

INFORME DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO EN EL 2023 INTERNATIONAL VIRTUAL
SCIENCE SYMPOSIUM, IVSS GLOBE 2023.

**Estudio ambiental de temperatura superficial e índice NDVI en
el área metropolitana de Barranquilla, Colombia.**

**Environmental study of surface temperature and NDVI index in
the metropolitan area of Barranquilla, Colombia.**

ENTIDAD: Semillero de investigación en ciencias espaciales SICE. Barranquilla-Colombia.

AUTORES:

TRAINER GLOBE: Erquinio Taborda Martínez.

ESTUDIANTES: María Alonso, Alexandra Barrios, Saray Moreno, Daniela Zapata, María Camila Perdomo, Miguel Carreño, Sofía Figueredo, Juan Sebastián Gutiérrez, Zulangel Sarmiento, Santiago Cantillo, Duvis Robles, Samuel Mejía, Leonardo Mejía, Natalie Martínez, Danna Díaz, Leidy Domínguez, Hellen Solón, Fabio Ruiz.

COLABORADORES: Rafael Barrios, Luis Palacin, Enrique Escalante, Gabriel Herrera, Mireya Villamizar, Edinson Herrera, Maryuri Herrera, Noris Herrera, Marcelino Mejía, Emilse Taborda, Jesús Figueredo, Mónica Taborda, Enoc Zapata, Kelly Gordillo, Diana Valencia, Jose Carreño, July Carreño, Jesús Carreño, Carlos Mario Mendoza, Víctor Alejandro Mendoza, Adalberto Taborda, Keyla Pérez, Rafael Rodríguez, Ingrid Pimienta, Julieth Gallardo, Omar Meza, Isabel García, Franklin Barrios, Marly Pérez, Yadira Ríos, Carlos Camacho.

SIMPOSIO INTERNACIONAL VIRTUAL DE CIENCIAS GLOBE IVSS 2023.



**INVESTIGANDO JUNTOS LA TIERRA COMO UN SISTEMA
BARRANQUILLA- COLOMBIA
AÑO 2023**

INTRODUCCION.

Medir la temperatura en diversas superficies de la cobertura terrestre es muy importante porque el registros de patrones de los cambios en la temperatura y cambios climaticos son muy relevantes en estos tiempos donde se evidencian riesgos a la salud publica por las alta temperatura registradas en las principales ciudades del planeta, el incremento de los costos de la energia por el uso en aumento de los aires acondicionados por las personas, La importancia del estudio de la cobertura de la superficie se debe a la variacion de los tipos de suelos y la incidencia en la temperatura superficial.



Para el desarrollo del presente trabajo investigativo, usaremos los datos y resultados propios de nuestra anterior investigacion desarrollada en el año 2020 denominada *“Efecto termico de los árboles en la superficie de los parques ubicados en el sur oriente del area metropolitana de Barranquilla.”* Cuya pregunta problema está relacionada con la temperatura superficial de la siguiente manera; *¿Qué efectos tiene sobre la superficie, la presencia de árboles en los parques ubicados en el sur oriente del área metropolitana de Barranquilla?*

De este trabajo se resaltan las siguientes conclusiones:

- 1.Existe una marcada diferencia entre los promedios de temperatura superficial registrados en las zonas donde la sombra del árbol actúa y la zona donde la radiación solar llega sin interrupciones a la superficie (15,07 °C).
- 2.Los parques estudiados están rodeados de árboles jóvenes en su gran mayoría con una altura promedio de 4,60 mts, con presencia esporádica de grandes y centenarios arboles de más de 30 mts.
- 3.La cobertura del suelo demuestra que en la mayoría de parques la superficie está cubierta con concreto y/o hormigón usadas como canchas deportivas y espacios de ocio, seguido en su orden por tierra estéril.
- 4.El clima en la ciudad de Barranquilla esta durante el primer trimestre del año dominado por cielos claros con altos niveles de brillo solar, evaporación y bajos porcentajes de humedad relativa y una temperatura en el aire de 27,65°C en promedio.

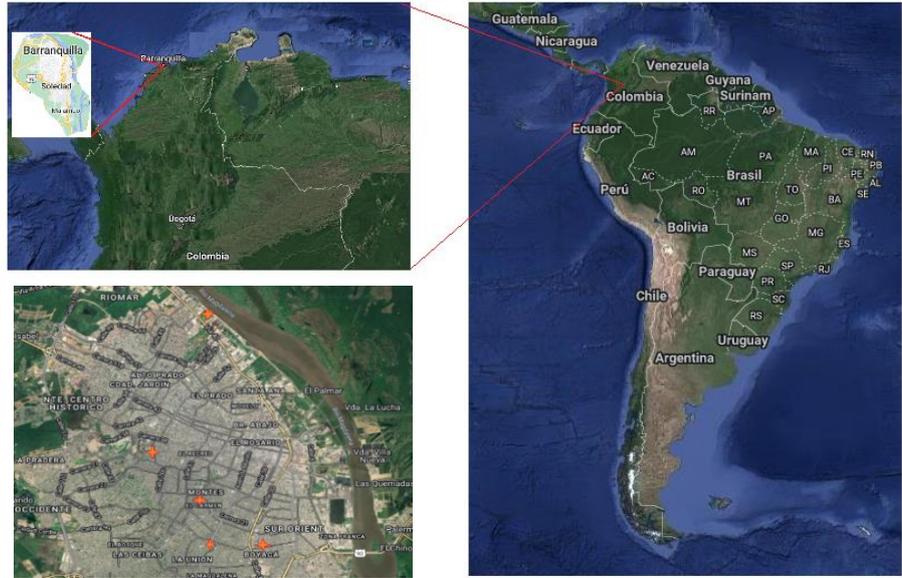
Estos resultados sirvieron de insumo para este trabajo investigativo, ya que decidimos explorar cambios generados desde el año 2020 en la mayoría de los parques, producto de la intervencion que ha venido desarrollando el ADI (**Agencia Distrital de Infraestructura**) con recursos publicos.

El plan para el desarrollo de esta investigacion consiste en usar el sitio web <https://tahminehladi.users.earthengine.app/view/urban-heat-island> , donde observamos localidades en el planeta para obtener la informacion relacionada con el efecto isla urbana de calor y analizar los datos para determinar la valides o no de nuestra hipotesis.

Hipotesis: *“La tierra cubierta de árboles en las zonas rurales del departamento del Atlantico será un poco más fresca que la tierra cubierta de árboles en el área urbana de la ciudad de Barranquilla.”.*

Pregunta problema: *¿ Cual es la relacion existente entre la variacion de la temperatura superficial y la salud de las plantas y arboles en el departamento del Atlantico y la ciudad de Barranquilla?*

METODOS Y MATERIALES



PAIS: Colombia.

Ciudad: Barranquilla.

Sitios de observacion:

Conjunto residencial Oporto.

Parque Boyacá, IED San Gabriel.

Parque Jardin Botanico Armando Dugand Gneco, .

Urbanizacion altos de los manantiales, Soledad.

Gran malecon, Barranquilla.

Universidad del Norte, Barranquilla.

MATERIALES:

Celular con app GLOBE OBSERVER.

Termo higrómetro ambiental.

Termómetro TIR.

Cinta métrica.

BIKELapp Tour (Vehículo especial)

VARIABLES A UTILIZAR: Para el presente trabajo de investigación utilizaremos las variables a saber:

1. **Indice de Vegetacion de Diferencia Normalizada. (NDVI):** Tambien llamado índice de verde es un indicador que señala el verdor, densidad y salud de la vegetación en cada píxel de una imagen de satélite. Ver: Índices de vegetación y su interpretación
2. **Temperatura de la superficie °C:** LST por sus siglas en inglés, es una medida del calentamiento directo de la superficie terrestre, donde los rayos del sol son absorbidos y re-emitidos. Los datos son medidos por el sensor MODIS montado en la plataforma satelital Terra. Para mas informacion referida a la temperatura de la superficie (LST) hacer clic aquí.. 
3. **Temperatura del aire °C:** La atmosfera es un manto de aire extremadamente delgado que se extiende desde la superficie de la Tierra hasta el borde del espacio, es un protector de la radiacion solar y esta compuesta por gases como nitrogeno, oxigeno, argon , etc, la temperatura del aire mide el calor en el aire que tiene variaciones, mas calido en la superficie y disminuye con la altura.
4. **Cobertura terrestre:** Mediante esta variable registraremos lo que hay en la tierra que nos rodea, desde los arboles, hasta edificios, calles, zonas agricolas, entre otros elementos, los mapas de cobertura terrestre son importantes y utiles para evaluar riesgos de desastres, inundaciones, incendios, definir el habitat y comprender los cambios de cobertura terrestre en un tiempo especifico.

MARCO LEGAL

En Colombia existe una reglamentación desde 1993 con el establecimiento del Ministerio del Medio Ambiente, conocemos la existencia de la Ley 99/93 llamada Ley del Medio Ambiente, que tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales asegurando su uso sostenible (Art. 1).

Artículo 1: Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.
7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.
10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.
12. El manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo.
13. Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.
14. Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.

PROBLEMAS ASOCIADAS:

El aumento de la deforestación en Colombia:

“El 70 % de la deforestación de Colombia se concentró en los departamentos de Meta, Caquetá, Guaviare, Putumayo y Antioquia. El ministerio del ambiente, señaló también que la mayor pérdida se ha registrado en la Amazonía, considerando que 2 de cada 3 hectáreas de bosque que hay en el país están en esta región, la que pasó de perder 98 mil hectáreas en 2019 a 109 mil en el 2020, un aumento de 11 mil hectáreas. “Esta deforestación que vemos sobre todo en la Amazonía está afectando nuestra biodiversidad, nuestra calidad de vida y tiene un impacto social enorme”, el ministerio también confirmó que hubo un aumento en la pérdida de bosque en la región Andina pues se arrasó con 3771 hectáreas más que en el 2019, cuando la cifra superó las 25 mil hectáreas, y en el Caribe con 105 más que las 12 791 arrasadas el mismo año”. Tomado del artículo de *colaboración periodística entre Mongabay Latam y Rutas del Conflicto en Colombia*.

Del anterior artículo se concluye que las leyes en Colombia no son aplicadas de la mejor manera, para resolver los problemas ambientales de nuestro territorio.

METODOLOGIA.

El equipo investigador utilizó como metodología la obtención de datos relacionados con las variables anteriormente descritas, los cuales se describen de la siguiente manera:

1. Obtención de datos en NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) a partir de imágenes satelitales y el software Auravant (**Auravant - Potenciamos a la nueva generación del campo**) especializado a partir de la escala universal para determinar la salud de las plantas y el estrés de las mismas al cual se mantienen día a día, mes a mes y año tras año.
2. Obtención de datos LST (Temperatura superficial), utilizando el software de Visor de isla urbana de calor, Earthengine.app, (**Isla de calor urbana (earthengine.app)**) para obtener datos en el tiempo de la temperatura superficial en los diferentes sitios de observación determinados anteriormente.
3. Obtención de datos de altura de árboles, empleamos la app GLOBE OBSERVER con el protocolo TREES, para determinar la altura de árboles ubicados en cada uno de los sitios de observación, haciendo uso de los celulares, tablets y computadoras asociadas a este tipo de análisis.
4. Obtención de datos de cobertura terrestre, empleamos la app GLOBE OBSERVER, con el protocolo Land Cover determinamos en que se está utilizando de manera efectiva el suelo en los diferentes sitios de observación determinados para este estudio.
5. Obtención de datos referidos a la temperatura del aire, empleando el protocolo DATA ENTRY, que se encuentra en la app GLOBE OBSERVER, para conocer el estado del aire en los diferentes sitios de observación definidos anteriormente.

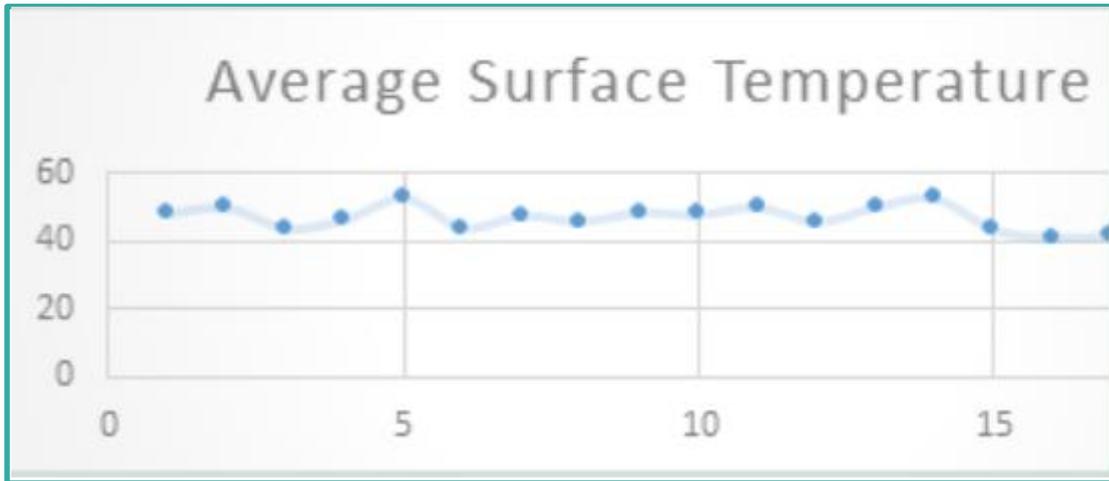


Para el desarrollo de las mediciones en cada uno de los sitios de observación se empleó un vehículo de tracción humana llamado **BIKELAPP-TOUR** (esta constituido por sistemas de bicicletas que lo utilizan 10 personas al mismo tiempo) este vehículo es especial para recorrer los parques y sitios de observación debido a la emisión (0) de gases producidos por vehículos convencionales y por la comodidad para realizar las mediciones de cobertura terrestre con el celular o tablets.

RESULTADOS Y DATOS

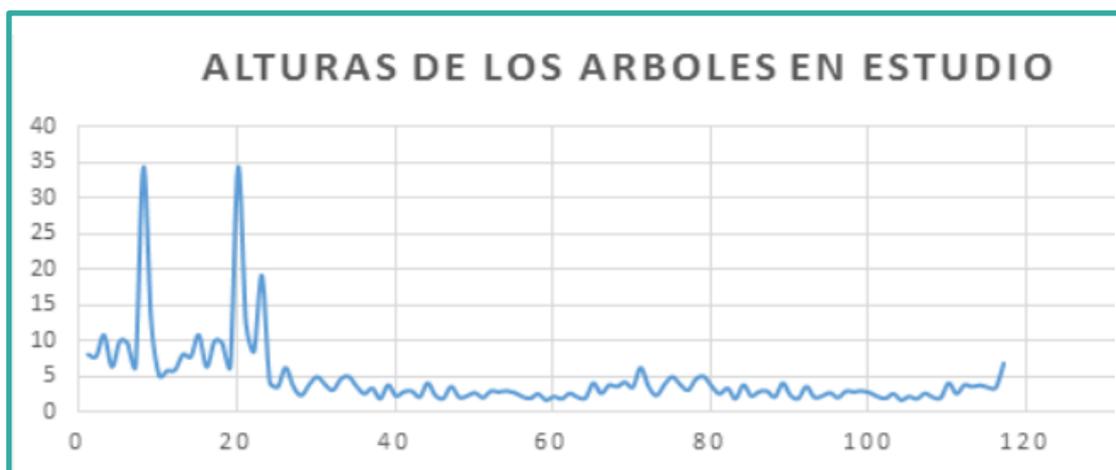
1. EMPLEANDO LOS DATOS GLOBE. (ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA, COLOMBIA)

A partir del trabajo realizado en el año 2020 resaltamos los resultados y fueron asumidos como antecedente a este trabajo investigativo, se destaca los siguiente:



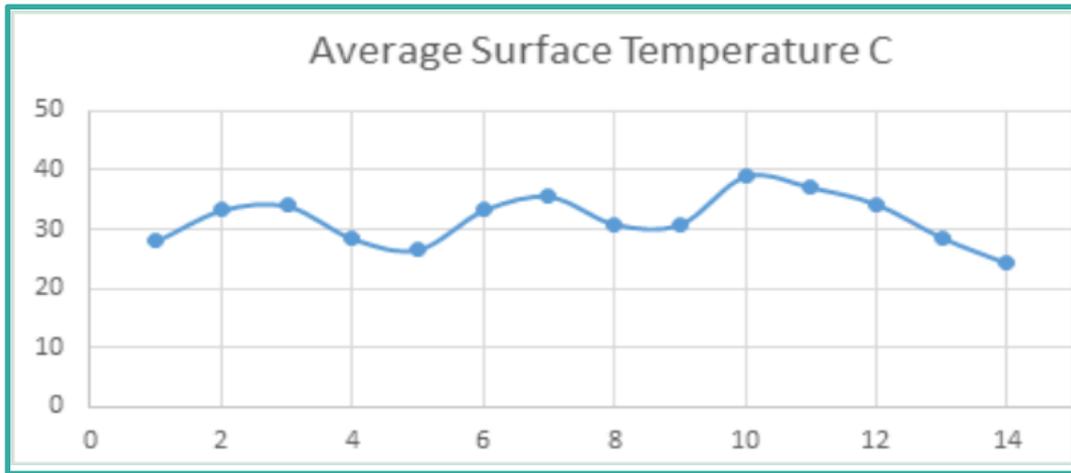
Grafica 1, Promedio de temperatura superficial con radiacion solar directa en los sitios de observacion.

La temperatura superficial obtenida al interactuar la energia radiante del Sol en la superficie sin sombra mediante el protocolo de GLOBE, presenta un comportamiento oscilante entre el intervalo de (40 a 60) °C, esto es el valor obtenido en la superficie promedio que se encuentra en los diversos sitios de observacion, (Concreto rigido).



Grafica 2, Altura de arboles en los sitios de estudio.

Los arboles medidos en el año 2020 en su gran mayoria no superaban los 5 metros de altura en los diferentes sitios de observación, esto llamó la atención a los investigadores generando preguntas al respecto, encontrando en el urbanismo unas reglas muy relacionadas con la estetica y la seguridad.



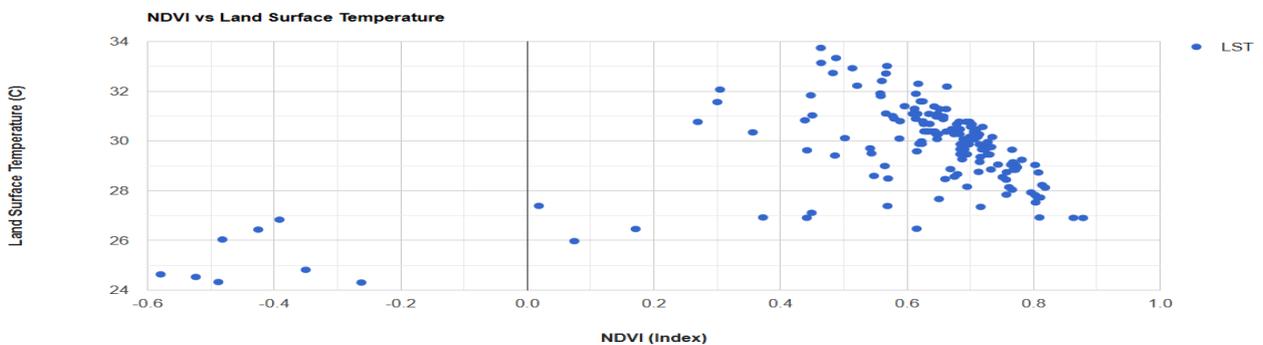
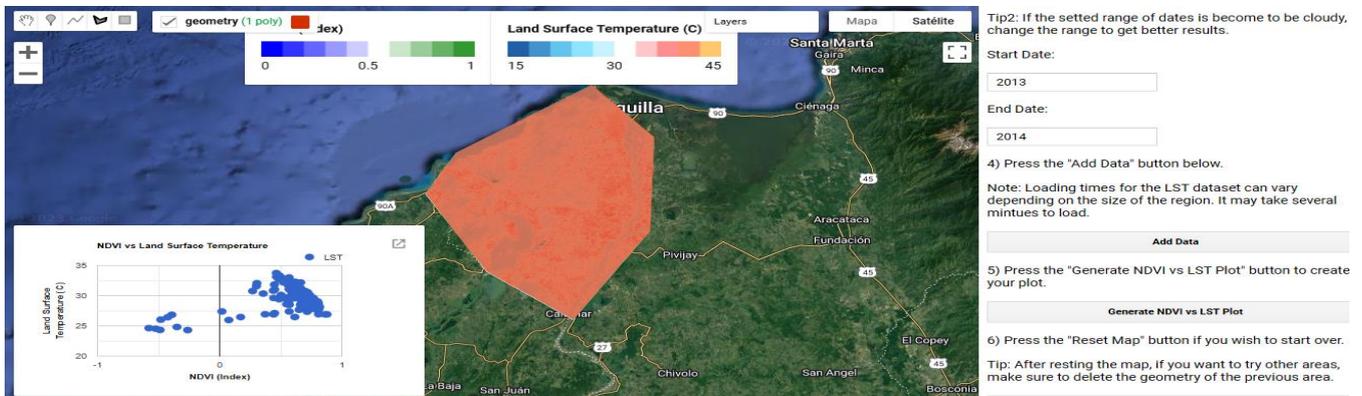
Grafica 3, Promedio de temperatura superficial a la sombra en los sitios de observacion.

La temperatura superficial obtenida a la sombra de los arboles muestra una variacion que oscila entre (25 a 40)°C, la mayoría de sitios de observación presentan esta variación que se relaciona entre la cantidad y la altura de arboles encontrados en las zonas.

2. EMPLEANDO ANALISIS A IMÁGENES SATELITALES. (ZONA RURAL DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO, COLOMBIA)

Resultados de las observaciones satelitales de NDVI vs Temperatura superficial (LST)

Gráfica 4, Departamento del Atlantico - Colombia, Años 2013 a 2014.



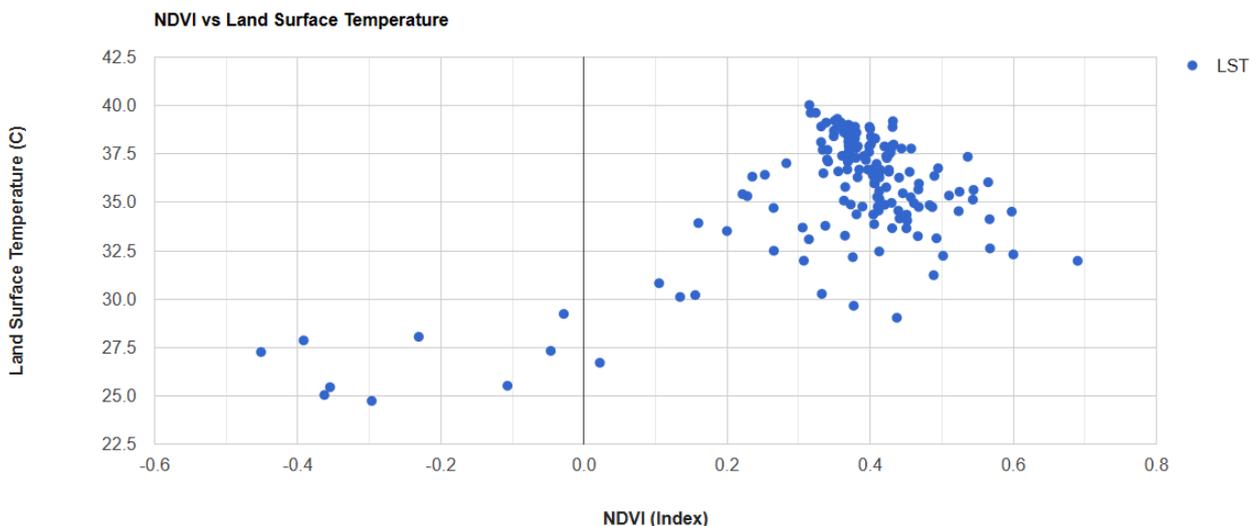
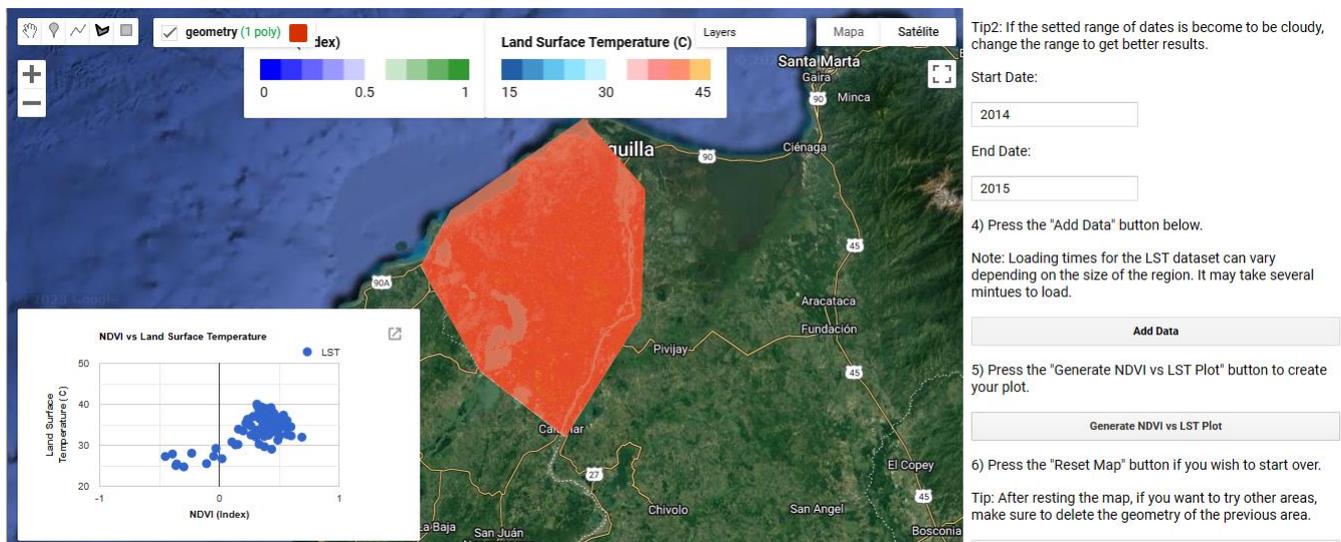
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlántico durante el tiempo comprendido entre los años 2013 y 2014, la temperatura mas predominante corresponde a los 30°C en promedio, donde hay mayor concentración de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con

una salud moderada de las plantas con un NDVI entre (0,6 y 0,8), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Con relacion al intervalo del NDVI entre (0,4 y 0,6) existe una variabilidad alta relacionada con la insalubridad de las plantas, esto se evidencia en la cantidad alta de valores distribuidos en la grafica

Con relacion al intervalo del NDVI entre (-0,6 y -0,2), este muestra que existe unas zonas húmedas en el departamento del Atlantico muy marcadas tales como el sistema de cienagas del municipio de Luruaco, el embalse del guajaro y el canal del dique al sur del departamento, El rio Magdalena en la zona oriental del departamento tambien influye en este resultado.

Grafica 5. Departamento del Atlantico -Colombia, Años 2014 a 2015.

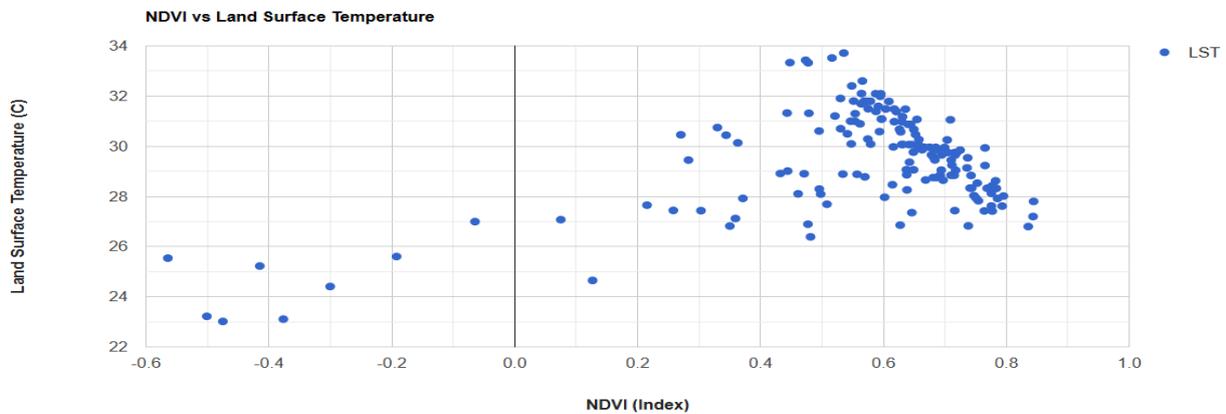
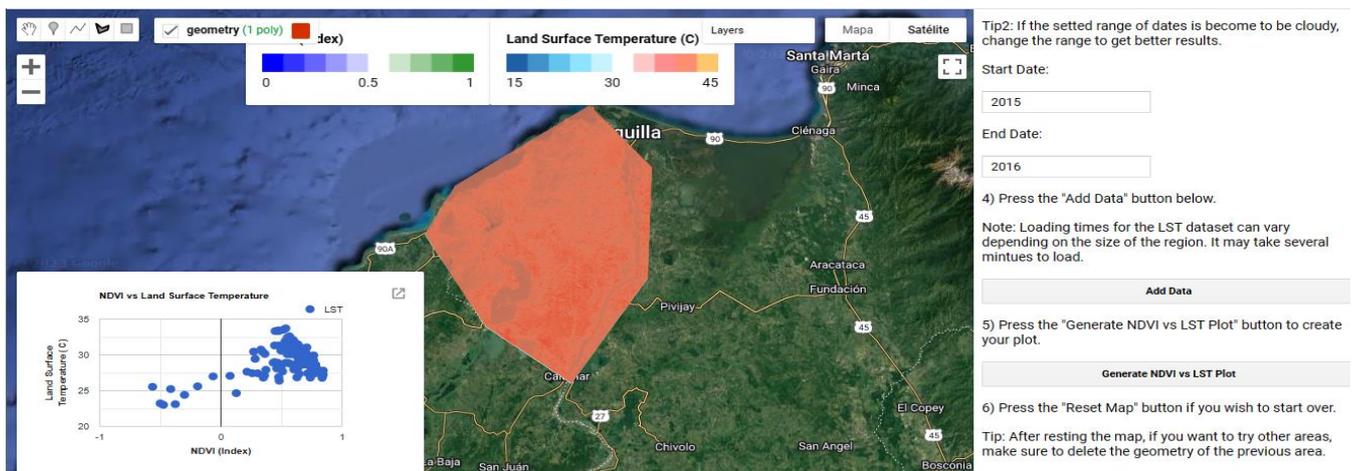


Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2014 y 2015, la temperatura mas predominate corresponde a los 37.5°C en promedio, registrando un aumento en la temperatura superficial con referencia al año indemiatamente anterior, donde hay

mayor concentración de la nube de puntos y tiene una relación inversa con el NDVI correlacionado con una insalubridad de las plantas con un NDVI entre (0,2 y 0,6), el vigor de las plantas es bajo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

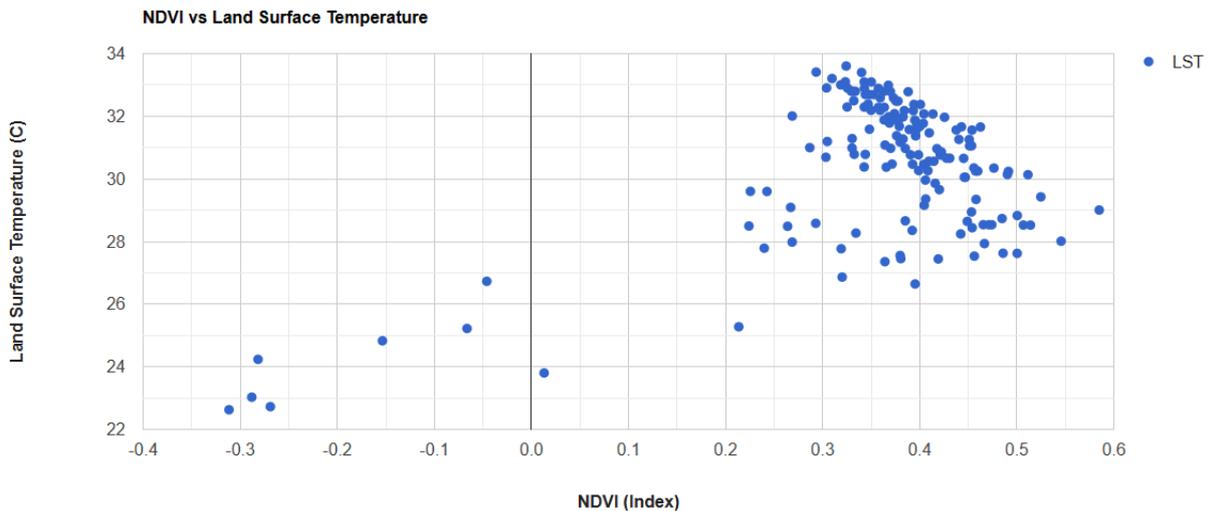
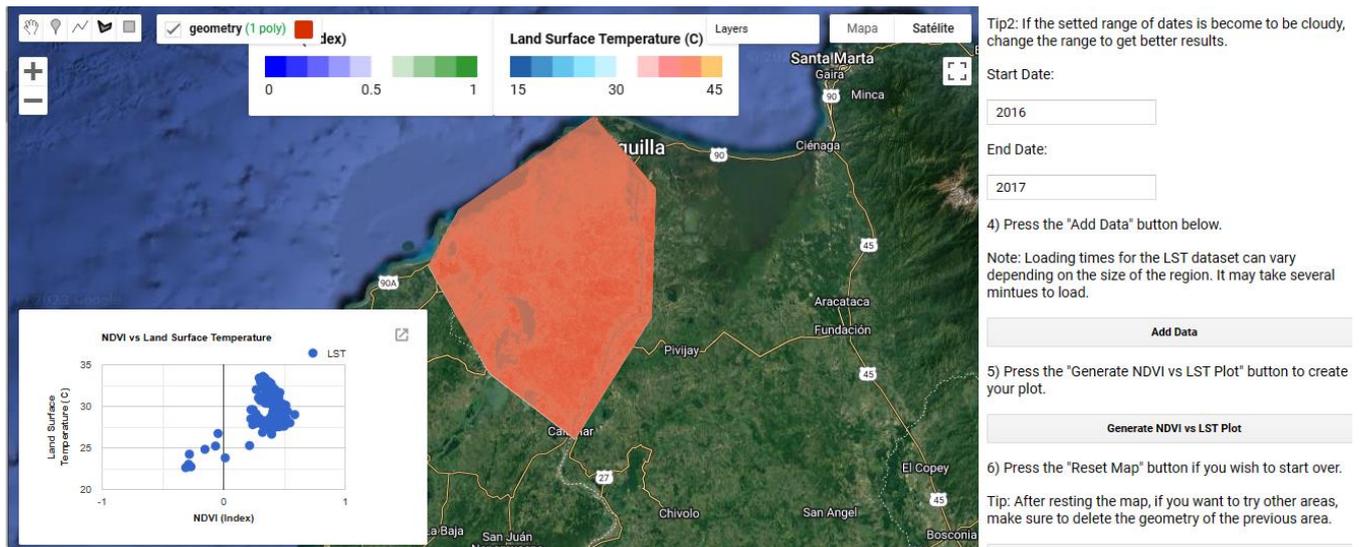
Con relación al intervalo del NDVI entre (-0,4, y 0,0), este muestra que existe unas zonas húmedas en el departamento del Atlántico muy marcadas tales como el sistema de ciénagas del municipio de Luruaco, el embalse del guajaro y el canal del dique al sur del departamento, El río Magdalena en la zona oriental del departamento también influye en este resultado.

Grafica 6, Departamento del Atlántico, Años 2015 a 2016.



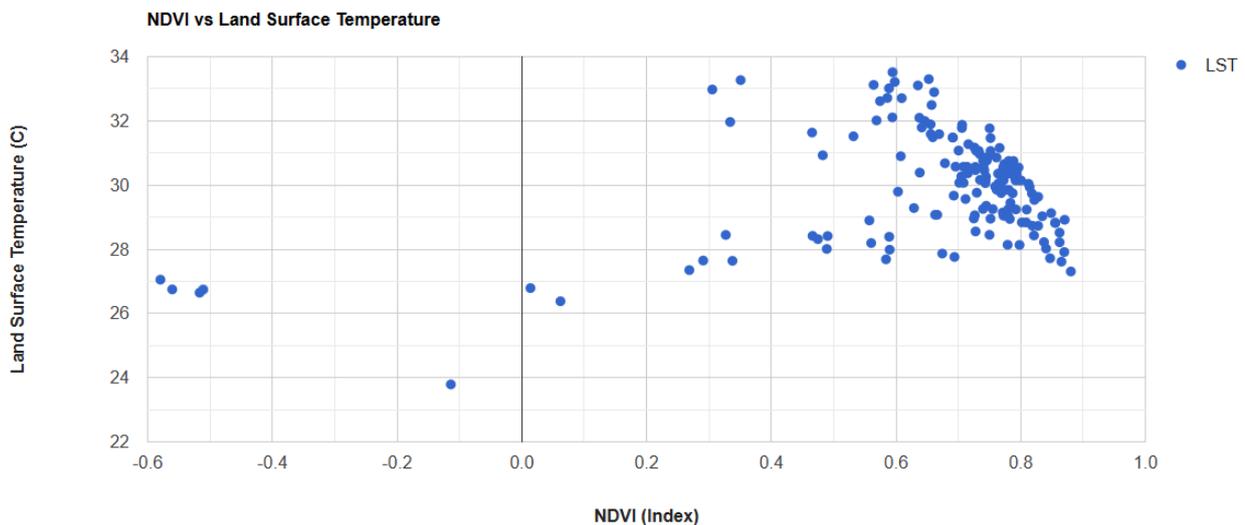
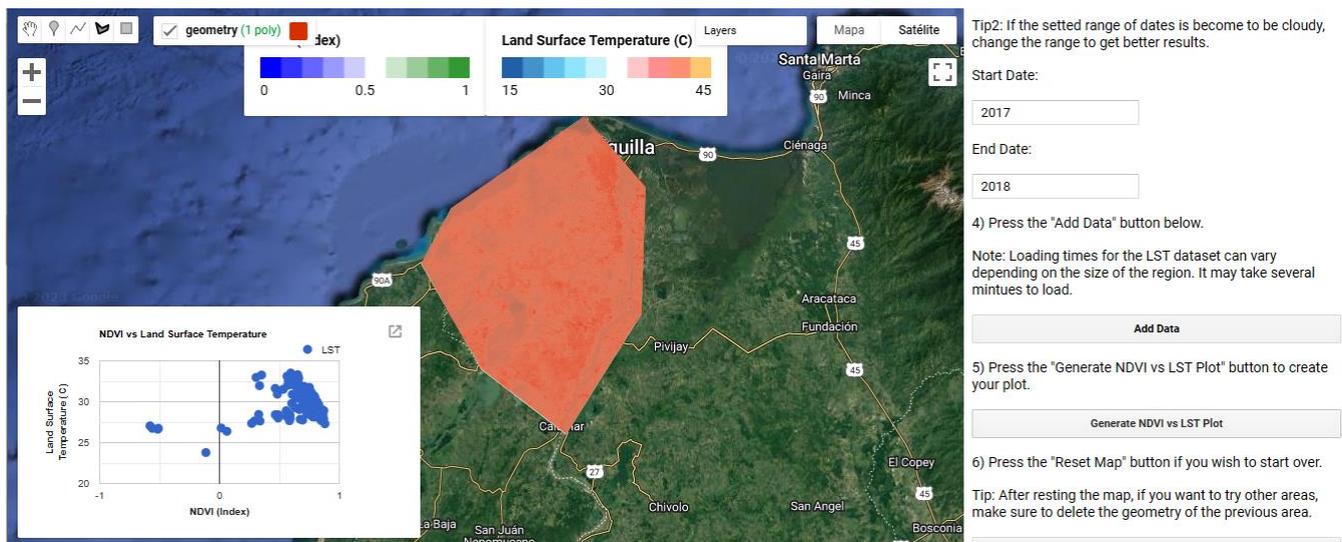
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlántico durante el tiempo comprendido entre los años 2013 y 2014, la temperatura más predominante corresponde a los 32°C en promedio, donde hay mayor concentración de la nube de puntos y tiene una relación inversa con el NDVI correlacionado con una salud moderada de las plantas con un NDVI entre (0,4 y 0,8), el vigor de las plantas no es el óptimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Grafico 7. Departamento del Atlantico, Años 2016 a 2017.



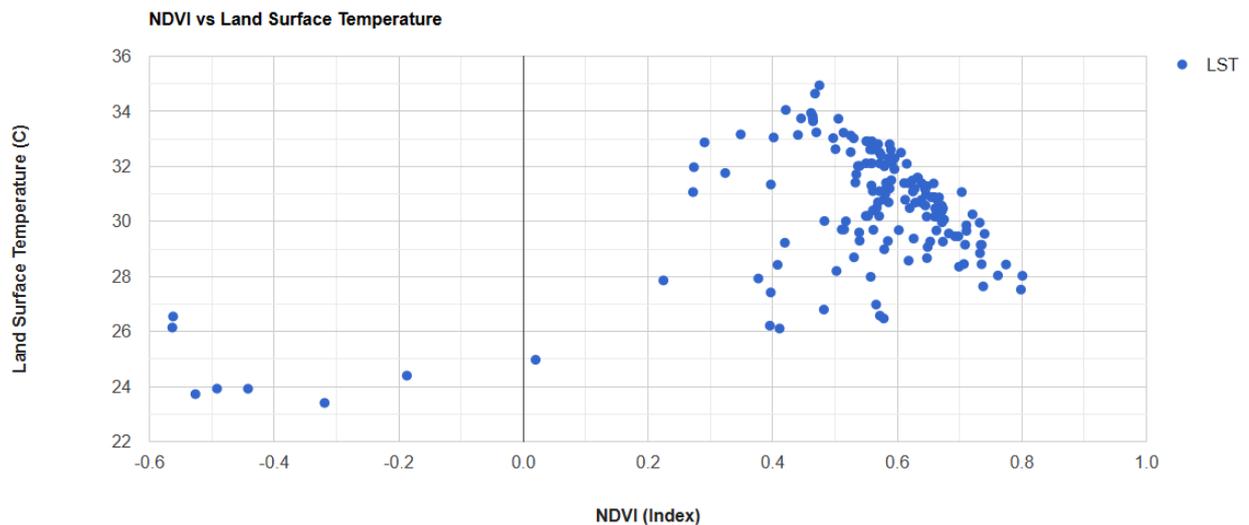
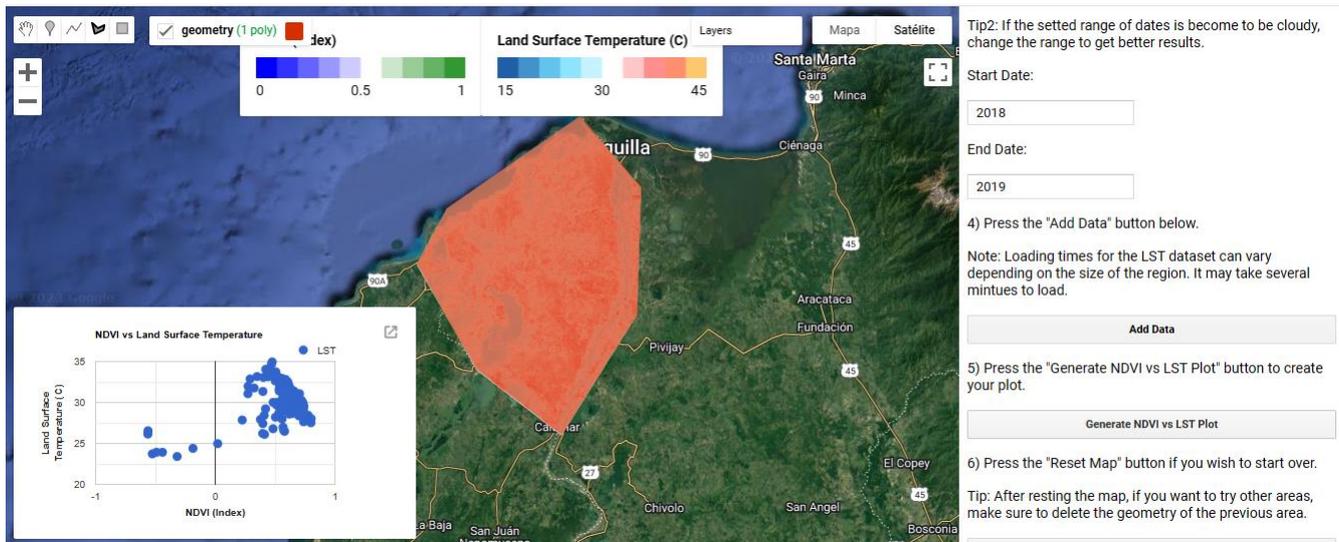
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2016 y 2017, la temperatura mas predominante corresponde a los 33°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una insalubridad de las plantas con un NDVI entre (0,3 y 0,5), el vigor de las plantas no es la mejor y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Grafico 8. Departamento del Atlantico, Años 2017 a 2018.



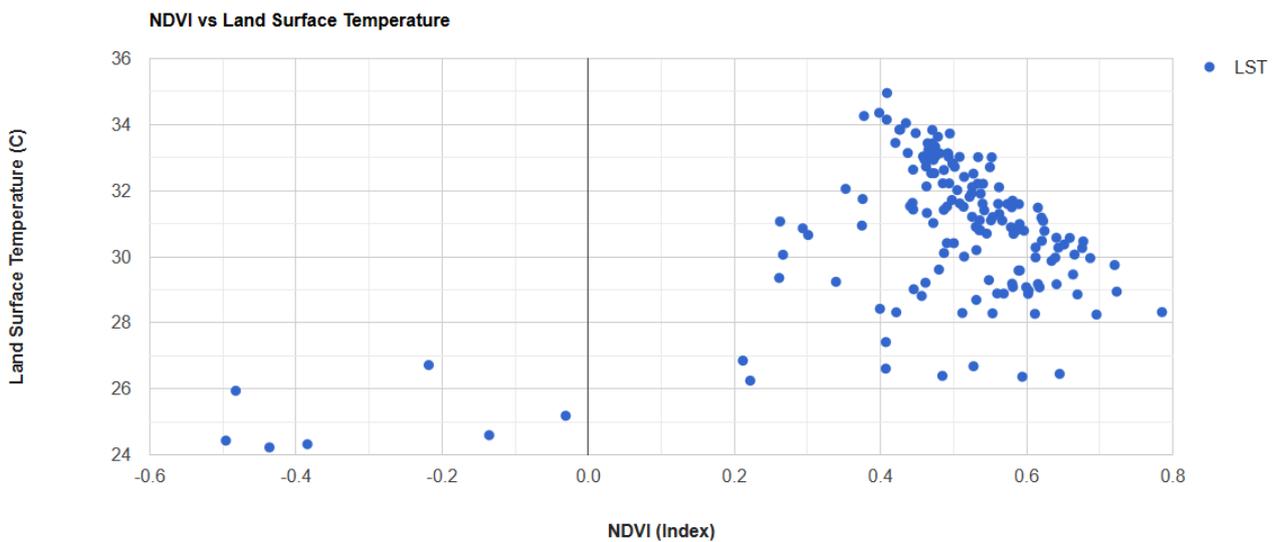
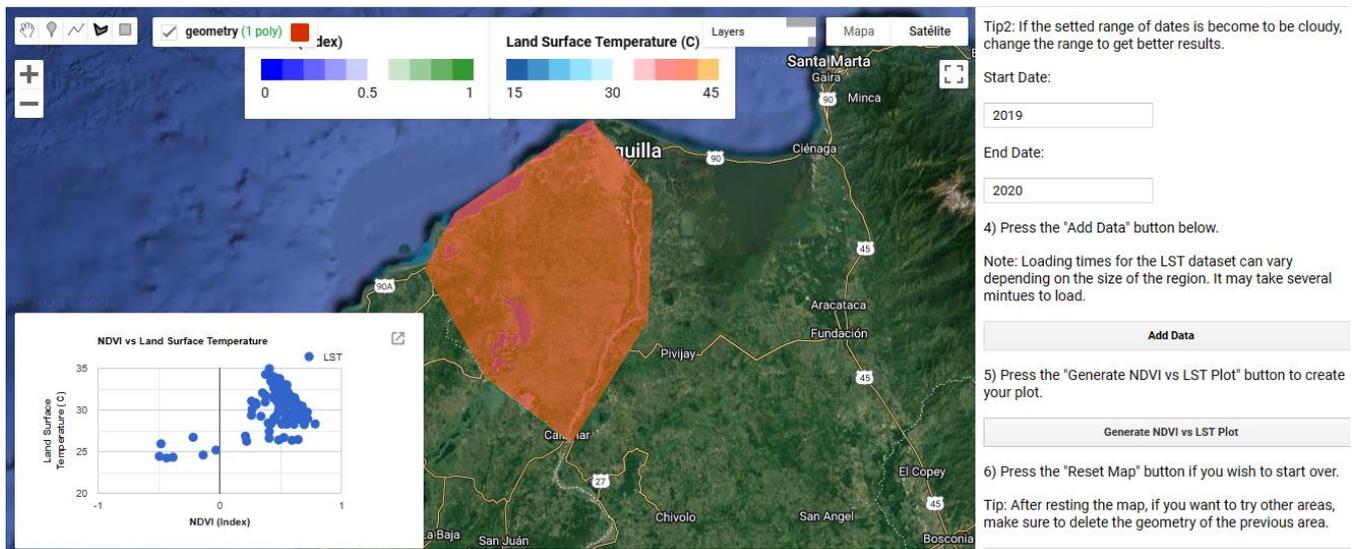
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2017 y 2018, la temperatura mas predominante corresponde a los 32°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una salud moderada de las plantas con un NDVI entre (0,5 y 0,9), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Grafico 9. Departamento del Atlantico, Años 2018 a 2019



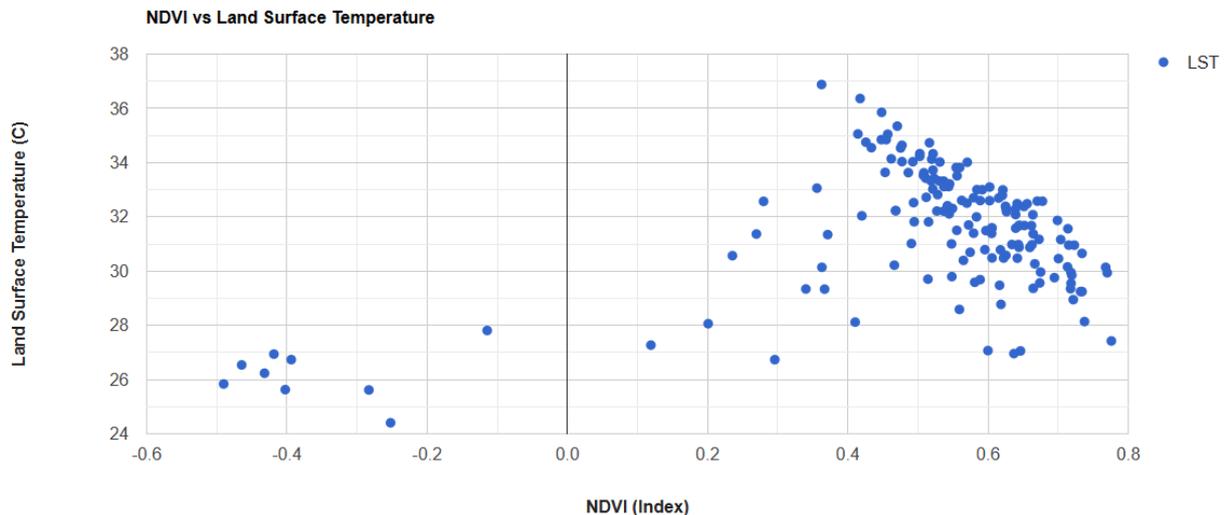
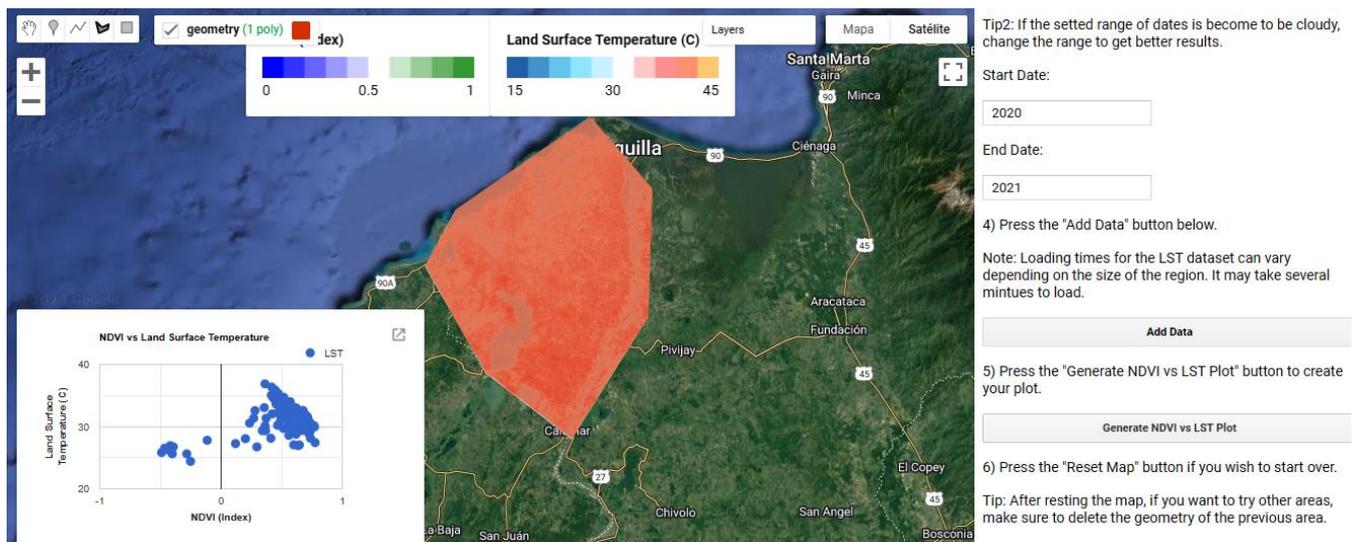
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2018 y 2019, la temperatura mas predominante corresponde a los 32°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una salud moderada de las plantas con un NDVI entre (0,4 y 0,8), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Grafico 10. Departamento del Atlantico, Años 2019 a 2020



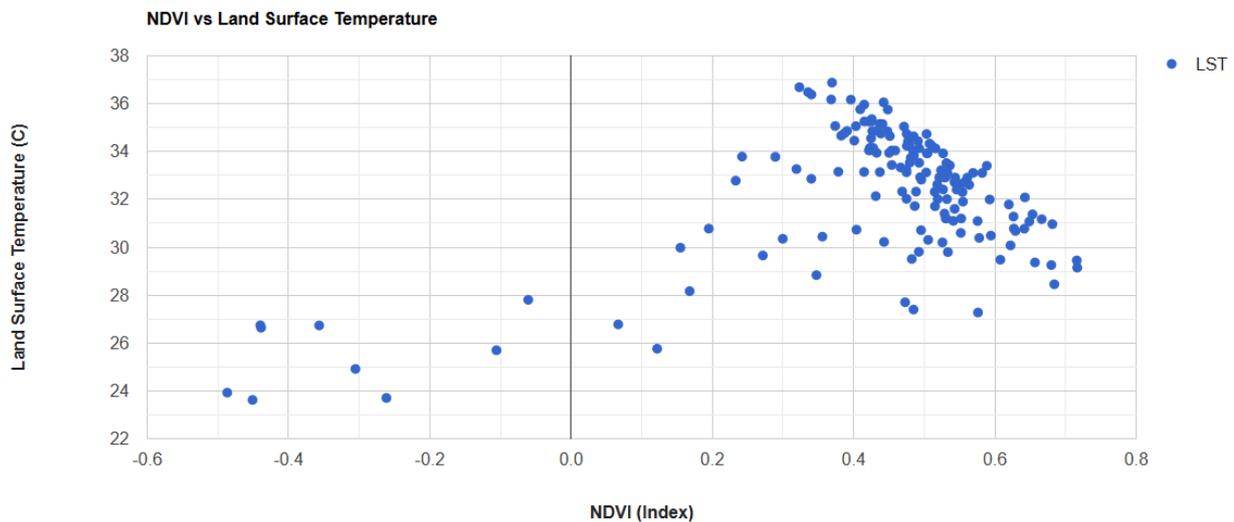
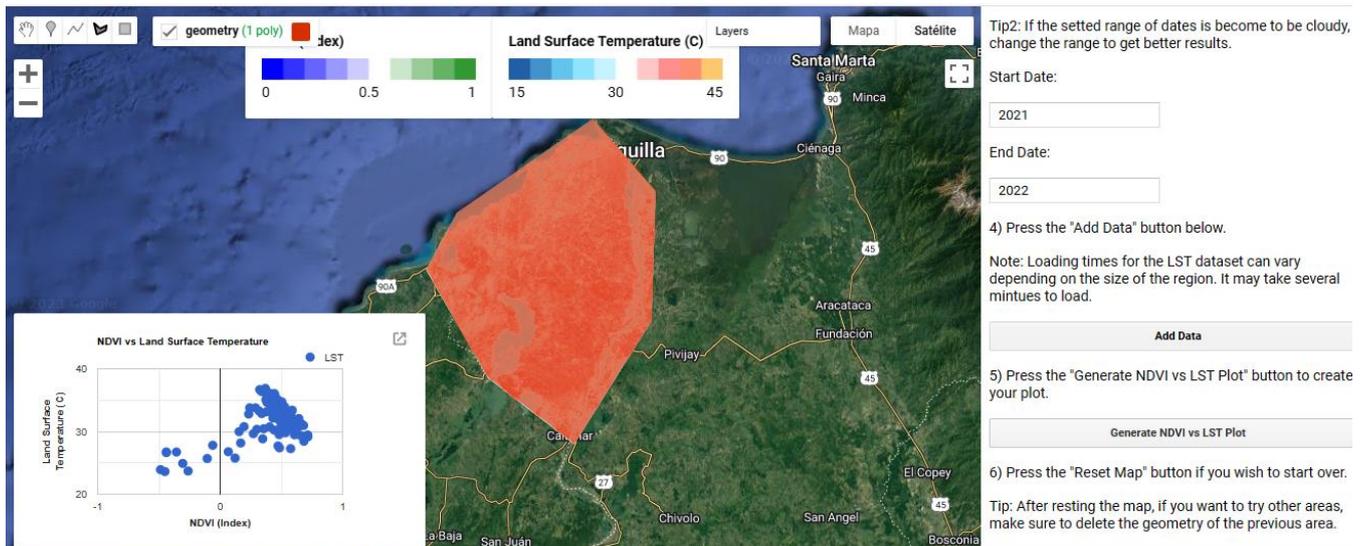
Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2018 y 2019, la temperatura mas predominate corresponde al intervalo entre (30 y 34)°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una salud baja de las plantas con un NDVI entre (0,4 y 0,6), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas.

Grafico 11. Departamento del Atlantico, Años 2020 a 2021



Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2018 y 2019, la temperatura mas predominante corresponde a 33°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una salud baja de las plantas con un NDVI entre (0,4 y 0,7), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas

Grafico 12. Departamento del Atlantico, Años 2021 a 2022

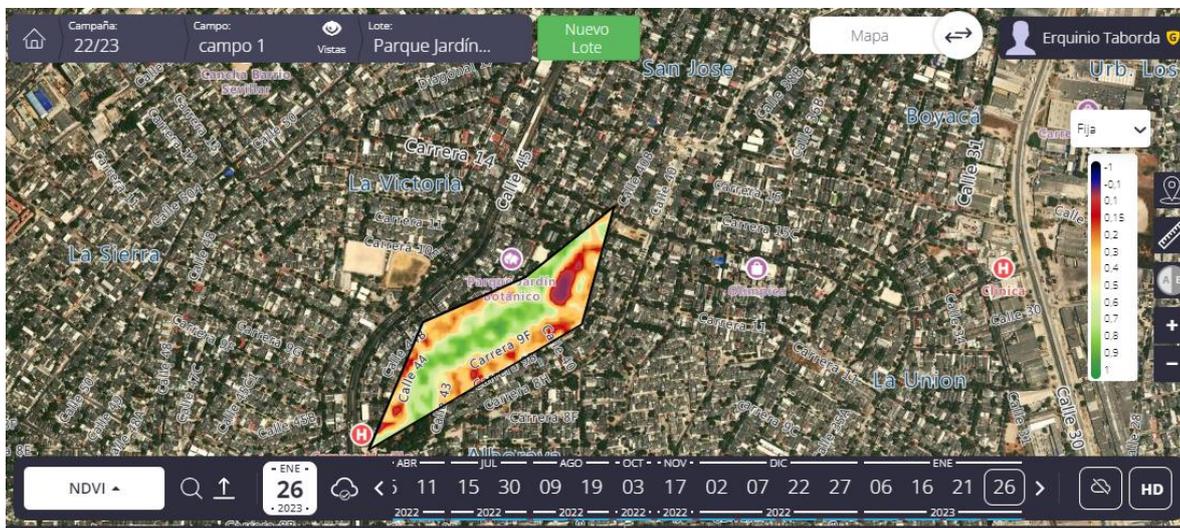


Resultados: En la zona rural del departamento del Atlantico durante el tiempo comprendido entre los años 2018 y 2019, la temperatura mas predominate corresponde a 34°C en promedio, donde hay mayor concentracion de la nube de puntos y tiene una relacion inversa con el NDVI correlacionado con una salud baja de las plantas con un NDVI entre (0,4 y 0,6), el vigor de las plantas no es el optimo y existen zonas de suelo desnudo o plantas estresadas

3. EMPLEANDO ANALISIS A IMÁGENES SATELITALES. (ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA, COLOMBIA)

Resultados observaciones satelitales y software Auravan con analisis de NDVI.

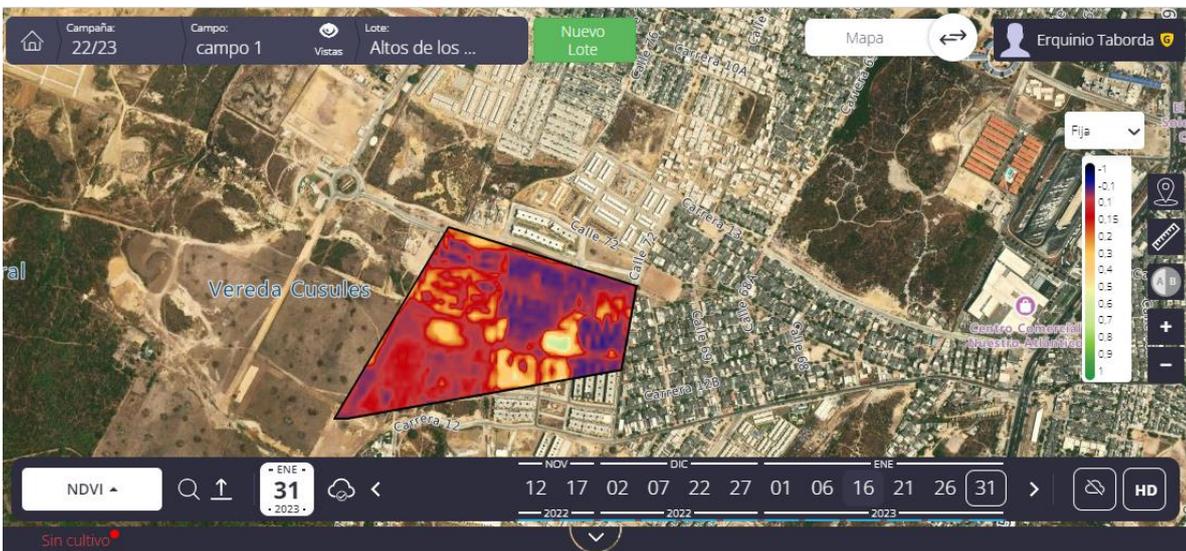
Grafico 13. Parque Jardín Botánico Armando Dugand Gnecco, Barranquilla- Colombia, día 26 de enero de 2023.

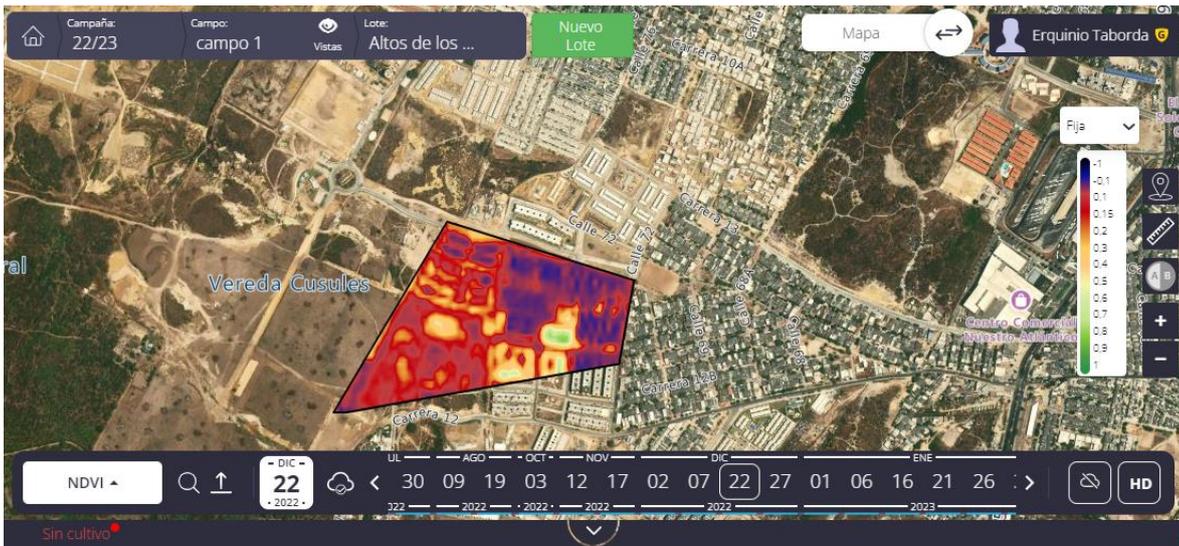
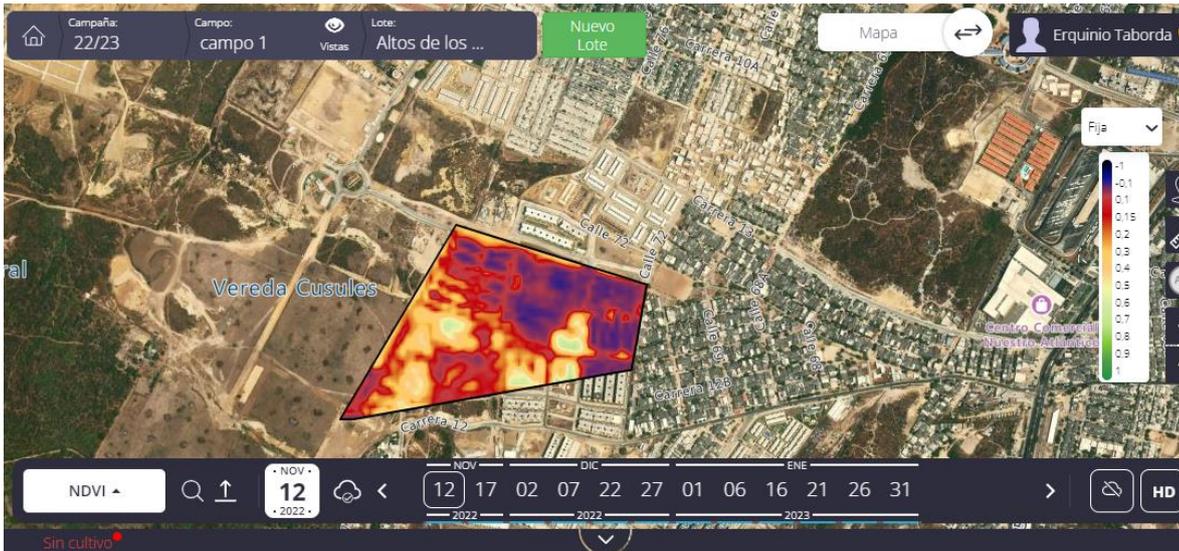


Resultados: Las plantas en este sitio gozan de buena salud en su gran mayoría, teniendo en cuenta que abundan nacimientos de agua, existe un riachuelo contante durante el año, las aguas pluviales también convergen en este sitio, existen peces, animales silvestres y domésticos, las zonas de color rojo obedecen a canchas de deporte como futbol y bicicrós, hay un sector residencial en su perímetro y es regado constantemente.

El NDVI que prevalece en esta zona está en el intervalo de (0.8 y 1.0), lo cual indica que las plantas y árboles gozan de buena salud.

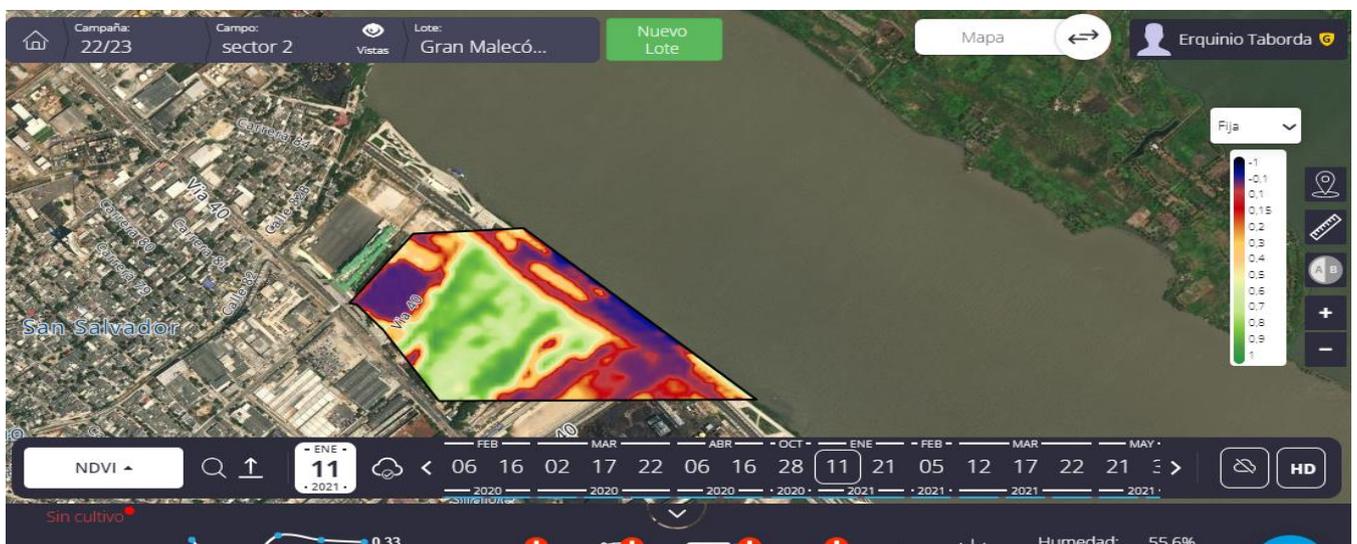
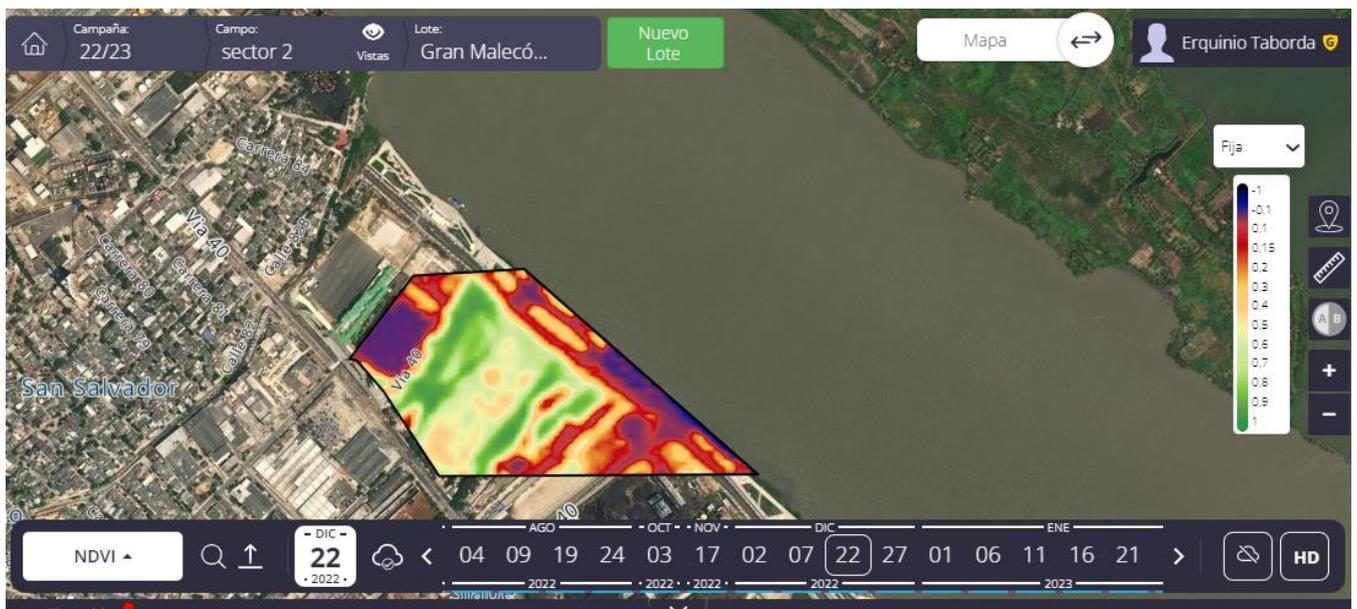
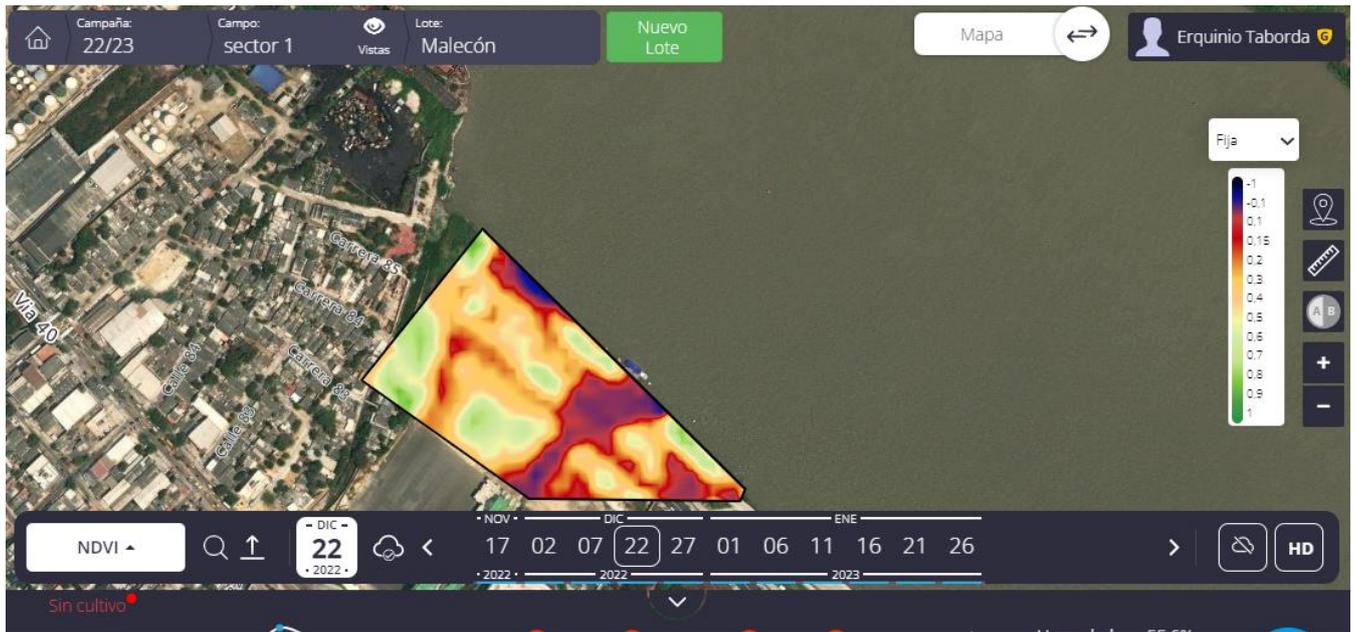
Grafico 14. Soledad- Atlántico. Urbanización altos de los manantiales.

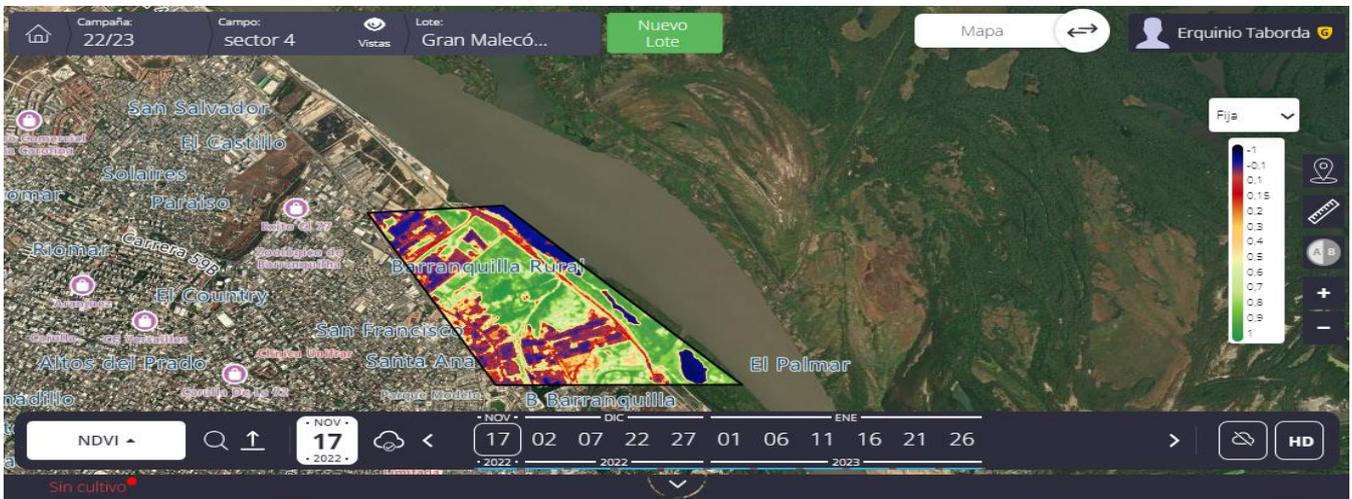
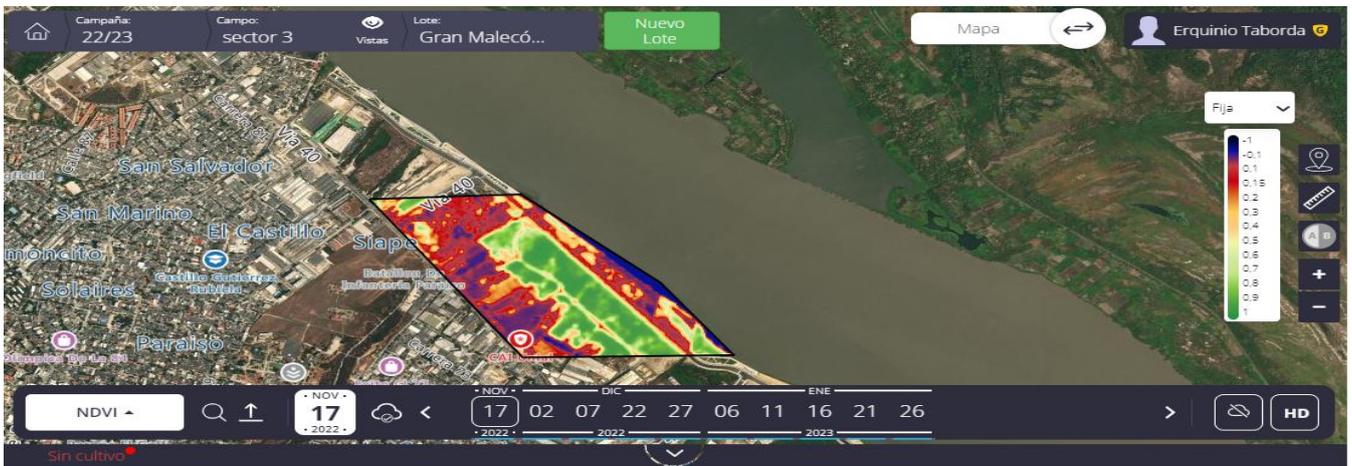
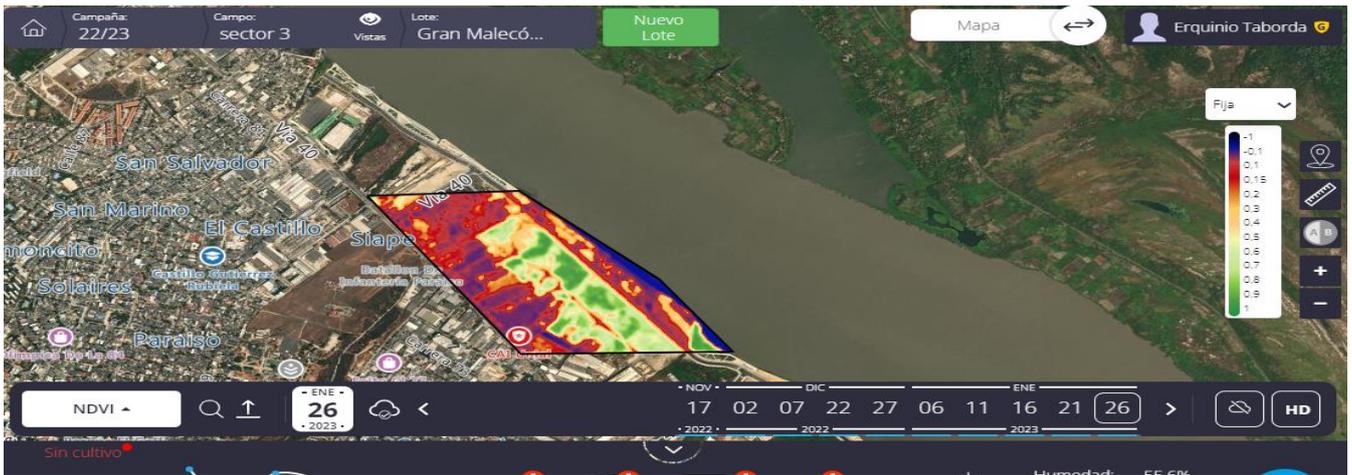




Resultados: En el sitio de estudio para la fecha del 22 de diciembre de 2022, se observó en su mayoría material inerte (tierra estéril) producto de la adecuación del terreno con maquinaria amarilla, lo cual se convierte en edificaciones tipo conjuntos residenciales con un estimado del 5% de cobertura vegetal.

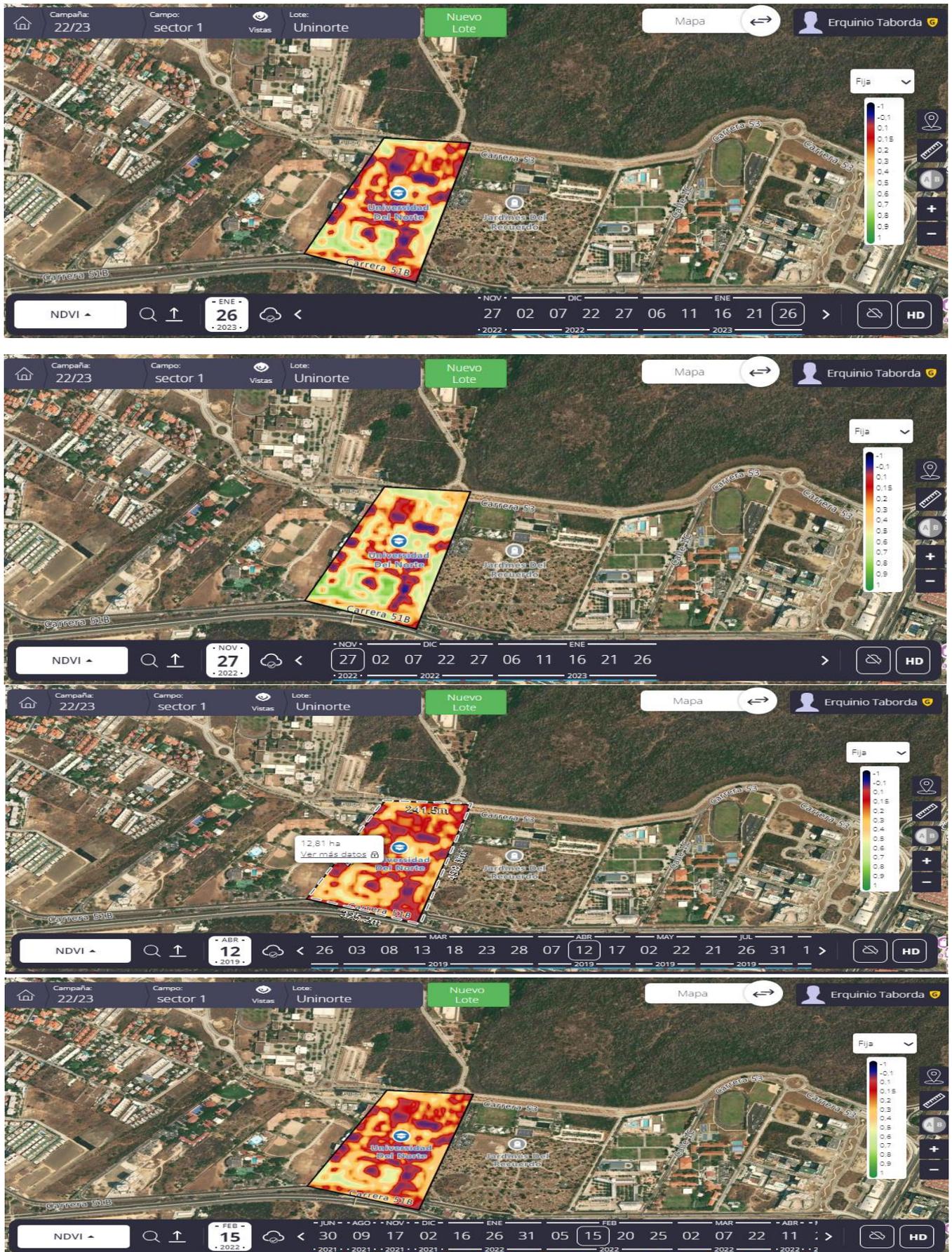
Grafico 15, Gran Malecón, Barranquilla. Sector 1.





Resultados: En esta zona de la ciudad se observa que entre los años 2016 a 2022 ha aumentado la capa vegetal y aumenta la superficie cubierta por concreto rígido (vías, edificaciones del sector industrial y gastronómico, parque de diversiones), los árboles plantados son delgados y de baja altura con pocas hojas perennes, la zona del gran malecón colinda con el río Magdalena que presenta mucha vegetación acuática.

Grafico 16. Universidad del Norte, Barranquilla.



Resultados: En abril de año 2019 en el campus de la Universidad del Norte presenta gran cantidad de edificaciones y zonas donde la vegetación no goza de buena salud, a partir de febrero 5 de 2022 la vegetación tiene una recuperación en su vigor y salud, a partir de noviembre 27 del mismo año se observa un aumento en la salud de las plantas y árboles probablemente relacionado con la época lluviosa lo cual contrasta con la observación a partir del 25 de enero de 2023 donde se aprecia una significativa reducción de las zonas verdes comprometiendo la salud de las plantas y los arboles probablemente por coincidir con una época seca muy larga.

DISCUSION:

El estudio de imágenes satelitales empleando algoritmos especializados en estudios de biodiversidad corroborados por la observación directa in situ por parte del equipo investigador empleando los protocolos del programa GLOBE, muestran resultados muy dicentes sobre la principal problemática planteada en este trabajo concentrada en conocer la relación entre la variación de la temperatura superficial y la salud de las plantas y arboles que forman parte del inventario en ciertos lugares seleccionados en la ciudad de Barranquilla por su capacidad de alojar personas y fauna silvestre en un concepto de ecociudad.

Dichos resultados evidencian como la cobertura terrestre afecta a la salud de las plantas, las edificaciones reemplazan el material vegetal y aumenta la temperatura de la superficie, hemos sido testigo de cambios significativos como centenarios arboles frondosos son cambiados por edificaciones en concreto rígido y arbustos no mayores a 5 metros de altura por las políticas de urbanismo y estética inmobiliaria.

Hacemos una llamada a las autoridades ambientales a regular de mejor manera el uso del suelo y los constantes arboricidios ejecutados para poder adecuar los terrenos donde la urbe crece, haciendo cumplir las leyes medioambientales de reposición de arboles que realmente cumplan su vital función.

CONCLUSIONES

En desarrollo del presente trabajo investigativo se concluye que es cierta nuestra hipótesis ***“La tierra cubierta de árboles en las zonas rurales del departamento del Atlántico será un poco más fresca que la tierra cubierta de árboles en el área urbana de la ciudad de Barranquilla.”*** Este resultado confirma que el efecto isla urbana de calor es evidente en ciudades que están en constante crecimiento pero que las autoridades fallan en el control urbanístico y medioambiental que debe realizarse para evitar daños en el ecosistema.

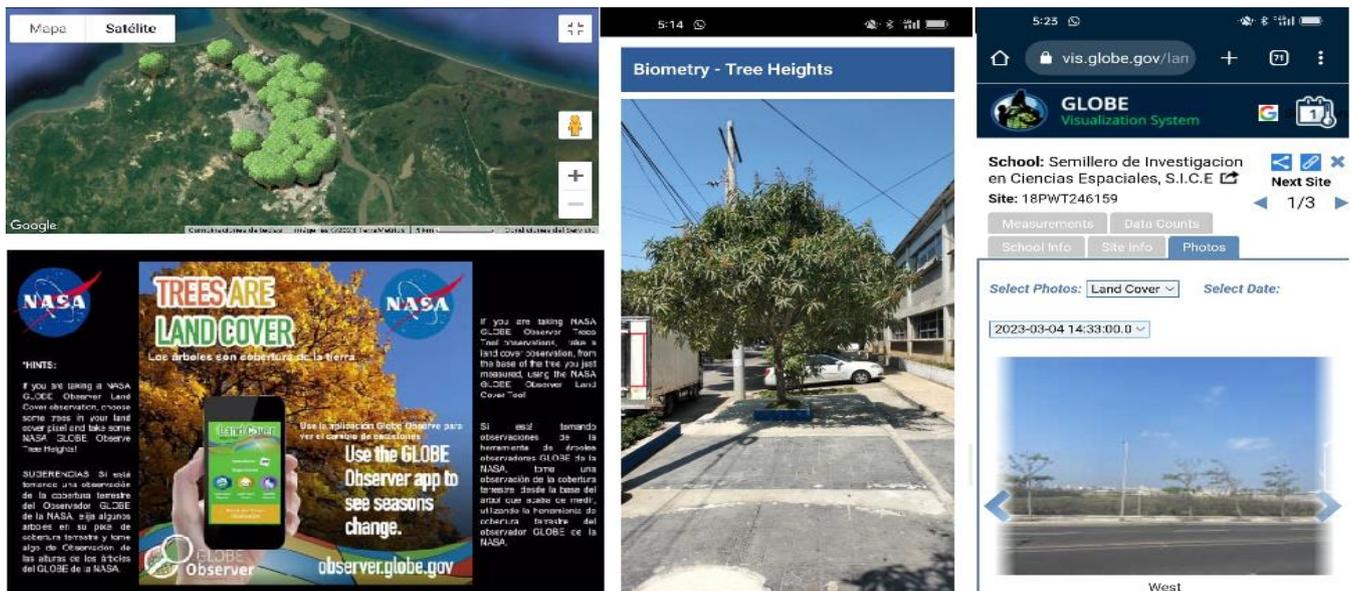
Además este estudio confirma la relación inversa que existe entre la temperatura superficial y la salud de las plantas ya que nuestras variables en su comportamiento lo demuestran, el índice NDVI fortalece nuestra conclusión ya que se puede evidenciar el progreso del crecimiento de zonas estériles o edificaciones y el decrecimiento de zonas verdes con desmejoramiento de la salud de las plantas, igualmente el protocolo de nubes nos muestra cielos claros y con altos índices de brillo solar en el último cuatrimestre, lo cual agrava la situación de la vegetación encontrada en los parques de la ciudad objeto de estudio.

La cobertura del suelo en nuestra ciudad, presenta un crecimiento de zonas asfálticas y de concreto rígido, haciendo necesario que las autoridades y administrativos tengan una mirada a otros tipos de construcciones donde se privilegie el espacio verde y donde las plantas tengan menos estrés por procesos como falta de agua o nutrientes.

También se hace un llamado a la comunidad para que incentive la cultura de biodiversidad donde el reciclaje, el uso adecuado de los residuos sólidos y el crecimiento de huertas comunitarias, escolares y familiares sirva de insumo para tener mayor cantidad de plantas en los diferentes parques de la ciudad, se siembren más árboles frutales y frondosos y se oxigene más la ciudad.

Igualmente recomendamos el empleo de una cátedra ambiental bien fortalecida en las escuelas haciendo masivo el uso en el aula de clases de los protocolos GLOBE para motivar a docentes y a estudiantes a conocer mejor la ciudad y sus problemáticas ambientales.

Como innovación pedagógica este equipo de investigadores propone el uso de la estrategia **“BIKELAPP TOUR”** como un medio de transporte masivo e individual en los diferentes parques de la ciudad, que genere una cultura de conservación del medio ambiente, generación de energía limpia y el empleo de la ciencia ciudadana como una oportunidad para crear conciencia ambiental entre los habitantes de una biodiversidad como es Barranquilla, ubicada en el Norte de Colombia.



Gráfica 17, Protocolos y herramientas GLOBE utilizados en la investigación.

CITAS.

1. *Tree Cover and Temperatures” por KATELYN DEPEW*
2. <https://tahminehladi.users.earthengine.app/view/urban-heat-island>
3. [Auravant - Potenciamos a la nueva generación del campo](#)
4. *Taborda y colaboradores, “Efecto termico de los árboles en la superficie de los parques ubicados en el sur oriente del area metropolitana de Barranquilla.” IVSS GLOBE Año 2020.*
5. *Ley 99 de 2023, Ley del medio ambiente. Colombia.*

INSIGNIAS OBTENIDAS EN ESTA INVESTIGACIÓN. En desarrollo de este artículo obtuvimos las insignias:



SOY UN ESTUDIANTE INVESTIGADOR: Esta insignia la obtuvimos por el esfuerzo en equipo que realizamos para seguir cada uno de los pasos necesarios en la elaboración del trabajo de investigación en la recolección de datos utilizando los protocolos GLOBE y en nuestra labor de contribuir al desarrollo de la ciencia ciudadana.

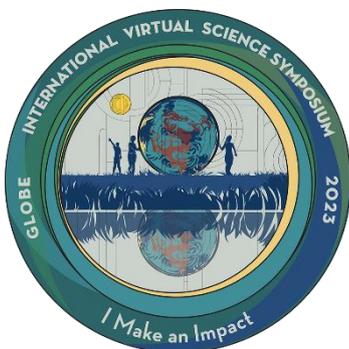


SOY UN ESTUDIANTE COLABORADOR: Esta insignia la obtuvimos por la capacidad de organizarnos en equipos y desarrollar nuestros roles de manera colaborativa de la siguiente manera:

Equipo Arboles: María Alonso, Alexandra Barrios, Saray Moreno, Daniela Zapata, María Camila Perdomo

Equipo Land Cover: Miguel Carreño, Sofía Figueredo, Juan Sebastián Gutiérrez, Zulangel Sarmiento, Santiago Cantillo

Equipo Analisis NDVI: Duvis Robles, Samuel Mejía, Leonardo Mejía, Natalie Martínez, Danna Díaz, Leidy Domínguez y Hellen Solón



YO HAGO UN IMPACTO: Gracias a nuestro trabajo investigativo relacionado con el problema de la isla urbana de calor, logramos determinar la relación inversa que existe entre la temperatura superficial y la salud de las plantas y recomendamos a las autoridades ambientales de nuestra ciudad a mejorar los controles en las urbanizaciones futuras con la tala indiscriminada de árboles urbanos y proponemos la creación de huertas comunitarias y familiares.



SOY UN PROFESIONAL STEM: Para el desarrollo de esta investigación los estudiantes investigadores contaron con el apoyo de los profesores de las áreas de Ciencias, Matemáticas y Tecnología de la IED San Gabriel, así como de los padres de familia en la ciudad de Barranquilla, para lograr desarrollar los análisis respectivos a las diferentes formas de visualizar los datos en el sistema V.I.S GLOBE, además de crear análisis de imágenes satelitales aprendiendo de ellos a emplear el índice NDVI, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, emulando a los ingenieros forestales en la toma de decisiones sobre el comportamiento de nuestras variables establecidas en la investigación y desarrollando las recomendaciones, conclusiones y propuestas como la elaboración de huertas comunitarias y familiares.