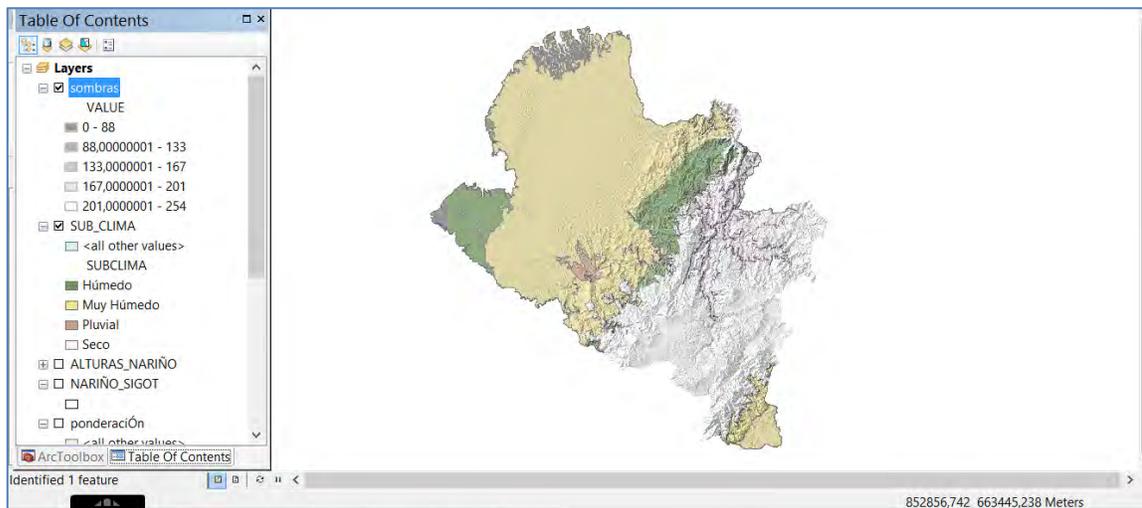


Figura 36. Humedad total

Fuente: SIGOT

7.3 Fase 3: Ponderación de las variables ambientales.

Al realizar la ponderación de estas tres variables ambientales determinantes del vector *Aedes* responsable del Chikungunya se determina que el clima, el paisaje, el medio ambiente juegan un papel importante y tiene una influencia de transmisión y propagación epidemiológica en más del 50% del territorio Nariñense.

7.4 Fase 4: Zonificación de las áreas susceptibles a la propagación del vector *Aedes*.

La zonificación se realiza mediante el cruce de las diferentes variables ambientales del vector (base de datos) con una localización geográfica (mapa) en este caso el departamento de Nariño, estableciendo una zonificación de las áreas de propagación del vector *Aedes* responsable de la fiebre del Chikungunya.

Municipios del Departamento de Nariño con posible afectación del Chikungunya

Se tomó información del Instituto Departamental de Salud de Nariño y se Ajustó con los resultados de este estudio.

SUBREGIÓN PACIFICO SUR

TUMACO: Con una población total 125.624 habitantes

FRANCISCO PIZARRO: Con una población total 14.143 habitantes.

Población en riesgo en la subregión Pacífico sur es de un total de 139.767 habitantes

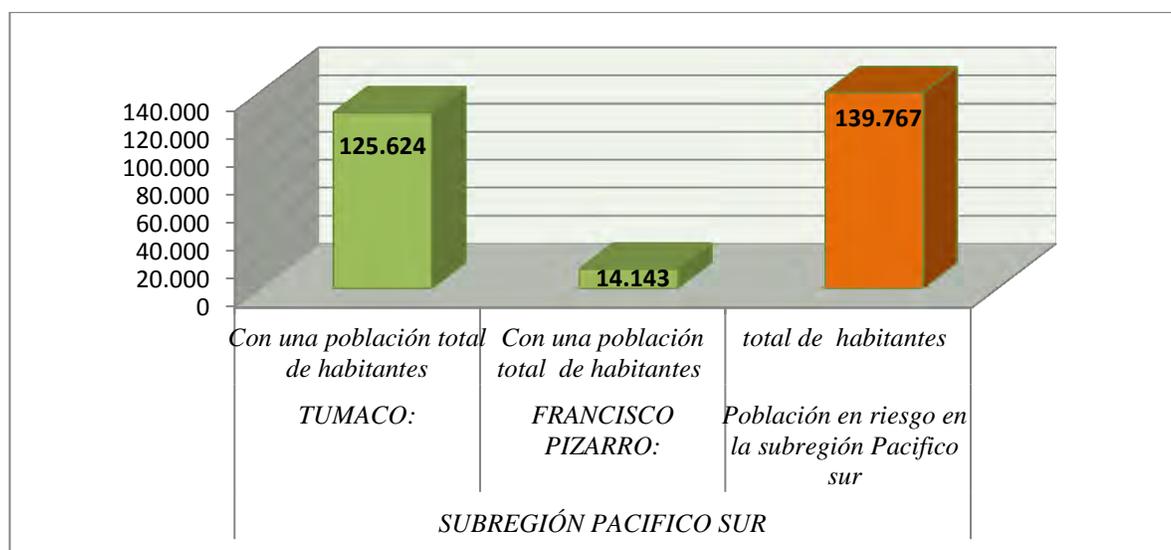


Figura 37. Pacífico Sur

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 3.229 posibles casos y 65 casos complicados en esta subregión.

SUBREGION SANQUIANGA

EL CHARCO: Con una población total 34.300 habitantes

OLAYA HERRERA: Con una población total 30.456 habitantes

LA TOLA: Con una población total 11.509 habitantes

MOSQUERA: Con una población total 15.328 habitantes

SANTA BARBARA: Con una población total 26.489 habitantes

Población en riesgo en la subregión Sanquianga es de un total de 118.164 habitantes

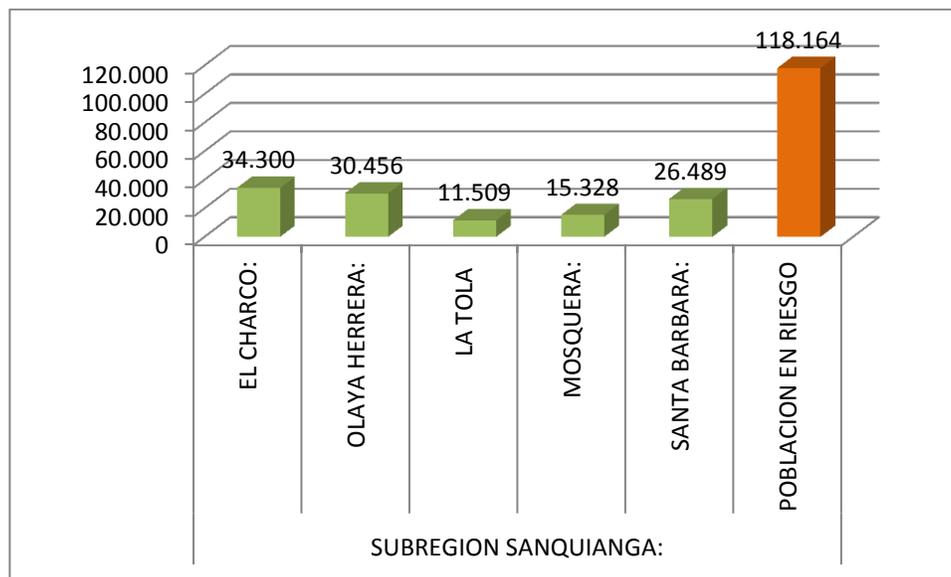


Figura 38. Sanquianga

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 2.730 posibles casos y 55 casos complicados.

SUBREGION TELEMBI

BARBACOAS: Con una población total 36.214 habitantes

ROBERTO PAYAN: Con una población total 21.332 habitantes

MAGÜI: Con una población total 21.086 habitantes

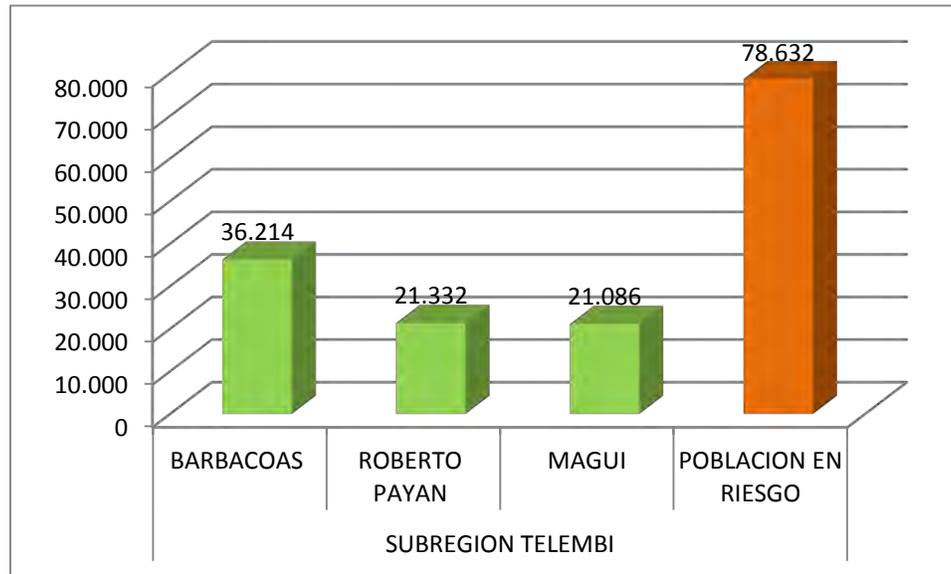


Figura 39. Telembi

Población en riesgo en la subregión Telembi es de un total de 78.632 habitantes.

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 1.816

Posibles casos y 36 casos complicados.

SUBREGION CORDILLERA

CUMBITARA: Con una población total 13.606 habitantes

LEIVA: Con una población total 13.449 habitantes

EL ROSARIO: Con una población total 10.445 habitantes

POLICARPA: Con una población total 16.204 habitantes

TAMINANGO: Con una población total 19.819 habitantes

Población en riesgo en la subregión cordillera es de un total de 73.533 habitantes

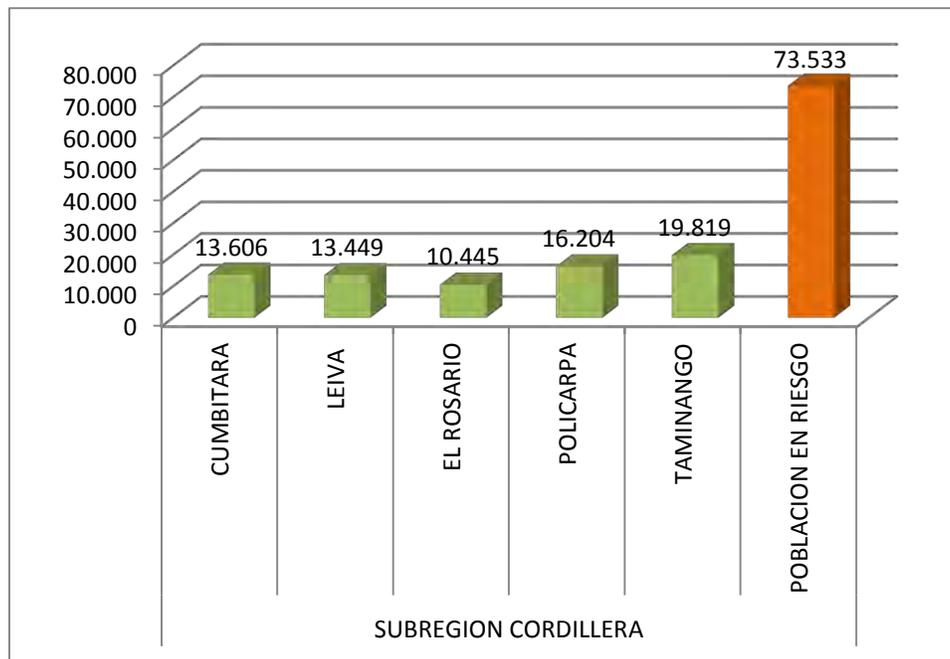


Figura 40. Cordillera

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 1.699 posibles casos y 34 casos complicados.

SUBREGION ABADES

SAMANIEGO: Con una población total 49.726 habitantes

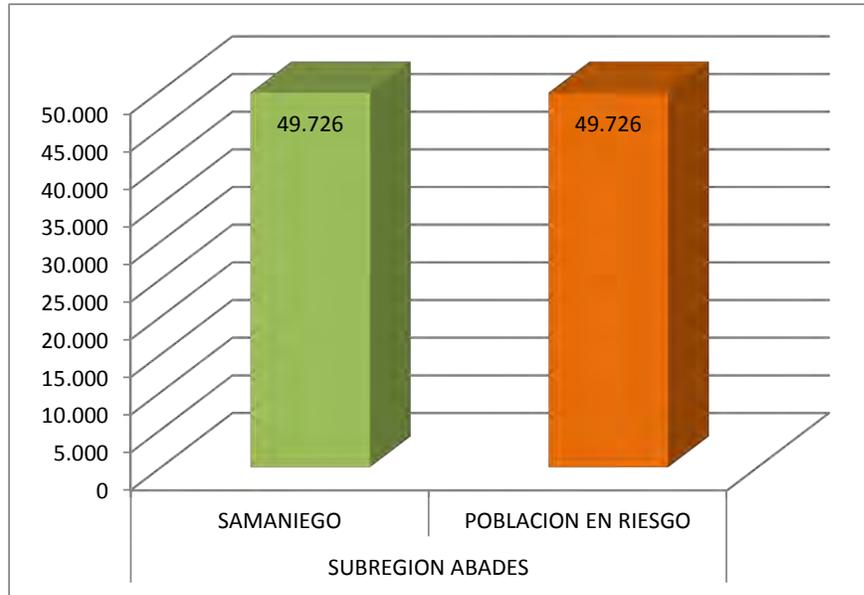


Figura 41. Abades

Población en riesgo en la subregión Abades es de un total de 49.726 habitantes.

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 1.149 posibles casos y 23 casos complicados.

SUBREGION RIO MAYO

SAN JOSÉ DE ALBÁN: Con una población total 21.558 habitantes

COLON: Con una población total 10.052 habitantes

SAN PABLO: Con una población total 17.640 habitantes

Población en riesgo en la subregión Rio Mayo es de un total de 49.250 habitantes

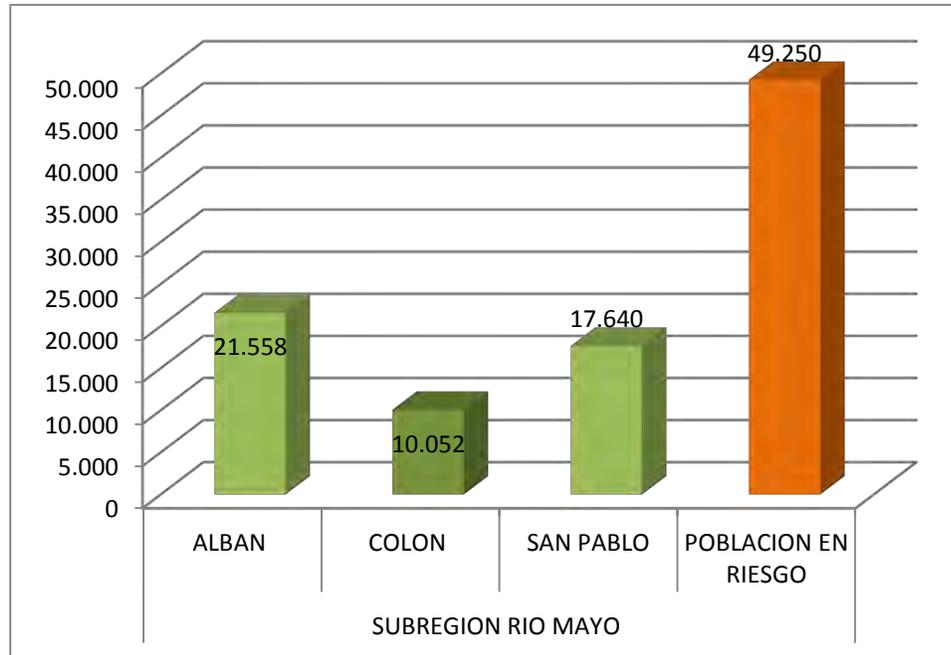


Figura 42. Rio Mayo

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 1.138 posibles casos y 23 casos complicados

SUBREGION OCCIDENTE

SANDONA: Con una población total 14.878 habitantes

ANCUYA: Con una población total 7.424 habitantes

LINARES: Con una población total 10.394 habitantes

CONSACA: Con una población total 6.896 habitantes

Población en riesgo en la subregión Occidente es de un total de 39.592 habitantes

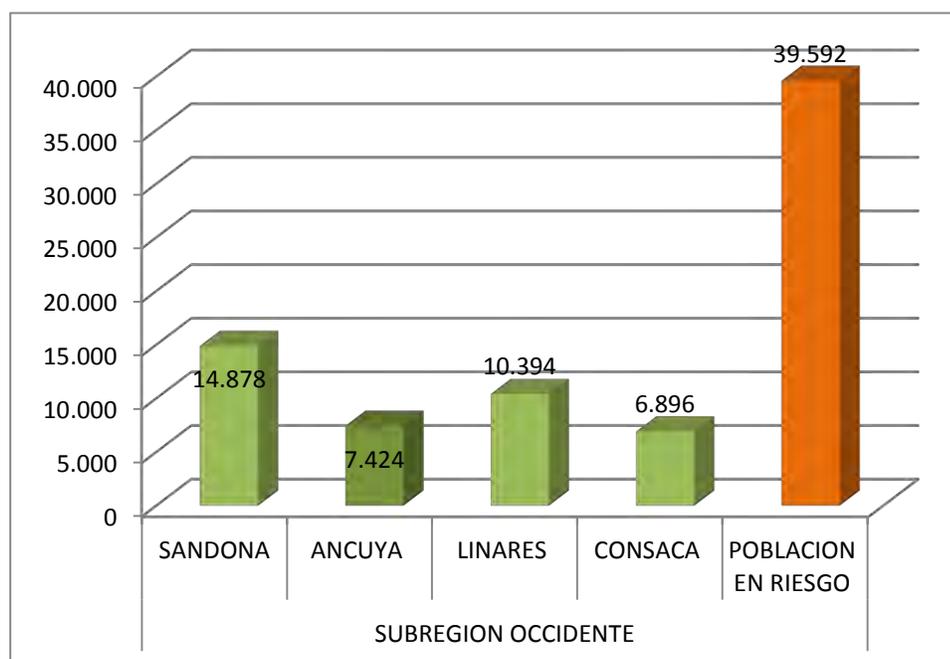


Figura 43. Occidente

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 915 posibles casos y 18 casos complicados.

SUBREGION JUANAMBU

TABLON: Con una población total 13.003 habitantes

LA UNION: Con una población total 26.456 habitantes

Población en riesgo en la subregión Juanambú es de un total de 39.459 habitantes

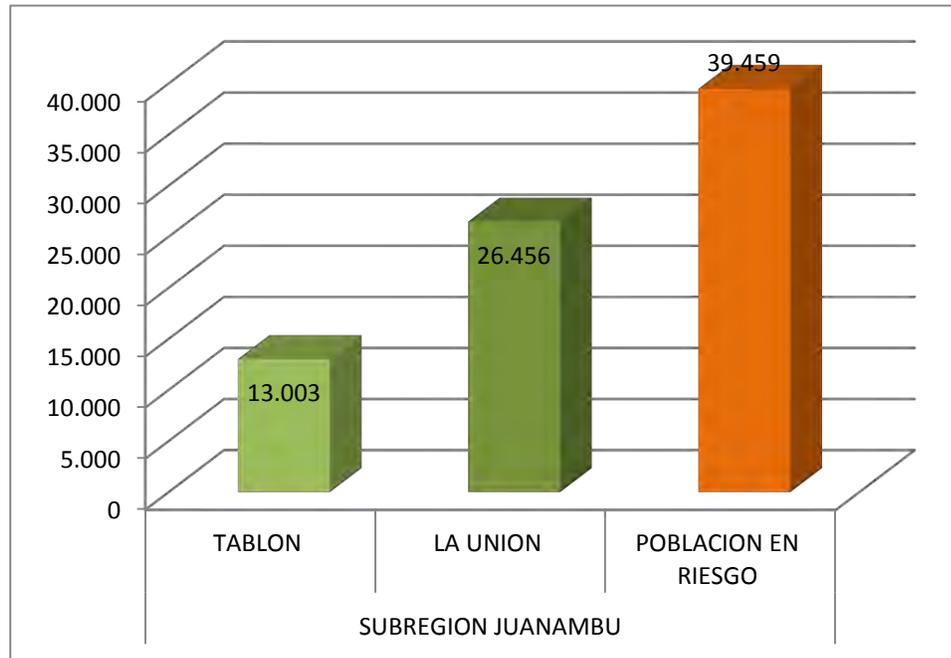


Figura 44. Juanambú

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 912 posibles casos y 18 casos complicados.

SUBREGION GUAMBUYACO

EL PEÑOL: Con una población total 6.581 habitantes

LOS ANDES: Con una población total 18.738 habitantes

Población en riesgo en la subregión Abades es de un total de 25.319 habitantes con

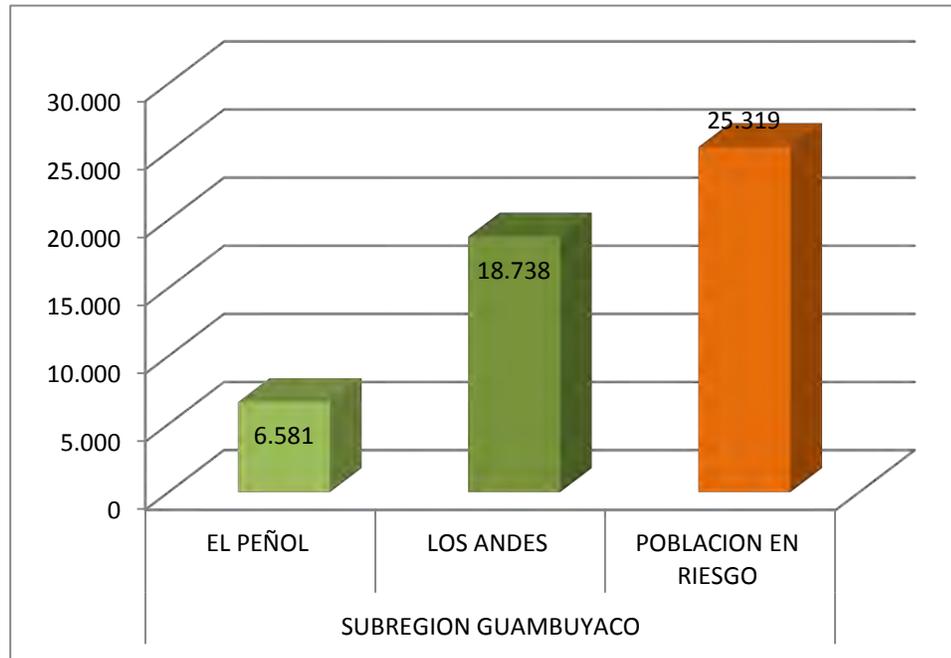


Figura 45. Guambuyaco

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 585 posibles casos y 12 casos complicados

SUBREGION PIEDEMONTA COSTERO

RICAURTE: Con una población total 17.862 habitantes

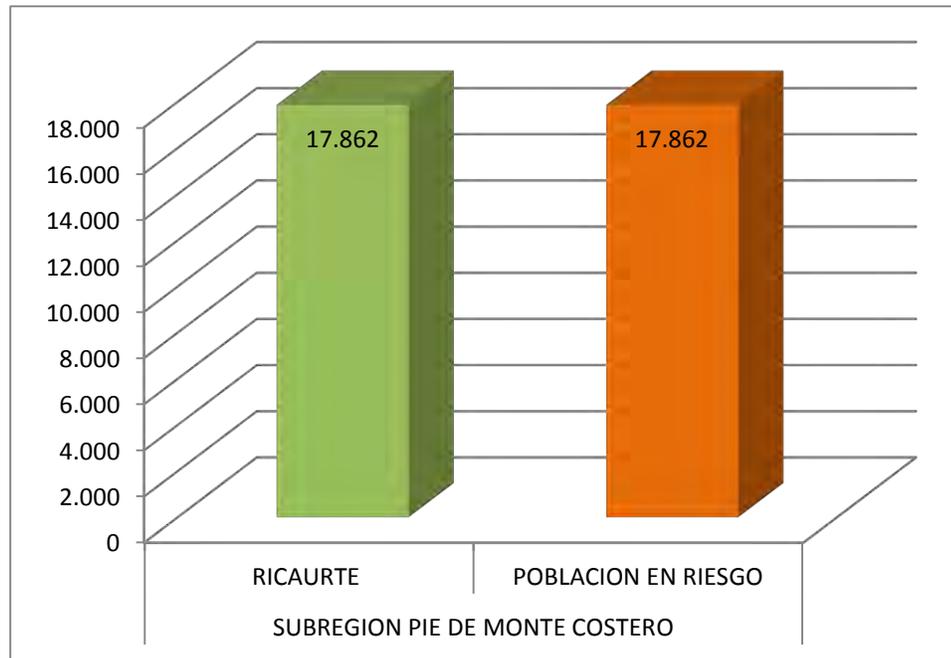


Figura 46. Pie de Monte Costero

Población en riesgo en la subregión Piedemonte costero es de un total de 17.862 habitantes

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 413 posibles casos y 8 casos complicados

SUBREGION CENTRO

CHACHAGÜÍ: Con una población total 13.408 habitantes

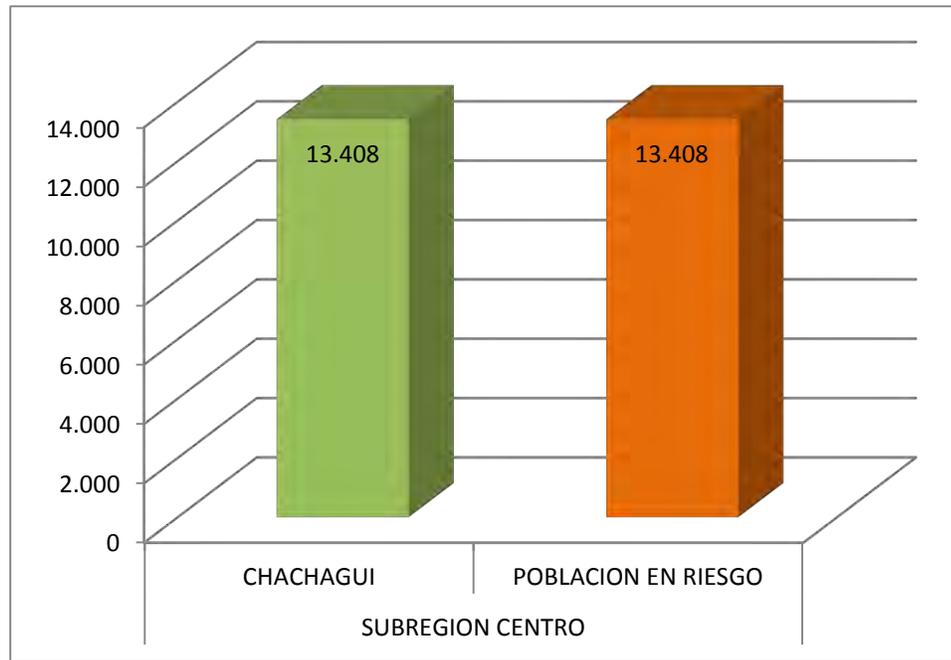


Figura 47. Centro

Población en riesgo en la subregión Centro es de un total de 13.408 habitantes.

Se han reportado hasta el momento en el Instituto Departamental de Salud de Nariño 612 posibles casos y 2 casos complicados.

Tabla 3.

Tabla en porcentajes de afectación por Municipios de la propagación del vector Aedes trasmisor de la fiebre del Chikungunya.

<i>MUNICIPIO</i>	<i>AREA TOTAL (Ha)</i>	<i>% De afectación</i>
Alban	4101,99	17
Ancuya	6867,08	42
Barbacoas	272270,2	98
Chachagui	14616,16	28
Colon	6077,95	80
Consaca	6077,95	21
Cumbitara	35230,34	82
El Charco	248974,54	97
El peñol	12092,74	58
El Rosario	52024,97	83
Francisco Pizarro	51774,82	98
La Tola	97566,01	97
La unión	14183,08	35
Leiva	30873,38	86
Linares	13309,87	79
Los Andes	75187,33	89
Magui Payan	179995,04	96
Mosquera	74596,8	96
Olaya Herrera	97566,01	91
Policarpa	43328,01	82
Ricaurte	104807,12	63
Roberto Payan	144983,77	94
Samaniego	59981,8	42
San Pablo	11215,12	8
Sandona	10165,02	38
Santa Bárbara	119897,39	92
Tablón	31473,67	10
Taminango	23379,86	76
Tumaco	356907,01	94

Fuente. Este estudio

La aplicación de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) son potencialmente útiles para la distribución espacial de los vectores y estratificación de áreas

de riesgo de transmisión, a su vez son importantes para el control de enfermedades y prevención de las mismas.

7.5 Fase 5: Publicación de un Web Map Service (WMS)

Se sube la información de los municipios de las áreas susceptibles a la propagación del vector del Chikungunya a la web en este caso es Arcgis online, su visualización es pública, para cualquier consulta que se requiera en diferentes instituciones tanto públicas como privadas.

8. CONCLUSIONES

El uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) son de gran ayuda para identificar, planificar espacializar, prevenir, entre otras actividades, por tal motivo consideramos que es de vital importancia que cada entidad maneje estos sistemas, para la toma de decisiones.

El uso de los SIG en la epidemiología es realmente importante para determinar áreas afectadas por diferentes enfermedades, vectores, contaminaciones, entre otros y así poder tomar medidas preventivas o de respuesta temprana evitando propagación de las mismas.

La determinación de la distribución espacial a la propagación del vector Aedes en el Departamento de Nariño fue mayor al 64%, consideramos que a partir de este trabajo se tomen medidas preventivas y de promoción en los municipios con mayor afectación y se comunicará al Instituto Departamental de Salud de Nariño para su respectivo análisis.

El uso del web map service está a disposición de diferentes usuarios para que tengan un acercamiento sobre la problemática epidemiológica que presenta el Departamento de Nariño en cuanto a lo de la fiebre Chikungunya, y servirá de referente para que algunas Instituciones presten atención a esta situación a nivel Departamental.

9. RECOMENDACIONES

Actualizar constantemente la información de los municipios afectados por la propagación del vector Chikungunya en el Instituto Departamental de Salud de Nariño.

Realizar convenios por parte de la Universidad de Nariño y el programa de Geografía con Instituciones públicas y privadas participando activamente en los procesos que se requiera la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en diferentes ciencias.

Realizar un permanente seguimiento en las áreas de propagación del vector Chikungunya por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño, para evitar mayor infestación en poblaciones vulnerables ante este vector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maskrey, A. (1998). Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina. Lima: Intermediate Technology Development Group, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Ministerio De Salud. (s.f.). Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue. Bogotá: Organización panamericana de la salud (OPS).
- Niño, Larry. (2011). Interpolación espacial de la abundancia larval de *Aedes aegypti* para localizar focos de infestación. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;29(6):416–22.
- Observatorio de Procesos de Desarme. (2011). Desmovilización y Reintegración. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Organización Panamericana de la Salud. (1996). Análisis Epidemia de Chikungunya en República Dominicana-Haití: Sistemas de Salud, Capacidad de respuesta Integral y Determinación Socioambiental.
- Organización Panamericana de la Salud. (1996). Uso de sistemas de información geográfica en epidemiología (SIG-Epi). *Boletín epidemiológico*. 17(1): 1-8.

Organización Panamericana de la Salud. (1996). SIGEPI. Análisis de salud y sistemas de información, organización panamericana de la salud.

Parra, GJ. (2005). Experiencias epidemiológicas del instituto Colombiano de medicina tropical-Ces. Medellín, Colombia: En Memorias VII curso internacional Eco-epidemiología de la enfermedad de chagas y métodos para su estudio.

Pinto, N., Marin, D., Herrera, C., Vallejo G., Naranjo, J., Guhl, F. (2005). Comprobación del ciclo silvestre de *Rhodnius prolixus* Stal en reductos de *Attalea butyracea*, en el departamento del Casanare. Bogotá: En Memorias: XII congreso Colombiano de Parasitología y Medicina Tropical. Participante. BIOMÉDICA. Vol 25, Supl. No 1. ISBN:0120-4157

Robles Lombana, Diana. (2013). Análisis espacial del estudio de los casos de dengue en la Guajira. Bogotá: Universidad Nacional.

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teoría de Percolación Aplicados al Estudio de Fenómenos de Propagación en Epidemiología. (2007). Bogotá, Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol. 24 pág.4 No. 1.

ANEXOS

ANEXO A. PRODUCTOS CARTOGRAFICOS