

Evaluación de la dinámica temporal de la cobertura vegetal del Cantón Salcedo mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2000 al 2020

Temporal dynamics evaluation of the vegetal coverage in the Salcedo Canton using satellite images from 2000 to 2020

Yenson Mogro-Cepeda ¹, Jimmy Toaza-Iza ², Emerson Jacome-Mogro ³

Recibido 2 de marzo de 2022; revisión aceptada 12 de mayo de 2022

RESUMEN:

Las investigaciones relacionadas con los cambios progresivos de la cobertura vegetal y el uso de suelo son cada vez más importantes en la investigación ambiental ya que permite evaluar a lo largo del tiempo la pérdida o ganancia de la cobertura vegetal. Además, en las últimas décadas las actividades antropogénicas se han convertido en el principal problema de la transformación de los ecosistemas, modificándolos o destruyéndolos con el fin de desarrollar sus actividades. El objetivo principal de la presente investigación es evaluar la dinámica temporal de la cobertura vegetal del cantón Salcedo del año 2000 al 2020, el estudio se realizó en base a las imágenes satelitales multiespectrales Landsat 7 ETM+, 8 OLI y Sentinel 2, la metodología aplicada para la clasificación de la cobertura vegetal es de carácter supervisado, usando el algoritmo de máxima verosimilitud en el programa QGIS, además se validaron la clasificación mediante áreas de entrenamiento y verificaciones tomadas en campo, la cual se identificó siete coberturas: bosque, suelos desnudos, páramo, mosaico agropecuario, zonas urbanas, ríos o lagos, arbustos y matorrales, de este modo se evaluaron los cambios de la cobertura vegetal, de igual forma se elaboró una matriz de transición donde se analizaron los cambios ocurridos cada dos periodos con la finalidad de identificar y cuantificar los cambios sucedidos dentro del área de estudio. Por lo tanto, los resultados indican que desde el año 2001 al 2020 el cantón Salcedo ha sufrido cambios progresivos en la cobertura vegetal, uno de los cambios más significativos es la pérdida de los páramos y el aumento de los mosaicos agropecuarios teniendo que para el año 2020 el páramo ha decrecido 5812,84 ha y el mosaico agropecuario ha aumentado 12216,43 ha más que el año 2001

Palabras claves: Cobertura vegetal, Dinámica multitemporal, imágenes satelitales, método supervisado, QGIS.

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, vinicio.mogro@utc.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, jimmy.toaza1062@utc.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, emerson.jacome@utc.edu.ec

ABSTRACT:

Research related to the progressive changes in vegetation coverage and land use is becoming increasingly important in environmental research as it allows to evaluate over time the loss or gain of vegetation coverage. Moreover, in recent decades, anthropogenic activities have become the main problem in the transformation of ecosystems, modifying or destroying them in order to develop their activities. The main objective of this research was to evaluate the temporal dynamics of the vegetation coverage of the Salcedo Canton from 2000 to 2020, the study was conducted based on multispectral satellite images Landsat 7 ETM+, 8 OLI and sentinel 2, the methodology applied for the vegetation coverage classification is supervised, using the maximum likelihood algorithm and the application of NDVI in the QGIS program, also the classification was validated by training areas and verifications taken in the field, which identified seven coverages: forest, bare soils, moorland, agricultural mosaic, urban areas, rivers or lakes, shrubs and bushes, in this way the changes in vegetation coverage were evaluated, as well as a transition matrix where the changes that occurred every two periods were analyzed in order to identify and quantify the changes that occurred within the study area. Therefore, the results indicate that from 2001 to 2020 the Salcedo Canton has suffered progressive changes in vegetation coverage, one of the most significant changes is the loss of moorland and the increase of agricultural mosaics, with the moorland decreasing by 5812.84 hectares by 2020 and the agricultural mosaic increasing by 12216.43 hectares more than in 2001. The data captured by all these sensors were stored in the form of tables and maps, from which information was generated to help update the land use plan for the Salcedo Canton with respect to current land use and thus be able to plan the territory for the conservation of natural resources.

Keywords: vegetation cover, multitemporal dynamics, satellite images, supervised method, QGIS.

1. INTRODUCCIÓN

La vegetación es un importante indicador para evaluar diferentes procesos biofísicos en los ecosistemas, desde la aparición de los seres humanos sobre la tierra, los paisajes naturales de manera rutinaria se han convertido en zonas dominadas por el ser humano para los cultivos, la ocupación y otras actividades económicas, en la cual ejerce una fuerte presión sobre la cobertura vegetal, transformándola gradualmente.

En las últimas décadas el Ecuador ha experimentado fuertes cambios en la cobertura vegetal y el uso de suelo, uno de los tantos factores que han alterado este proceso es el avance desmesurado de la frontera agrícola y el crecimiento agresivo de las áreas urbanas. Sobre todo, el cantón Salcedo según [1] menciona que esto se debe a que el cantón se ha convertido en una de las regiones de desarrollo agrícola, y de pastizales muy extensos, es así que más del 49,3% de la población del

Evaluación de la dinámica temporal de la cobertura vegetal del cantón salcedo mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2000 al 2020

cantón se dedica a estas actividades (p. 69), cabe mencionar, que las coberturas y los cambios del uso de suelos son muy relevantes y visibles, principalmente debido a las actividades antropogénicas que los seres humanos cambian el entorno para su propio beneficio la cual conlleva la modificación y la pérdida de los diferentes tipos de coberturas naturales [2]. Por ende, la pérdida de estos recursos naturales son uno de los problemas ambientales más serios que estamos encarando al destruir el medio que produce nuestros alimentos y donde nos desenvolvemos en nuestro diario vivir.

Cabe señalar que, al establecer indicadores de degradación y protección de los recursos naturales, especialmente al evaluar la dinámica del uso de la tierra y los cambios en la cobertura vegetal, la teledetección es una herramienta valiosa y determinante. Un aporte destacado de la teledetección espacial al estudio medioambiental es poder captar imágenes desde un sensor que se encuentra en el espacio para su posterior análisis [3]. De igual forma, pueden ayudarnos a identificar, describir, cuantificar y monitorear los cambios de la cobertura vegetal, causadas por actividades y alteraciones antropogénicas o cambios climáticos, así como la descripción de escenarios tendenciales [4]

Por lo tanto, los sistemas de información geográfico (SIG) aplicado al medio ambiente juega un papel fundamental en la investigación actual, por lo que la información espacial puede ser manipulada, mejorada y modelada, y se pueden dar respuestas al cómo y porque ocurre estos fenómenos [5]. Es por ello que la presente investigación pretende evaluar la cobertura vegetal del cantón Salcedo en los últimos 20 años y poder identificar las nuevas características de la cobertura vegetal y construir mapas locales detallados en donde se plasme los resultados obtenidos [6].

Objetivo

Evaluación de la dinámica temporal de la cobertura vegetal del Cantón Salcedo mediante el uso de imágenes satelitales en los últimos 20 años.

2. METODOLOGÍA

Se adjunta el diagrama de flujo de la metodología empleada en la presente investigación.

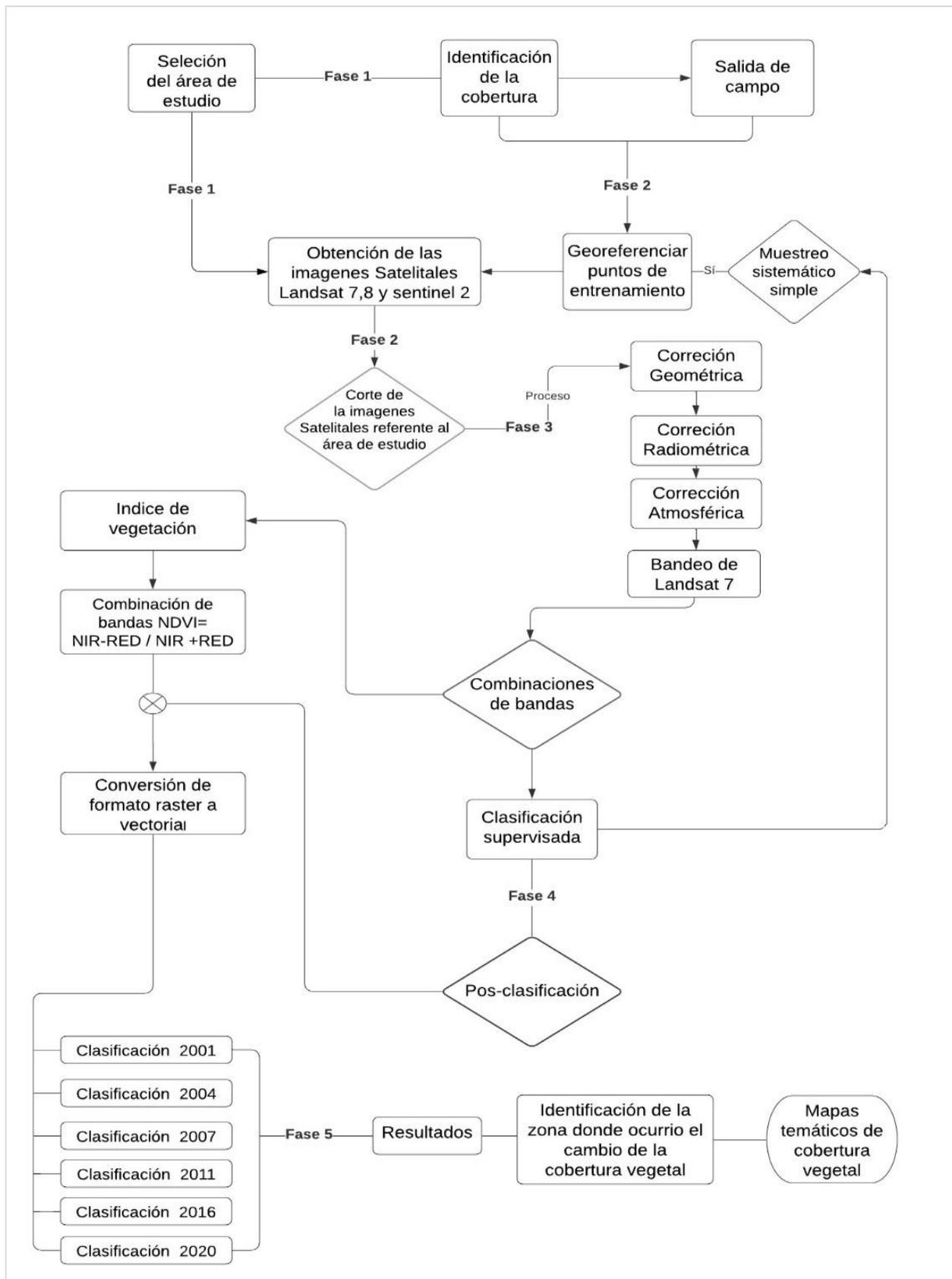


Figura 1. Metodología Empleada

Evaluación de la dinámica temporal de la cobertura vegetal del cantón salcedo mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2000 al 2020

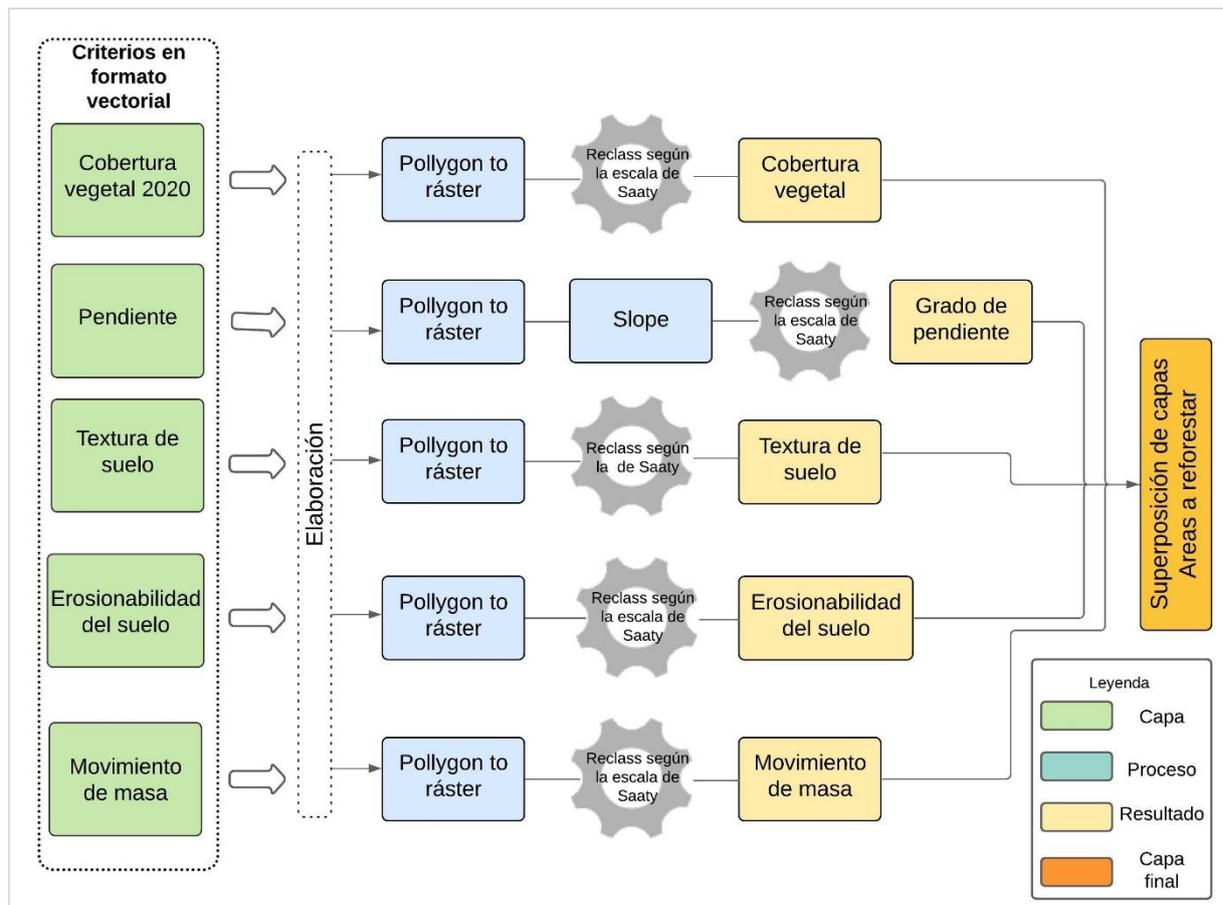


Figura 2. Metodología empleada para zonas prioritarias a reforestar.

2.1. Fase 1: Trabajo de campo

En esta primera fase comprende la salida de campo al área de estudio, para la toma de puntos de entrenamiento y la identificación del tipo de cobertura vegetal existente en la zona [7]. Para la toma de las coordenadas geográficas se utilizó el programa OruxMaps, este programa permite ver mapas geográficos tanto de modo online como offline facilitando de mejor manera la obtención de los puntos, como medio de verificación se reporta la libreta de campo y la imagen del OruxMaps con los puntos georreferenciados dentro de la zona de investigación [8]. De igual forma se recopiló la información bibliográfica de fuentes secundarias para entender y analizar el cambio histórico de la cobertura vegetal del cantón Salcedo de los años de investigación.

2.2. Fase 2: Selección y descarga de imágenes satelitales Landsat y Sentinel 2

Las imágenes satelitales utilizadas para el proceso fueron descargadas a partir del portal web Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), el cual dispone de una amplia base de datos

histórica de imágenes obtenidas de los diferentes satélites con registros que llegan hasta la fecha actual [9].

Corrección radiométrica

Al realizar las correcciones radiométricas permiten corregir defectos provenientes de los valores de píxeles en todas o en algunas bandas. Algunos errores fácilmente advertibles los encontramos en las imágenes Landsat 7 ya que en el 2003 sufre en su dispositivo SLC (corrector de línea de exploración) una falla y se apaga y crea problemas de bandeado de las imágenes 39 satelitales generando gaps o líneas de ausencia de información con una ligera inclinación hacia los laterales mientras la zona central se muestra correctamente [10]. Por otro lado, los valores de intensidad en cada píxel están condicionada a afectaciones como la distorsión radiométrica. Según [11] señala que en las imágenes se presentan dos casos puntuales: que la distribución de intensidad en cada banda sea diferente en la escena que en el terreno; que el valor relativo de un píxel específico se distorsione de una banda a otra, sin seguir un patrón real de las variaciones espectrales teóricas, en relación al que debería tener según la superficie.

3. ANALISIS DE RESULTADOS

- Categoría de la cobertura vegetal y usos del suelo del cantón Salcedo

Para la clasificación de las categorías de la cobertura vegetal del cantón Salcedo se sustentó bajo la clasificación “Memorias técnicas del cantón Salcedo página 27” en la cual se ha identificado 11 subcategorías de cobertura vegetal y uso de suelo, sin embargo, tratando de ser lo más generalizado posible y facilite la interpretación y el análisis se realizó una categorización.

- Cobertura vegetal y uso suelo 2000- 2020
- Cobertura vegetal y uso de suelo 2001-2004-2007

Tabla 1. Análisis multitemporal de la clasificación supervisada.

Clases	Hectárea	% del 2001	Hectárea	% del 2004	Hectárea	% del 2007
Nubes y Sombras	1009,17	2,08	0	0,00	0,00	0,00
Bosques	5675,31	11,68	5999,20	12,34	5650,46	11,64
Arbustos y Matorrales	4999,32	10,28	2450,27	5,04	6618,79	13,63
Suelos Desnudos	14695,47	30,23	8256,12	16,99	10912,55	22,47
Páramo	14820,12	30,49	16771,46	34,51	10687,19	22,01

Mosaico Agropecuario	6915,69	14,23	14109,49	29,03	13886,66	28,60
Área Urbanas	452,70	0,93	761,85	1,57	961,85	1,98
Río y lagos	41,40	0,09	46,36	0,10	37,22	0,08
TOTAL	48609,1802	100	48600,8089	100	48554,7555	100

Se puede evidenciar cambios en las tres categorías presentadas. En el primer periodo 2001 - 2004, se observa un aumento de la categoría bosque, resultando del 11,68% al 12,34% para el año 2004 sin embargo, para el año 2007 presenta una disminución del 0,7% la cual significa 24,84 hectáreas menos, mientras que para la categoría de arbustos y matorrales tiene un aumento favorable para el año 2007 del 13,63% (6618,79 ha). En el caso de la categoría suelos desnudos para el año 2001 tenemos un porcentaje del 30,23% (14695,47 ha) sin embargo, a partir de este año comienza a disminuir presentando para el año 2007 una tasa de decrecimiento del 7,76% menos, seguidamente tenemos al paramo presentando para el primer año un porcentaje del 30,39% (14820,12 ha) mientras que para el año 2007 debido al incremento de la población urbana y el aumento del mosaico agropecuario los páramos han ido decreciendo año tras año por ende, para el año 2007 presenta una disminución del 8,5 % menos, cabe señalar que la disminución de los páramo principalmente es para las actividades agrícolas y pastos ya sea de ciclo corto como largo, la cual a limitando la disponibilidad de un recurso escaso, lo que obliga a los pequeños agricultores a ingresar a áreas marginales y de laderas, ocasionando una pérdida de la capa de la cobertura vegetal. En la siguiente ilustración 3 se puede observar la variación de la cobertura vegetal del Cantón Salcedo para los años 2001, 2004 y 2007 en la cual se identifica los cambios presentados en los tres primeros años de análisis

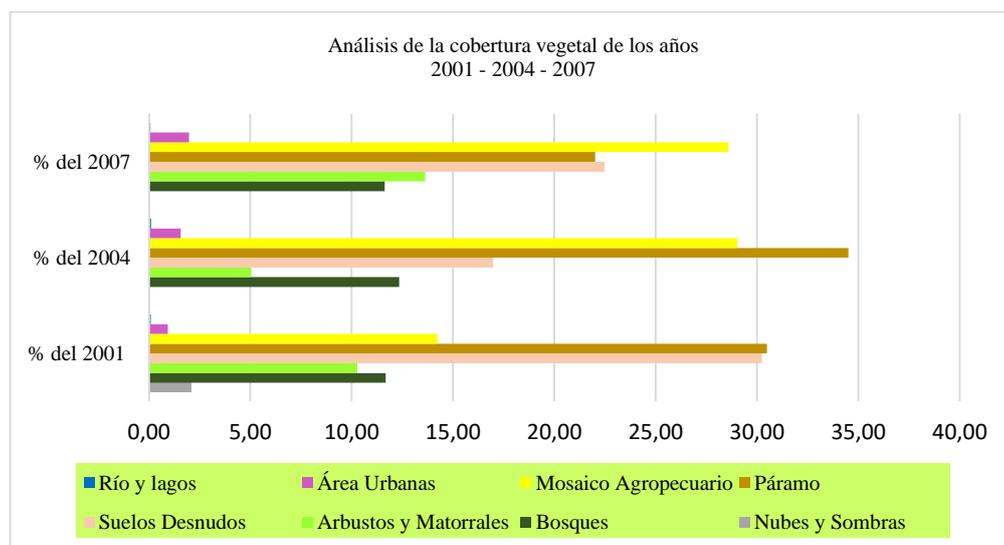


Figura 2. Análisis de cobertura vegetal de los años 2001-2004-2007.

Evaluación de la dinámica temporal de la cobertura vegetal del cantón salcedo mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2000 al 2020

3.1.1. Cobertura vegetal y usos de suelo 2011 – 2016 – 2020

Tabla 2.-Análisis multitemporal de la clasificación supervisada.

Clases	Hectárea	% del 2011	Hectárea	% del 2016	Hectárea	% del 2020
Nubes y Sombras	1712,91	3,52	0	0	0	0
Bosques	8177,90	16,83	7232,83	14,88	5094,13	10,5
Arbustos y Matorrales	7276,39	14,97	6734,07	13,85	4725,21	9,7
Suelos Desnudos	7065,57	14,54	8423,97	17,33	5985,82	12,3
Páramo	9508,54	19,56	9391,68	19,32	9007,28	18,5
Mosaico Agropecuario	14026,49	28,86	12920,47	26,58	19132,12	39,4
Área Urbanas	994,71	2,05	4056,31	8,34	4640,25	9,5
Río y lagos	37,79	0,08	90,61	0,19	29,66	0,1
TOTAL	48600,3277	100	48609,9724	100	48614,4928	100

De acuerdo a los datos obtenidos de la cobertura vegetal, de los años 2011, 2016 y 2020 es posible evidenciar que todas las clases han variado, ya sea porque aumentaron o disminuyeron. Es importante mencionar que para la clase de bosques que representa el 16,83% (8177,90 ha) obtenida en el 2011 se puede evidenciar una disminución del 6,33% menos para el 2020, seguidamente tenemos la clase de arbustos y matorrales que representa un porcentaje del 14,97% (7276,39 ha) en el 2011 y para el año 2020 presenta una disminución del 5,27% menos, de igual forma, tenemos la clase de suelos desnudos con un porcentaje del 14,54% (7065,57 ha) en el año 2011 y para el año 2020 se puede identificar un decrecimiento de un 2,24% menos, de mismo modo tenemos a los páramos que representa un porcentaje del 19,56% (9508,54 ha) en el 2011 sin embargo debido a aumento del mosaico agropecuario con un crecimiento del 39,4% y del crecimiento poblacional con un 9,5%, el páramo y la cobertura vegetal existen en el cantón Salcedo ha venido reduciendo su valor de conservación la cual para el año 2020 la tasa de decrecimiento de los páramo es de un 1,09% la cual significa una reducción de 9007,28 hectáreas menos. En la siguiente Ilustración 4, se puede observar la variación de la cobertura vegetal del Cantón Salcedo para los años 2011, 2016 y 2020 en la cual se identifica un aumento agresivo de mosaico agropecuario en los últimos tres años.

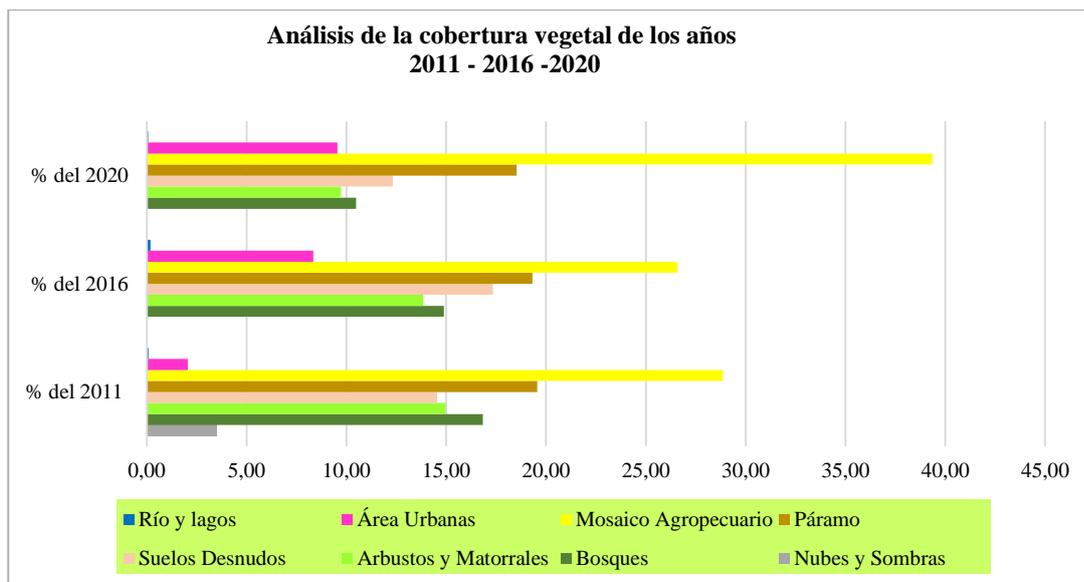


Figura 4. Análisis de cobertura vegetal de los años 2011-2016-2020.

3.1.2. Análisis de la evaluación multicriterio

De acuerdo a las diferentes escalas de preferencia establecidas por Thomas Saaty, se establecieron diferentes diagnósticos para cada variable, posteriormente se procedió a la reclasificación y salida de las gráficas en formato ráster; cabe señalar que estas escalas se determinan de acuerdo grado de importancia.

A partir de la identificación de las variables visualizadas dentro del mapa temático se procedió a identificar las áreas prioritarias a reforestación dentro del cantón Salcedo, teniendo en cuenta los rangos de mayor ponderación de cada una de estas variables establecidas dentro del estudio. Este procedimiento se realizó a través de la superposición ponderada de capas en el programa ArcGIS específicamente con la herramienta; Spatial Analyst Tools – Overlay (weighted overlay) para la puesta en marcha el análisis de la evaluación multicriterio.

Como se puede apreciar en la ilustración 5, las área a reforestar inmediatamente cubre una extensión de 541,45 ha correspondiente al 2% del territorio, seguidamente en la clasificación moderada, encontramos una extensión de 11322,2 ha siendo este el 23%; en una categoría alta se encuentra 8832,38 ha el 18% del área de estudio, posteriormente tenemos de forma baja el 1% la cual corresponde a 513,06 ha a reforestar, por ultimo tenemos las zonas que no aplican la cual consiste de 27291,12 ha correspondiente al 57% del área de estudio.

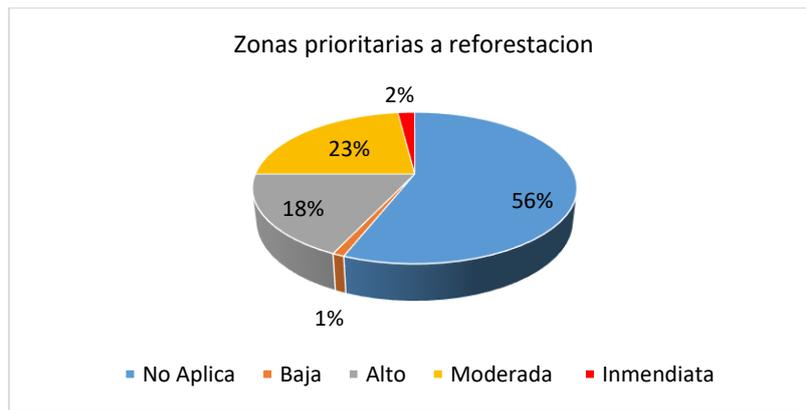


Figura 5. Zonas prioritarias a reforestación.

La mayor zona a reforestación se encuentra en la parte oeste del cantón Salcedo específicamente dentro de la parroquia Cusubamba, estas áreas identificadas se procedió a la verificación la cual se pudo constatar con la salida de campo y la toma de fotografías cabe mencionar, que dentro de cada una de las áreas identificadas se necesita una intervención para el proceso de reforestación con plantas endémica la cual ayudara a mantener y a conservar los ecosistemas dentro de cada una de las parroquias con la finalidad de lograr una resiliencia ecosistémica. Cabe recalcar que el área a reforestación se las puede identificar dentro del mapa temático

4. CONCLUSIONES

La dinámica multitemporal del cambio se caracterizó directamente a la cobertura vegetal mediante las imágenes satelitales realizado con las técnicas de la teledetección que ha permitido determinar e identificar el tipo de cobertura vegetal que ha sufrido alteraciones ya sea por el calentamiento global, crecimiento poblacional o al aumento de la frontera agrícola dando como resultado que en los tres últimos años de análisis tenemos que el bosque ha reducido el 6.33% menos que el año 2011, mientras que el páramo debido al crecimiento población del 9,5% y al aumento de la frontera agrícola del 39,4% en el año 2020, el páramo y la cobertura vegetal ha ido decreciente consideradamente presentando para el año 2020 un decrecimiento del 1,09% menos (9007,28 ha).

5. Bibliografía

- [1] Balarezo, E. M. M., & Guerrero, G., «Dinámicas socioeconómicas del cantón Salcedo – provincia de Cotopaxi período: 2007-2012.,» Salcedo, 2014.
- [2] Calderón, L. N. H., & Carvajal, J. A. S., Análisis Multitemporal Del Cambio De Cobertura Vegetal Y Su Influencia En La Generación De Caudales Pico De La Cuenca Sardinata, Del Departamento De Norte De Santander, Cali, 2019.
- [3] Chuvieco, E., «Teledetección Ambiental.,» *Ariel Ciencia*, pp. 73-75, 2002.

- [4] M. Camacho, «Los páramos ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible.,» *Anales*, pp. 77-92, 2017.
- [5] C. Arias, H. Mora Zamora, R., & Vargas Bolaños, «Metodología para la corrección atmosférica de imágenes aster, rapideye, spot 2 y landsat 8 con el módulo flaash del software envi. atmospheric correction methodology for aster, rapideye, spot 2 and landsat 8 images with envi flaash module software.,» *Geográfica de América Central*, 2(53), pp. 39-59, 2015.
- [6] R. Arroyo, «Autodidacta En Geomatica,» 28 Octubre 2016. [En línea]. Available: <http://autodidactaengeomatica.blogspot.com/2016/10/>.
- [7] F. H. Arenas & Castro, S., Fernandez Haeger, & Jordano B, «Aplicación de técnicas de teledetección y SIG sobre imágenes Quickbird para identificar y mapear individuos de peral silvestre (*Pyrus bourgeana*) en bosque esclerófilo mediterráneo,» *Revista de Teledetección*, pp. 55-71, 2011.
- [8] L. Jiménez, «“Estimación Del Carbono Derivado De La Materia Orgánica En El Páramo De La Comunidad Cumbijín, Del Cantón Salcedo, Provincia De Cotopaxi, Periodo Abril - Agosto 2019”.,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5265/6/PC-000715.pdf>.
- [9] A. Caguango , «Características de los satélites Sentinel. MasterGIS.,» 1 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.mastergis.com/caracteristicas-sentinel/>.
- [10] . A. Caguango, «Mastergis,» 2 abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.mastergis.com/caracteristicas-sentinel/>.
- [11] A. Castaño, S., Reyes, J., & Vela, «Teledetección Ambiental,» 2003.