

DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN EL CANTÓN MANTA (PERIODO 2000-2022)

DETERMINATION OF THE LOSS OF PLANT COVERAGE IN THE MANTA CANTON (PERIOD 2000-2022)

Paola Stefania Pardo Reyes^{1*}, Acurio Saltos Vielka Maholy², Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto³, Roosevelt Orley Santana Intriago⁴, Bryan Alejandro Cruz Macías⁵, Kevin Miguel Veliz Ibarra⁶

{paola.pardo@unesum.edu.ec¹, vielkamaholy95@gmail.com², rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec³, e1316494069@live.ulead.edu.ec⁴, bryan.cruz@unesum.edu.ec⁵, kveliz@ups.edu.ec⁶}

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2023/ Fecha de aceptación: 27 de diciembre de 2023/ Fecha de publicación: 31 de enero de 2024

RESUMEN: Muchas ciudades, en distintas partes del mundo, han sufrido importantes procesos de expansión, impulsados por fenómenos particulares y en otros por casos comunes. En ese sentido, el cantón de Manta no es la excepción, en los últimos años las áreas urbanas de la ciudad se han expandido aceleradamente, por esto, el objetivo principal de la investigación fue determinar la pérdida de cobertura vegetal en el cantón Manta para el periodo 2000-2022, para lo cual se utilizaron cuatro imágenes satelitales Landsat 7 (2000, 2010, 2015, 2022), con la finalidad de determinar la pérdida por medio del índice de vegetación de diferencia normalizada. De los resultados obtenidos se destaca que hubo un aumento de cobertura vegetal de 152,45 km² en el Cantón Manta. La vegetación con mayor aumento en km², es la vegetación dispersa con un 200,66 km², estableciendo un aumento aproximado de 106,46 km², y por último se determinó que los suelos urbanizados generaron un incremento, en el territorio urbano de 41,21 Km² el cual está relacionado con la disminución de tierra desnuda dentro del territorio. Además, se realizó la clasificación supervisada de los mismos años seleccionados, lo que permitió la identificación de los tipos de vegetación existente y posterior su verificación, la cual se realizó por medio del índice de KAPPA el cual tuvo como resultado 0,83 siendo una confiabilidad satisfactoria.

Palabras clave: Cobertura, vegetación, pérdida, índice de vegetación de diferencia normalizada

ABSTRACT: Many cities, in different parts of the world, have undergone important expansion processes, driven by particular phenomena and in others by common cases. In that sense, the Manta Canton is not the exception, in recent years the urban areas of the city have expanded rapidly, therefore, the main objective of the research was to determine the loss of vegetation

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, <https://orcid.org/0009-0005-4955-2388>

³Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>

⁴Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, <https://orcid.org/0009-0009-8947-6526>

⁵Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0003-3462-6928>

⁶Universidad Politécnica Salesiana, <https://orcid.org/0009-0003-5808-5166>

cover in the Manta canton for the period 2000-2022, for which four Landsat 7 satellite images were used (2000, 2010, 2015, 2022), in order to determine the loss through the normalized difference vegetation index. In addition, the supervised classification of the same selected years was carried out, which allowed the identification of the types of existing vegetation and subsequent verification, which was carried out through the KAPPA index, which resulted in 0.83 being a reliability satisfactory. From the results obtained, it stands out that there was an increase in vegetation cover of 152.45 km², which is equivalent to 15245 ha in the Manta Canton. The vegetation with the highest growth in km², is the dispersed vegetation with 200.66 km², establishing an approximate growth of 106.46 km², and finally it was determined that the urbanized soils generated an increase, in the urban territory of 41.21 Km².

Keywords: Cover, vegetation, loss, normalized difference vegetation index

INTRODUCCIÓN

América Latina es una de las regiones con mayor biodiversidad del planeta, alberga un 23% de los bosques del mundo. Sin embargo, en los últimos 30 años la región ha visto disminuir su superficie boscosa y en particular a perdido bosques naturales, tanto en términos absolutos como en relación con la superficie terrestre. Entre 1990 y 2020, la proporción de cobertura boscosa regional disminuyó sistemáticamente desde un 53% a un 46% del territorio, si bien a inicios de la década de los años noventa el área boscosa de la región alcanzaba unos 1.070 millones de hectáreas, para 2010 se había reducido hasta 960 millones y al 2020 disminuyó hasta 932 millones (1).

Los estudios para estimar las causas principales de disminución de cobertura vegetal fueron evolucionando, utilizando como aliado principal a la tecnología aplicando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) donde se obtiene información a partir de imágenes satelitales y registros históricos del área, para su posterior análisis por medio de cartografías.

La herramienta SIG permite desarrollar modelos espacio-temporal de las categorías de uso del suelo, basándonos en supuestos mediante una serie de combinaciones de las capas cartográficas con el fin de afinar los mapas de la cobertura vegetal. Los cambios del uso del terreno están sujetos con la aparición de conflictos, por eso es importante tener un nivel de conocimiento en el uso de esta herramienta porque contribuye con la elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) a nivel rural-regional (2).

En Ecuador se han realizado varios estudios para determinar la degradación de cobertura vegetal tal es el caso de Rosero (3), que elaboró un análisis multitemporal usando imágenes satelitales de los años 1991 al 2017 el cual permitió determinar los cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tahuando en dicho periodo mediante una clasificación supervisada la misma que permitió determinar que el índice de deforestación en el área es del -0.12% generando una pérdida de 15 hectáreas de cobertura vegetal por año. En este mismo estudio también se hizo una proyección para el año 2031 cuyos datos pronosticaron una pérdida de cobertura vegetal hasta de 17 % para ese año.

Según datos generados por el Ministerio del Ambiente y la FAO (4), las pérdidas asociadas a la degradación de la tierra ascienden al 7.6% del valor bruto de la producción agrícola. A nivel provincial, Manabí es la que más ha perdido en términos de degradación de las tierras, seguida de las provincias de El Oro, Imbabura, Loja y Guayas. Este impacto también tiene repercusiones en la disminución de fuentes de agua, el aumento de la vulnerabilidad ante eventos climáticos en la agricultura y, por lo tanto, en la seguridad alimentaria, disminuyendo las oportunidades de desarrollo de la población.

En la provincia de Manabí, elaboraron un trabajo para determinar la pérdida de cobertura vegetal de los años 2015- 2020 del cerro Jaboncillo, para el cual utilizando imágenes satelitales Landsat 8 con combinaciones de las bandas infrarrojas, empleando metodología cualitativa y cuantitativa, y el cálculo del NDVI, para el cual fue necesario el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cuyos datos permitieron determinar que el cerro Jaboncillo ha sufrido una pérdida de cobertura vegetal del 55%, para el periodo evaluado (5).

El estado de conservación de la cobertura vegetal del Cantón Manta en general se encuentra alterada, debido a los proyectos petroleros el área de impacto directo e indirecto los cuales cubren un área aproximada de un tercio del cantón. Esto afecta a la dinámica poblacional de las especies y al equilibrio ecosistémico produciéndose la pérdida de cobertura vegetal y la afectación los servicios ecosistémicos (6).

Se puede determinar que desde siempre ha existido la necesidad de conocer los niveles de disminución de la cobertura vegetal. Se identificaron estudios los cuales indican las técnicas utilizadas para la medición de esta variable como el sistema de información geográfica (SIG), imágenes satelitales (Landsat) y índices de vegetación; cada una de las técnicas y herramientas fueron útiles para el desarrollo de dichas investigaciones. En el presente estudio se aplicarán varias de las técnicas antes mencionadas con el fin de lograr graficar los periodos de tiempo de manera clara y concisa determinando el porcentaje de pérdida de vegetación en el Cantón Manta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo descriptivo, con un enfoque Cualitativo-cuantitativo; para diagnosticar el nivel de Importancia de la Administración Financiera en la toma de decisiones con un enfoque en las pymes del Ecuador, se utilizó el Método Inductivo, puesto que se consideró elementos particulares para poder inferir sobre las habilidades financieras, causas y efectos de poseer educación financiera en las PYMES y en base a ello se obtuvo una serie de conclusiones.

Descripción del área de estudio

El cantón Manta forma parte de la Provincia de Manabí, se encuentra en el centro del litoral ecuatoriano, al Oeste del país. Limita al Norte y al Oeste con el océano Pacífico, al Sur con el cantón Montecristi y al Este con los cantones Montecristi y Jaramijó. Presenta un relieve bastante irregular, con montañas de poca altura (7).

Contexto geográfico



Figura 1: Localización del área de estudio

Manta posee una topografía con altitudes no mayores a los 50 m, la superficie total del cantón Manta es de 29. 265,96 ha, del cual el 70,60 % es Cobertura Vegetal Natural, el 15,44 % tiene un uso antrópico, el 3,96 % es de uso pecuario, el 5,27 % corresponde a un uso agrícola y agropecuario mixto, mientras que el restante 4,73 % son tierras improductivas, en descanso o espacios correspondientes a las fuentes de agua (8).

Usando el concepto de zonas climáticas, se puede catalogar al cantón Manta con un clima Tropical Mega térmico Semi-Árido, con precipitaciones promedio de 300,2 mm., temperaturas medias de 24,8°C, y humedad relativa media anual del 77%. Se puede considerar que la temperatura en Manta lleva un patrón regular, su promedio anual es de 25,6° C, con una variación del rango de temperaturas entre el mes más cálido (marzo y abril con 26,8° C) y el mes más frío (agosto con 24,1°C) (9).

A lo largo de las últimas décadas, la ciudad de Manta ha tenido un vertiginoso crecimiento económico, acrecentado por la expansión de la industria pesquera y el consecuente incremento de la actividad del puerto desde donde se exporta la mayor parte de la producción de atún del país. Ello ha dado lugar a un alto porcentaje de incremento de la zona urbana; estas áreas en proceso de urbanización (10).

Estimación de la pérdida de cobertura vegetal (2000 a 2021)

Imágenes satelitales

Para estimar la pérdida de cobertura vegetal del período 2000 hasta el 2022, se seleccionaron 4 imágenes las cuales comprenden a los años de 2000, 2010, 2015, 2022 se tomaron como

referencias las imágenes satelitales Landsat desde el 2000 hasta el 2022 obtenidas por medio del Servicio Geológico de Estado Unidos, estas imágenes presentan un porcentaje menor al 10% de nubosidad y corresponden a la estación seca, fueron capturadas en el mes de noviembre donde se obtuvieron escasos o nulos valores de precipitación dentro del cantón Manta. Las imágenes fueron sometidas a correcciones atmosféricas y bandeado, para posteriormente ser objeto de análisis espaciales (11).

Las imágenes cubren una extensión territorial de aproximadamente de 35.140.703 Km², las bandas del espectro visible e infrarrojo tiene una resolución espacial de 30 metros.

Índice vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

Según Chuvieco, el índice de vegetación de diferencia normalizada proporciona la reflectancia de la radiación fotosintética activa captada por la vegetación, este índice es útil para estimar la calidad y abundancia de la vegetación (12).

Para el cálculo del Índice de Vegetación Diferencia Normalizada (NDVI), se utilizará el método propuesto por Morales para el cual se utilizó las imágenes satelitales Landsat 7 pre tratadas con los años seleccionados (2000, 2010, 2015, 2022), se utilizaron las bandas 3 y 4 (infrarrojo cercano, banda espectral rojo), luego de aplicadas las bandas son sometidas al cálculo de los índices por medio de la Calculadora Ráster del software QGis 3.17.7 (13).

Con la respectiva ecuación:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS}) / (\text{NIR} + \text{VIS})$$

Donde:

VIS = Rojo Visible

NIR = Infrarrojo Cercano

De los resultados obtenidos de la operación aritmética se obtuvieron rásters que representar valores entre -1 y +1. Los resultados del NDVI varían en un rango entre -1 y 1, donde entre más cercano sea el valor a 1 más abundante y de mejor calidad será la vegetación y por el contrario cuando los valores más se acerquen a 0 menos saludable y abundante será la vegetación, los valores negativos indican cuerpos de aguas, nubes o nieve (14).

Se seleccionaron los pixeles con los máximos valores y se realizó un “compuesto”, sobre el mismo se efectuará una clasificación supervisada, la misma que permitió definir las clases de vegetación obteniendo así el mapa de cobertura de suelo para cada uno de los intervalos de tiempo estudiados.

Los rangos de la clasificación para las coberturas de la tierra en relación al valor de NDVI, se definen de la siguiente manera:

Tabla 1: Clasificación de cobertura en relación al valor de NDVI

Clase	Valores de NDVI	Cobertura de la tierra	Descripción
1	< -0.1	Clases no vegetales	Ríos, quebradas, lagunas, nubes.
2	-0.1 – 0.15	Tierra desnuda	Tierras degradadas, asentamientos, vías, suelos sin cobertura vegetal.
3	0.15 – 0.25	Vegetación dispersa	Tierras cultivadas, herbazales, arbustos, pastizales, terreno arado para cultivo.
4	0.25 – 0.40	Vegetación abierta	Vegetación leñosa, plantación arbustiva, bosque seco.
5	>0.40	Vegetación Cerrada	Plantas densas en crecimiento, bosques húmedos.

Clasificación supervisada

La clasificación supervisada es una técnica muy útil usada en el reconocimiento de patrones espaciales. Esta parte de un cierto conocimiento de la zona de estudio. La mayor familiaridad con el área de interés permite delimitar sobre la imagen unas áreas suficientemente representativas de cada una de las categorías que la componen (15). Además, la clasificación supervisada admite explorar diferentes tipos de atributos o clases por medio del análisis estadístico multivariado.

Se emplearon las mismas imágenes satelitales Landsat 7 utilizadas para el NDVI, en donde se utilizó la herramienta Semi- Automatic Classification Plugin, la cual tiene como objetivo clasificar la cobertura del suelo de modo automático por medio de geoprocesamiento de multibandas, donde se seleccionó las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7, se agruparon y se tomó en cuenta el centro de longitud de ondas y luego se creó un ráster con la conjunción de las bandas, luego del proceso se Automatic Classification se detectó coloraciones las cuales representaban a las diferentes clases de vegetación existente.

Validación de datos

Para validar los resultados del NDVI se empleó el coeficiente de Kappa. Este coeficiente ha sido utilizado con una preferencia sobre otras alternativas porque se ajusta a la casualidad aleatoria (16).

Este coeficiente se validó por medio de las imágenes satelitales Landast 7, se obtuvieron 50 puntos para la validación, los cuales fueron tomados por medio de los satélites y se empleó la siguiente fórmula propuesta por la tabla 2 (17).

$$\text{Coeficiente de Kappa (T)} = \frac{(TS \times TCS) - \sum (\text{Total tomados} \times \text{Total verificados})}{(TS^2 - \sum (\text{Total tomados} \times \text{Total verificados}))} \times 100$$

En donde:

TS= Total de puntos tomados

TCS= Total de puntos correctos

Tabla 2: Valoración del índice de kappa

Valor K	Fuerza de concordancia
menor a 0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-100	Muy buena

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI)

Las imágenes satelitales analizadas corresponden a los años 2000, 2010, 2015, 2022, luego de haber aplicado la relación aritmética entre las bandas rojo visible e infrarrojo cercano de las imágenes multispectrales de Landsat 7, dio como resultado el índice de vegetación de diferencia normalizado del cantón Manta.

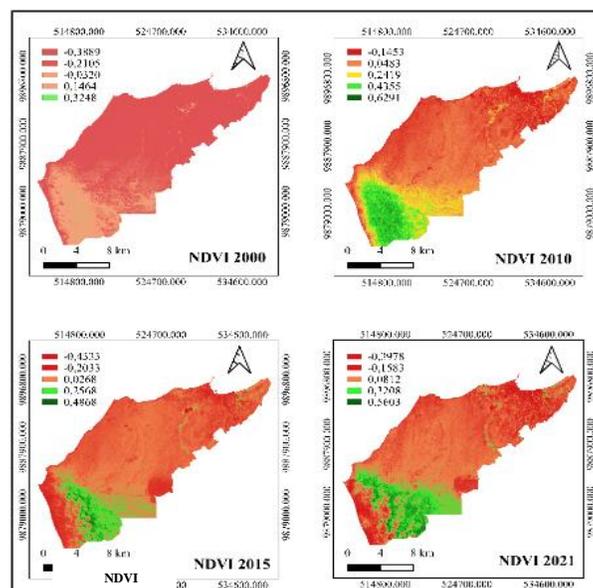


Figura 2: Índice de Vegetación diferencia normalizado del Cantón Manta

Como se muestra en la figura 2, se nota una diferencia entre años las reflectancias de la vegetación son distintas, en el 2010 hasta el 2022 logramos observar la incorporación de vegetación dispersa, abierta y cerrada, el aumento de vegetación que existe durante los últimos 22 años es alta, se evidencia en gran cantidad de vegetaciones dispersas dentro del cantón Manta.

Tabla 3: Rangos NDVI

Clase	2000	2010	2015	2022
1	-0,3889	-0,1453	-0,4333	-0,3978
2	-0,2105	0,0483	-0,2033	-0,1583
3	-0,0320	0,2419	0,0268	0,0812
4	0,1464	0,4355	0,2568	0,3208
5	0,3248	0,6291	0,4868	0,5603

Como se muestra en la tabla 3, los valores varían, el valor mínimo se presenta en el año 2000 con -0,0320 correspondiente al rango de clases no vegetales, como ríos, quebradas, lagunas o algún cuerpo de agua, mientras que el máximo valor corresponde a 0,6291 perteneciente al año 2010 donde establece vegetación cerrada, donde se identifican plantas densas en crecimiento y bosques.

Los valores positivos que se muestran un aumento de la cobertura vegetal verde y los valores negativos muestran características sin vegetación como los cuerpos de agua, tierra saturada de agua, tierras desnudas o nubes.

Tabla 4: Cobertura vegetal en Km.

Clase	Cobertura de la tierra	2000 Km2	2010 Km2	2015 Km2	2022 Km2
1	Clases no vegetales	0,082	4,16	0,028	0,0036
2	Tierra desnuda	157,47	180,40	0,375	5,07
3	Vegetación dispersa	94,20	55,51	218,88	200,66
4	Vegetación Abierta	31,31	27,19	57,84	56,95
5	Vegetación Cerrada	7,37	23,17	13,32	27,72

En la tabla 4 se muestran la cobertura de tierras según la clasificación definida por Vargas (18), establecida en base a los rangos del NDVI, donde se puede observar un paso de cobertura.

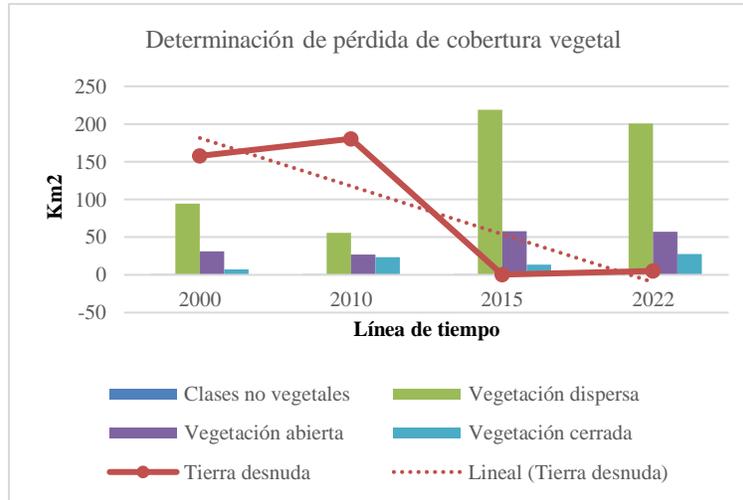


Figura 3: Determinación de pérdida de cobertura vegetal

La vegetación que aumento en km², es la vegetación dispersa con un 200,66 km², estableciendo un aumento aproximado de 106,46 km² durante los últimos 22 años, esta vegetación se conforma por tierras cultivadas, herbazales, arbustos, pastizales, terreno arado para cultivo.

La vegetación que sede el paso es la vegetación abierta la cual tiene 56,95 km², estableciendo un aumento aproximado de 25,64 km², esta vegetación se conforma de vegetación leñosa, plantaciones arbustivas y bosques secos.

Otra de las clasificaciones es, tierra desnuda, esta comienza en el año 2000 con 157,47 km² y actualmente registra tan solo un 5,07 Km², encontrando una disminución de suelo desnudo del 152,4 Km², de la superficie total del Cantón Manta, encontrando una mayor variación del 2010-2022, ante estos cambios experimentados en el uso de suelo, se puede definir que los factores antrópicos y naturales están influyendo positivamente en el aumento de cobertura vegetal.

Clasificación supervisada

La clasificación supervisada del Cantón Manta se desglosa en cinco categorías:

Vegetación 1 que comprende la vegetación cerrada conformada de árboles densos y bosques, en conjunto con la vegetación abierta la cual se conforma de Vegetación leñosa, plantación arbustiva, bosque seco.

Vegetación 2 o vegetación dispersa la cual se conforma de pastizales, arbustos, tierras cultivadas.

Cuerpos de aguas como ríos, quebradas, lagunas.

Cuerpos sin vegetación o tierras desnudas

Suelos urbanizados donde se asienta la población.

Cada una de estas categorías que se reflejan en la figura 4, han tenido su desarrollo a lo largo de los 22 años del estudio, los cuerpos sin vegetación se ven en disminución dándole paso a la

vegetación 2 o dispersa, paulatinamente esta va posicionándose a lo largo extensión territorial del cantón.

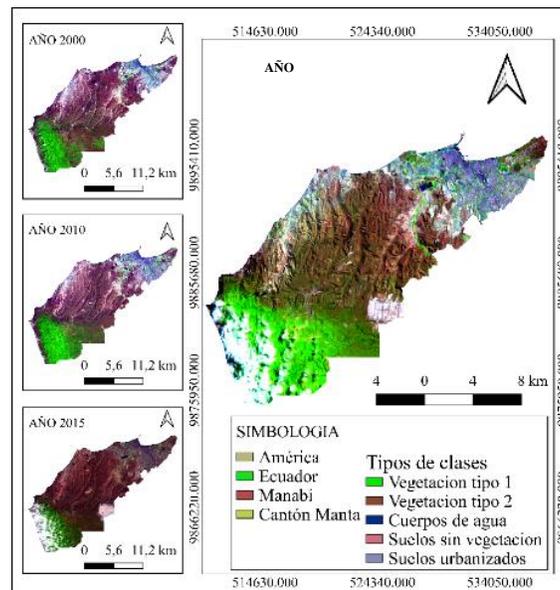


Figura 4: Clasificación supervisada

Como lo indica la tabla 5, las vegetaciones 1 mantuvo un aumento de 19,48 Km², de ellos 12,46 Km² pertenecen a la vegetación abierta es decir vegetación leñosa, plantaciones arbustivas y bosques seco. Mientras que 7,02 km² es el aumento de la vegetación cerrada o árboles densos. En cuanto a la vegetación 2 o vegetación dispersa tuvo un aumento de 106,04 Km².

Dentro de la clasificación de cuerpos de agua vemos una variación leve en cuanto a la disminución de los mismo con un 5 Km², sin embargo, en los suelos sin vegetación hubo una disminución sustancial 45,4 Km², lo que representa un impacto positivo para el cantón. Lo que respecta a suelos urbanizados notamos un considerable incremento, durante los últimos 22 años el territorio urbano aumento 41,21 Km².

Tabla 5: Clasificación supervisada

Clase	2000 Km2	2010 Km2	2015 Km2	2022 Km2
Vegetación 1	41.39	44.22	43.88	60.87
Vegetación2	104.39	175.95	196.65	210.43
Cuerpos de agua	0.57	0.54	0.53	0.52
Suelo sin vegetación	60.81	35.42	20.31	15.41
Suelos urbanizados	22.63	28,71	34.65	63.84

Validación de datos

Para la validación de datos por medio del índice KAPPA, se tomaron 50 puntos los cuales se establecieron en el mapa de clasificación supervisada del año 2022, se realiza la comparación con la imagen satelital de Landsat 7 del Cantón Manta año 2022.

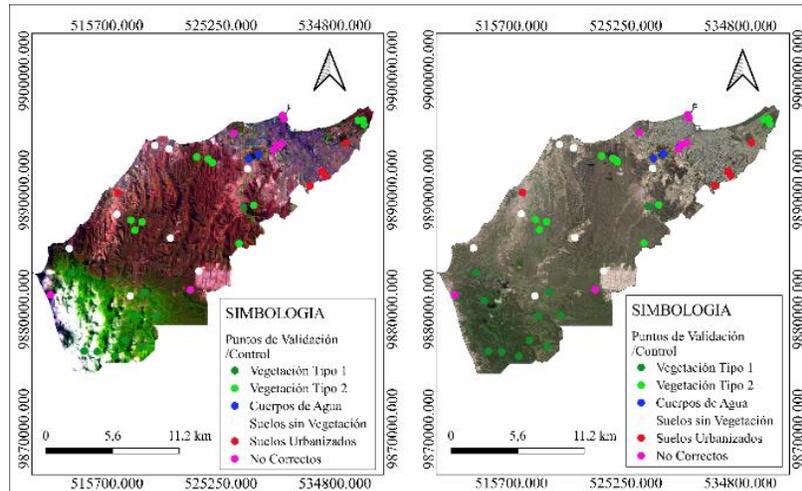


Figura 5: Punto de Validación índice KAPPA

Los puntos de control se establecieron en relación con los rangos establecidos dentro de la clasificación (vegetación 1, vegetación 2, cuerpos de agua, suelos sin vegetación y suelos urbanizados). Como se puede observar en la figura 5, de los 50 puntos establecidos, 41 puntos registran correlacionados con la imagen satelital y la clasificación supervisada y el NDVI, 9 de ellos registran errados.

Para definir el nivel de confiabilidad se aplicó la fórmula establecida del índice KAPPA, la cual dio como resultado:

$$K = 0,83$$

El coeficiente Kappa obtenido en la presente investigación es satisfactorio 0,83, lo que indica un alto grado de concordancia entre la clasificación, NDVI y las imágenes satelitales.

CONCLUSIONES

Durante los 22 años de análisis en el presente estudio se determinó que hubo un aumento de cobertura vegetal de 152,45 km² lo que es equivalente a 15245 ha en el cantón Manta.

La clase que presenta mayor aumento corresponde a la vegetación dispersa con un 200,66 km², estableciendo un crecimiento aproximado de 106,46 km², esta vegetación se conforma por tierras cultivadas, herbazales, arbustos, pastizales, terreno arado para cultivo.

Por medio de la clasificación supervisada se determinó que los suelos urbanizados generaron un incremento, durante los últimos 22 años el territorio urbano de 41,21 Km², donde se determinó que el este aumento está relacionado con la disminución de tierra desnuda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEPAL. (2 de Julio de 2021). Temas estadísticos de la CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47151/1/S2100266_es.pdf
2. Andrago Rodríguez , B. E., & Romero Cruz , K. G. (2021). Cambio del uso de suelo en la subcuenca del río Chillayacu; un enfoque a la pérdida de la cobertura vegetal. Obtenido de Universidad Técnica de Machala: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16926/1/T-8729_ANDRANGO%20RODRIGUEZ%20BRIGITTE%20ESTEFANIA.pdf
3. Almendra, A. 2009. Expansión urbana, cambios de uso del suelo y transformaciones Espaciales en la conurbación Concepción - Talcahuano - Análisis desde el año 1950 al 2006. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aqalmendras_a/html/indexframes.html
4. FAO. (15 de junio de 2018). Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396>
5. Jaramillo Véliz, J J; Quimis Gómez, A J; Gómez Bailón, S Pamela. 2020 Análisis del cambio espacio-temporal en la cobertura vegetal del cerro de hojas Jaboncillo durante el periodo 2015-2020. Polo del Conocimiento, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 632-652, abr. 2021. ISSN 2550-682X. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2591/5418>
6. Gil Tarrillo, W. (2019). Cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de San Silvestre de Cochá periodo 2001 - 2018. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3012/CAMBIOS%20DE%20COBERTURA%20Y%20USO%20DEL%20SUELO%20CON%20IM%20GENES%20SATELITALES%20DEL%20DISTRITO%20DE%20SAN%20SILVESTRE%20DE%20C.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. SENPLADES. (noviembre de 2011). Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25000. Obtenido de Memoria Técnica, Cantón Manta: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/MANTA/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_sistemas_productivos.pdf

8. ZUMAETA L. 2019 Dante Leonardo. Análisis multitemporal y predictivo del cambio
9. Mejía, J A. 2016. Análisis multitemporal utilizando técnicas de Teledetección de la pérdida de cobertura vegetal por causa de la minería ilegal en el Bajo Cauca Antioqueño: <http://hdl.handle.net/10654/15543>.
10. GAD Manta. (noviembre de 2011). Generación de Geoinformación para la gestión territorio a nivel nacional. Obtenido de Memoria Técnica: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/MANTA/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_sistemas_productivos.pdf
11. ZUMAETA L. 2019 Dante Leonardo. Análisis multitemporal y predictivo del cambio de uso del suelo y pérdida de cobertura vegetal. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 81-89, jan. 2021. ISSN 2520-0356. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/607>>. Fecha de acceso: 22 Apr. 2021 DOI: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v2i3.607>
12. López, U; Pita, F. 2001. Medidas de concordancia del índice de kappa. La coruña p. 169-171
13. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
14. Chuvieco, E. Martin, M P. Palacios MA. 2002. Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination. *International Journal of Remote Sensing* 23 (23).
15. Morales, C; Elena H; Mosciaro, J.2019. Determinación de cobertura de suelo con imágenes sentinel 2b-1c en entorno google earth engine. Argentina. P 14.
16. TUCKER, C. J. and SELLERS, P. J. (1986). Satellite remote sensing of primary production. *Int J Remote Sensing*, 7.
17. Ormeño, S. (2006). *Teledetección fundamental*. (3a. Ed.). Madrid: Universidad Politécnica