



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2744>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Revisión

*Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico*

*Calculation of the severity of fires in the period 2017 to 2020 in the Chambo River sub-basin, through remote sensing and geo-statistical analysis*

*Cálculo da gravidade dos incêndios no período de 2017 a 2020 na sub-bacia do rio Chambo, através de teledeteção e análise geoestatística*

Martha Marisol Vasco-Lucio <sup>I</sup>  
[martha1995vasco@hotmail.com](mailto:martha1995vasco@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1377-7305>

Jonny Israel Guaiña-Yungán <sup>II</sup>  
[jonny.guaina@esPOCH.edu.ec](mailto:jonny.guaina@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0456-7429>

Guicela Margoth Ati-Cutiupala <sup>III</sup>  
[guicela.ati@esPOCH.edu.ec](mailto:guicela.ati@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

Norma Ximena Lara-Vásconez <sup>IV</sup>  
[norma.lara@esPOCH.edu.ec](mailto:norma.lara@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8381-0401>

**Correspondencia:** [martha1995vasco@hotmail.com](mailto:martha1995vasco@hotmail.com)

\***Recibido:** 29 de marzo del 2022 \***Aceptado:** 18 de abril de 2022 \* **Publicado:** 16 de mayo de 2022

- I. Ingeniera Forestal, Investigadora Independiente, Ecuador.
- II. Magister en informática empresarial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniera en Ecoturismo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Riobamba, Ecuador.
- IV. Magister en Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Ecuador.

## Resumen

Los incendios resultan fenómenos incontrolables en donde el fuego devasta con la biodiversidad afectando los servicios eco sistémicos de los herbazales, arbustales y bosques, en este sentido el presente estudio cuantificó la severidad de las zonas incendiadas en la subcuenca del río Chambo en el período 2017 a 2020 mediante la utilización de imágenes satelitales Landsat 8 obtenidas de la plataforma Google Earth Engine, a través del cálculo de los índices espectrales NDVI, BAI y NBR, posteriormente se combinaron los índices espectrales: Índice de Área quemada (BAI) y el Índice de Calcinación Normalizada (NBR) para corregir la detección de los polígonos de zonas quemadas, obteniendo un índice mejorado denominado índice de severidad Área Quemada Normalizada (NBA), cuyos valores fueron clasificados en alta, media y baja severidad. Para la evaluación de la intensidad de transición se utilizó el Software TerrSet que permitió determinar las ganancias y pérdidas de cada categoría. Los resultados señalan que la mayor cantidad de polígonos detectados como incendios se localizaron en el ecosistema Herbazal de Páramo con un total de 3313,51 hectáreas, con valores altos de severidad que oscilan entre 200 y 509,68. La intensidad de transición determinó que el período entre los años 2019 a 2020 tiene la tasa de cambio más alta correspondiente a 0,80 hectáreas de alta severidad de incendios.

**Palabras claves:** Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI); Índice de Área Quemada (BAI); Índice de Calcinación Normalizada (NBR); Área Quemada Normalizada (NBA); Software Terrset.

## Abstract

The fires are uncontrollable phenomena where the fire devastates biodiversity affecting the ecosystem services of grasslands, shrublands and forests, in this sense the present study quantified the severity of the burned areas in the Chambo river sub-basin in the period 2017 to 2020 through the use of Landsat 8 satellite images obtained from the Google Earth Engine platform, through the calculation of the NDVI, BAI and NBR spectral indices, later the spectral indices were combined: Burned Area Index (BAI) and Calcination Index Normalized Burned Area (NBR) to correct the detection of burned area polygons, obtaining an improved index called Normalized Burned Area (NBA) severity index, whose values were classified as high, medium and low severity. For the evaluation of the transition intensity, the TerrSet Software was used, which allowed determining the gains and losses of each category. The results indicate that the largest number of polygons detected as fires were located in

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

---

the Herbazal de Páramo ecosystem with a total of 3,313.51 hectares, with high severity values ranging between 200 and 509.68. The transition intensity determined that the period between the years 2019 to 2020 has the highest rate of change corresponding to 0.80 hectares of high fire severity.

**Key words:** Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); Burned Area Index (BAI); Normalized Burning Index (NBR); Normalized Burned Area (NBA); Terrset Software.

## Resumo

Os incêndios são fenômenos incontroláveis onde o fogo devasta a biodiversidade afetando os serviços ecossistêmicos de pastagens, matagais e florestas, neste sentido o presente estudo quantificou a gravidade das áreas queimadas na sub-bacia do rio Chambo no período de 2017 a 2020 através do uso das imagens de satélite Landsat 8 obtidas da plataforma Google Earth Engine, através do cálculo dos índices espectrais NDVI, BAI e NBR, posteriormente foram combinados os índices espectrais: Índice de Área Queimada (BAI) e Índice de Calcinação Normalizado de Área Queimada (NBR) para corrigir a detecção de polígonos de área queimada, obtendo-se um índice aprimorado denominado índice de severidade Normalized Burned Area (NBA), cujos valores foram classificados em alta, média e baixa gravidade. Para a avaliação da intensidade de transição, foi utilizado o Software TerrSet, que permitiu determinar os ganhos e perdas de cada categoria. Os resultados indicam que o maior número de polígonos detectados como incêndios estavam localizados no ecossistema Herbazal de Páramo com um total de 3.313,51 hectares, com altos valores de severidade variando entre 200 e 509,68. A intensidade de transição determinou que o período entre os anos de 2019 a 2020 apresenta a maior taxa de variação correspondente a 0,80 hectares de alta severidade do fogo.

**Palavras-chave:** Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI); Índice de Área Queimada (BAI); Índice de Calcinação Normalizado (NBR); Área de Queimadura Normalizada (NBA); Software Earthset.

## Introducción

Anualmente a nivel mundial millones de hectáreas de vegetación son consumidas por incendios, producidos principalmente por el aumento de las temperaturas, sin embargo, un factor de interés para su propagación es la utilización del fuego, debido a que muchas comunidades Indígenas lo consideran como una herramienta de trabajo para el manejo del entorno y sus sistemas productivos (Moreno Rodriguez, 2020). En Ecuador la mayoría de los incendios forestales son causados por agricultores

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

---

que utilizan el fuego para preparar la tierra, establecer cultivos, renovar pastizales y el establecimiento de la ganadería (Ministerio del Ambiente, 2015). Las quemas agrícolas son una costumbre arraigada en el campo, en donde las comunidades provocan combustiones para la conversión del uso del suelo, actividades que en épocas secas suelen salirse de control provocando afectación en componentes vegetales y animales, tornando zonas susceptibles a sufrir incendios forestales.

La subcuenca del río Chambo representa el 50% de la superficie del territorio, dentro del cual se ubica la Reserva de Producción Faunística del Chimborazo y el Parque Nacional Sangay (Agua Chambo, 2011). Por lo cual en general las cuencas y subcuencas hidrográficas son muy importantes a nivel ecológica y social ya que suministran agua dulce para el consumo humano y de todos los seres vivos que componen los ecosistemas naturales, además de proveer su hábitat natural, la protección del ambiente, fortalece la soberanía alimentaria y son esenciales zonas de drenaje natural, por otra parte proporcionan fácil acceso al riego herramienta indispensable para las actividades agrícolas, desarrollo de actividades productivas y por ende el progreso económico del país (Cruz, 2020). Los ecosistemas presentes en la subcuenca se encuentran amenazados por los incendios sin control que resultan de las actividades agrícolas que realizan las comunidades para establecer cultivos y crear espacios ganaderos, la propagación de incendios provoca en los ecosistemas directamente la pérdida de especies animales, vegetales y la degradación del suelo, desencadena la erosión y deslizamiento del suelo, además de la contaminación de vertientes de agua y alteraciones del territorio lo cual depende exclusivamente de la magnitud de este fenómeno. Por lo que esta investigación resulta muy importante debido a la extensión de las actividades agrícolas hasta las coberturas naturales por la necesidad de conseguir tierras fértiles y lucrativas, tanto así que se realizan quemas agrícolas que incitan la formación de grandes incendios forestales. Esto evidencia la escasa información existente de datos reales y precisos en cuanto a las superficies exactas que han sufrido incendios.

Es así que la utilización de imágenes satelitales es la forma más eficaz para calcular superficies con alta severidad de incendios, de esta forma se puede identificar el área afectada mediante los índices de vegetación que se obtienen a partir del satélite Landsat 8 (Sánchez, 2017). Es por esto que el estudio se centra en el cálculo de la severidad de incendios en la subcuenca del río Chambo mediante el uso de la teledetección, mismo que se desarrolló dentro del marco del proyecto “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo ambiental por teledetección en zonas con alto Potencial de Recarga Hídrica en el margen oriental de la Subcuenca del Río Chambo - DIMATEZ”, con la finalidad de identificar, monitorear e implementar una política pública provincial para el manejo y

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

---

conservación de las zonas de recarga hídrica, mismo que es ejecutado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a través del Instituto de Investigaciones.

## Área de Estudio y Métodos

### A. Localización

La Subcuenca del río Chambo se localiza en el centro del Ecuador entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, coordenadas geográficas Latitud: 1°59'42" S Longitud: 78°29'40" O, tiene una superficie aproximada de 3 580 km<sup>2</sup> y cubre el 54,2 % de la superficie total de la Provincia de Chimborazo.

### B. Métodos

Se descargaron 4 imágenes satelitales *landsat 8* de la base de datos del *Google Earth Engine*, calculados los índices espectrales BAI y NBR. El índice de área quemada o *Burn Area Index* (BAI) se obtuvo a través de la distancia espectral que existe entre los valores en el rojo e infrarrojo cercano y el punto de correlación que se traduce como la respuesta espectral emitida por las áreas que se han quemado últimamente. Viene dada por la ecuación:

$$BAI = \frac{1}{(R - R)^2 + (IRC - IRC)^2}$$

El Índice de Calcinación Normalizada o *Normalized Burn Ratio* (NBR) fue diseñado originalmente para el estudio de grandes áreas quemadas, los valores altos están relaciones con la vegetación saludable, mientras que valores bajos muestran la presencia de sitios incinerados (Gómez y Martín, 2008). Su expresión viene dada por la ecuación:

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Una vez obtenidos los índices se extrajeron los polígonos de los 13 ecosistemas de la Subcuenca del río Chambo, en donde a través del uso de las herramientas “*clip*” y “*classify*” se obtuvo valores altos, medios y bajos para determinar las superficies quemadas. Las capas de los índices calculados BAI y NBR, se combinaron obteniendo como resultado el índice de severidad NBA que permite analizar la gravedad de las áreas quemadas por medio de la extracción de los valores más altos del índice.

Posteriormente se calculó el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que define la cantidad y calidad de la vegetación, que se obtuvo por medio de la medición espectral de las dos

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geoestadístico

bandas del rojo e infrarrojo cercano pertenecientes al espectro electromagnético (Alonso, 2015). Más adelante se extrajeron los valores del NDVI para los años 2017, 2018, 2019 y 2020 de los polígonos detectados por el índice de severidad NBA. Fórmula para el cálculo del índice NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Después se realizó el análisis estadístico en donde se aplicó la prueba paramétrica *t student* a través del software estadístico Minitab, que analizó los datos arrojados del NDVI calculados a partir de los polígonos detectados por el índice NBA, luego se comparó la media del NDVI con respecto a la media de valores aceptados para zonas quemadas, que se obtuvo de la revisión de estudios similares como es el caso del análisis realizado por Capador Aguilar et al., (2021), en donde los valores bajos del índice evidenciaron la presencia de vegetación escasa o afectada por incendios. Por último, las capas finales obtenidas del índice NBA transformadas a formato ASCII, se ingresaron al *software Terrset* que procesó la información obtenida de cada capa.

## Resultados y discusión

### A. Índices espectrales BAI y NBR para los años 2017, 2018, 2019 y 2020

#### Índice de área quemada (BAI)

El índice de área quemada (BAI), mostró como resultado que el ecosistema Herbazal del páramo obtuvo mayor área incendiada en los 4 años en estudio, debido a que es un entorno fuertemente amenazado a causa de las quemaduras de los pajonales realizados para fines agrícolas por parte de las comunidades localizadas en la zona, siendo el año 2017 el que experimentó el valor más alto de 3313,51 (ha) de superficie quemada, seguido por el año 2018 que obtuvo 2583,05 (ha), el año 2019 con 1311,34 (ha) y por último el año 2020 obtuvo 544,71 (ha) quemaduras, datos registrados en la tabla.

1. La importancia del índice BAI es ratificada por la investigación de Gómez y Martín, (2008) al mencionar que las superficies con valores superiores a la media de la categoría experimentaron incendios, debido a que los índices espectrales fueron diseñados para detectar zonas quemadas por medio del aumento de sus valores en determinadas áreas.

Tabla. 1. Áreas quemadas de acuerdo al índice BAI

	BAI			
	2017	2018	2019	2020

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

CÓDIGO	ECOSISTEMAS SUBCUENCA DEL RIO CHAMBO	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
AsMn01	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	169,35	43,02	1,20	-
AsSn01	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	991,85	597,94	792,63	<b>177,91</b>
BsSn01	Bosque siempreverde del Páramo	8,20	10,78	1,42	<b>4,80</b>
BsAn03	Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	3,52	0,60	0,00	<b>0,00</b>
BsAn01	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	173,52	86,51	156,53	<b>0,00</b>
BsMn03	Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
BsMn01	Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	0,00	6,10	0,00	<b>0,00</b>
BmMn01	Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles	6,93	2,04	0,00	<b>0,00</b>
HsSn02	Herbazal del Páramo	<b>3313,51</b>	<b>2583,05</b>	<b>1311,44</b>	<b>544,76</b>
HsSn03	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	61,57	19,51	0,00	<b>0,00</b>
HsNn01	Herbazal húmedo subnival del Páramo	300,01	483,00	16,07	<b>0,00</b>
HsNn02	Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	125,37	886,60	38,84	<b>0,00</b>
HsNn03	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	457,75	629,25	237,78	<b>0,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>5611,58</b>	<b>5348,38</b>	<b>2555,90</b>	<b>727,46</b>

**Índice de Calcinación Normalizada (NBR)**

Según Gómez y Martín, (2008) en su estudio comparando los índices espectrales en zonas incendiadas afirman que los valores altos del NBR están relaciones con la vegetación saludable, mientras que los valores inferiores muestran la presencia de sitios incinerados. Por lo cual como se muestra en la tabla. 2. se determinó que el ecosistema con mayor área quemada, al igual que el índice BAI corresponde al Herbazal del páramo el cual obtiene en el año 2017 un área de 23796,86 (ha), para el año 2018 resultó 37314,42 (ha), para el 2019 obtuvo 18468,61 (ha) y por su lado el 2020 registró la mayor área quemada al obtener 37691,55 (ha). Por lo que este ecosistema a pesar de ser un entorno que presenta características óptimas de humedad, el problema principal del mismo es que presenta gran cantidad de quemadas asociadas a la ganadería por parte de los comuneros que pierden el control de las mismas.

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

**Tabla. 2.** Áreas y polígonos en función de los ecosistemas resultantes del índice NBR

CÓDIGO	ECOSISTEMAS SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO	NBR			
		2017 ÁREA (Ha)	2018 ÁREA (Ha)	2019 ÁREA (Ha)	2020 ÁREA (Ha)
AsMn01	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	275,48	422,26	154,88	777,87
AsSn01	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	2982,49	6711,91	7742,96	6100,51
BsSn01	Bosque siempreverde del Páramo	69,93	173,12	1840,06	157,38
BsAn03	Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	46,36	108,23	87,63	206,99
BsAn01	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	2198,00	1390,52	6769,94	6675,79
BsMn03	Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	1,80	6,92	6,53	15,85
BsMn01	Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	14,69	13,33	9,98	73,20
BmMn01	Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles	12,96	21,9	31,15	45,94
HsSn02	Herbazal del Páramo	<b>23796,86</b>	<b>37314,42</b>	<b>18468,61</b>	<b>37691,55</b>
HsSn03	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	348,65	420,77	357,64	888,86
HsNn01	Herbazal húmedo subnival del Páramo	1105,36	1638,55	1533,30	1768,45
HsNn02	Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	783,69	1916,83	1580,88	2150,35
HsNn03	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	6126,60	10185,25	6846,27	13331,18
<b>TOTAL</b>		<b>37762,87</b>	<b>60324,00</b>	<b>45429,84</b>	<b>69883,91</b>

### B. Índice de severidad NBA

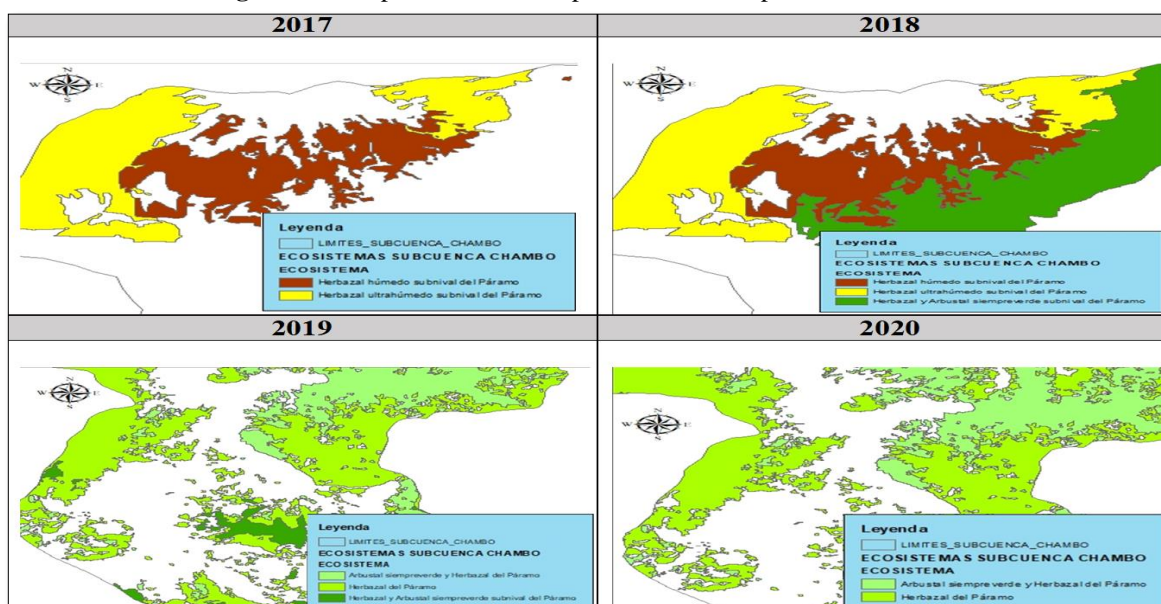
Como se observa en la figura. 1. las zonas correspondiente a la Reserva del Chimborazo y parte del Parque Nacional Sangay son los entornos en donde se encontró la mayor cantidad de polígonos con los valores más altos del índice de severidad de incendios NBA en los 4 años de estudio, en los cuales se encuentran los ecosistemas: Herbazal húmedo subnival del páramo, Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo, Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo, Arbustal Siempreverde y herbazal del páramo, y el ecosistema Herbazal del páramo los cuales poseen vegetación baja y con segmentaciones, lo que sin duda corresponde a zonas propensas a sufrir incendios precisamente por la falta de cobertura vegetal. Dichos resultados concuerdan con el informe del Telégrafo, (2018) en donde menciona que dentro de la reserva se quemaron alrededor de 60 (ha) de pajonales y con esto



Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

árboles de pino lo cual significó una gran pérdida, además aseguran que la quema fue provocada y no pudo ser controlado a tiempo. El ecosistema Herbazal de páramo es sin duda el principal ecosistema que a sufrido daños por los incendios que a presentado, debido a las actividades que las personas que generalmente habitan en el lugar realizan como son las quemas de los pajonales, incremento de la agricultura y el pastoreo.

Figura. 1. Comparación entre mapas Índice NDVI periodo 2017 a 2020



C. Comparación estadística de polígonos detectados por el índice NBA con los valores del índice NDVI para medir la eficiencia en la detección de polígonos de incendios

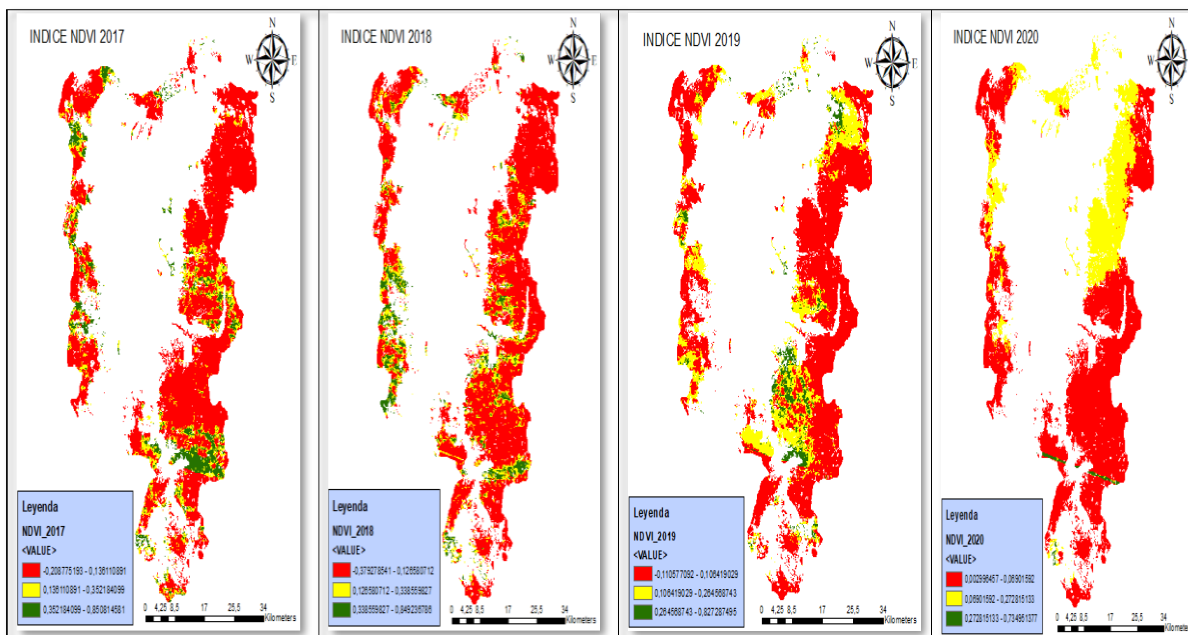
*Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)*

Se pudo determinar que el año 2020 mostró los índices más bajos del período en estudio como se muestra en la figura. 2, obteniendo un rango máximo de 0,27 a 0,73 y un mínimo de 0,0 a 0,06 en donde se evidencia vegetación muerta, enferma o presencia de objetos inanimados, las mismas que se definen como zonas que soportaron incendios, debido a factores como el avance de la agricultura y por factores climáticos como las grandes sequías que se ha evidenciado durante este año, es así que según el estudio realizado por Bustamante, (2017) muestra que la provincia de Chimborazo indica

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico

un incremento en las temperaturas provocando así inminentes sequias con el paso del tiempo; además muestra en la subcuenca del río Chambo una reducción en las precipitaciones.

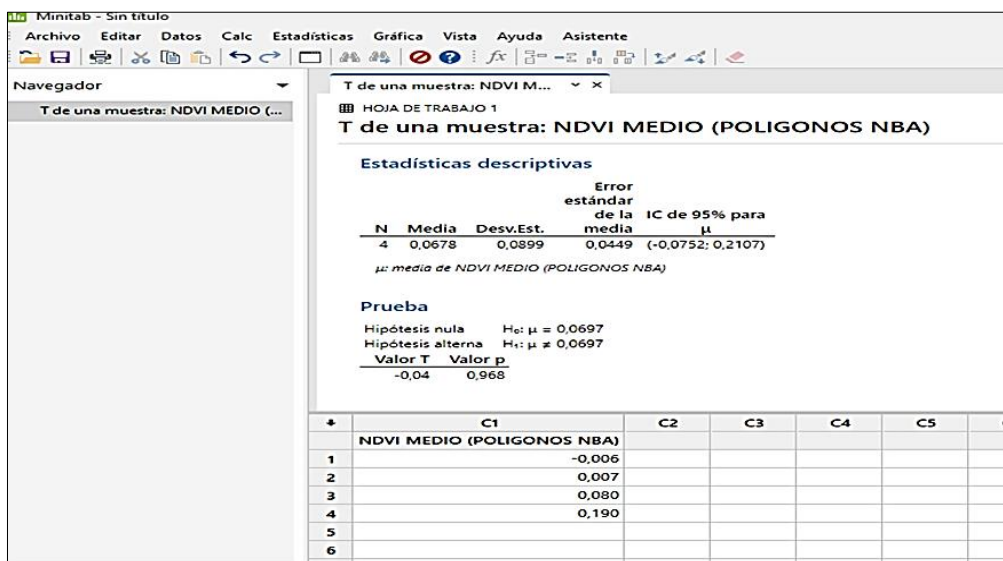
Figura. 2. Índice NDVI período 2017 a 2020



Como se observa en la figura. 3, se obtuvo como resultado que el análisis estadístico de prueba (t) arrojó un valor de -0,04 y un p valor de 0,968 mayor al nivel de significancia que fue de (0,05), por lo se afirma que al 95% de confianza la media hipotética de las zonas quemadas no difiere significativamente de la muestra del presente estudio, con lo que se concluye que los polígonos detectados por el índice mejorado NBA en los ecosistemas de la Subcuenca del río Chambo procedentes del NBA (*Normalized Burned Area*) que se obtiene de la combinación del Índice NBR que incluye la información proporcionada por el Índice BAI detecta zonas incendiadas para posteriores cálculos de área y severidad.

Figura. 3. Análisis estadístico T student de una muestra NDVI medio (polígonos NBA)

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geo estadístico



**D. Intensidad de transición**

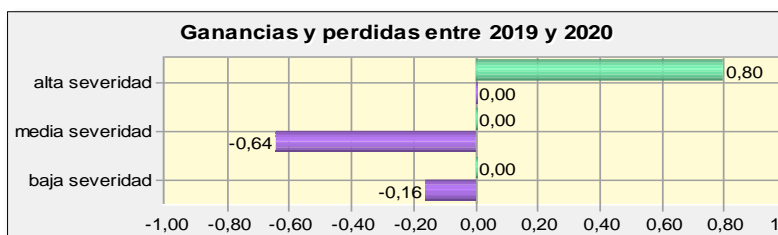
Como se observa en el gráfico.1. En los cambios de grado de severidad o que denota la gravedad de los incendios el período entre 2019 y 2020 evidenció mayor cambio entre categorías debido a que para el 2020 el área en estudio ganó 0,80 ha en alta severidad, lo cual se encuentra distribuido principalmente en el parque nacional Sangay en la cordillera oriental en donde se localizan los ecosistemas: Herbazal del Páramo, y Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo.

Los cambios se dieron principalmente en zonas como la reserva del Chimborazo la misma que representa el páramo que al estar descubierta o poseer escasa vegetación alta, la hace propensa a sufrir incendios y por lo tanto a observarse de forma más clara los daños que ha sufrido la misma, como lo menciona Fierro, (2019) al señalar que las transformaciones del suelo a paramo y bosque debido al uso que se le da a la tierra tienen mayor impacto a consecuencia de las erupciones del Volcán Tungurahua y por ende se evidencia claramente la intervención de las actividades humanas al observar como el suelo cambia de tipos de cultivos e incluso pérdida de la cobertura vegetal. Según Medina López, María Belén, (2015) aquellas zonas sin vegetación o suelo desnudo pertenecientes al año 2001 se encontraron cubiertas de pasto para el período 2015 lo cual significó una disminución de la erosión con el paso del tiempo. En el estudio realizado por Patiño, (2019) en donde aplicó las tecnologías de índole geoespaciales para estimar áreas quemadas en la Provincia de Chimborazo llegó

Cálculo de la severidad de incendios en el periodo 2017 a 2020 en la subcuenca del río Chambo, mediante teledetección y el análisis geoestadístico

a la conclusión que la Parroquia Juan de Velasco ubicada en el cantón Colta ha experimentado la mayor cantidad de incendios forestales.

**Gráfico. 1.** Ganancias y pérdidas de hectáreas por categorías entre 2019-2020



### Conclusiones

Los índices BAI y NBR detectaron mayor área quemada en el ecosistema Herbazal del páramo, que se encuentra amenazado por el incremento de quemas asociadas a la ganadería, actividad realizada por los comuneros presentes en la zona, que al no ser controlado adecuadamente provoca la aparición de incendios y por ende la pérdida de la cubierta vegetal.

El índice de severidad NBA concluyó que durante el periodo de estudio, las zonas ubicadas al sureste de la Reserva de Producción de Fauna del Chimborazo experimentaron mayor severidad de incendios debido al cambio de uso de suelo y alteraciones antrópicas de las 42 comunidades situadas alrededor de la reserva; además en los límites del Parque Nacional Sangay se detectaron polígonos con alta severidad de incendios según el estudio realizado debido a factores como el uso inadecuado de los recursos naturales existentes.

En la intensidad de transición se evidenció los cambios de la cobertura vegetal comparando periodos de tiempo, debido a que al encontrarse en un grado de severidad determinado como alto, medio o bajo al compararlo con la cobertura terrestre posterior existente se definió claramente el cambio de grado de severidad en las diferentes zonas de estudio. Lo cual indica el nivel de perturbación que experimentó el lugar antes y después del fenómeno, en donde la alteración de las características del entorno dependen de la intensidad y duración del incendio.

## Referencias

1. Agua Chambo. (2011, Agosto 29). Ubicación. *Subcuenca Chambo*. <https://subcuencachambo.wordpress.com/about/>
2. Alonso, D. (2015, junio 10). NDVI: Qué es y cómo calcularlo con SAGA desde QGIS. *MappingGIS*. <https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis/>
3. Bustamante, D. P. (2017). ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL DE SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS PARA EL AÑO 2050 DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO- ECUADOR. *La Granja*, 26(2), 15. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.02>
4. Cruz, M. J. P. (2020). *HONORABLE GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. 681.
5. Fierro, A. A. F. (2019). *INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL*. 113.
6. Gómez Nieto, I., & Martín Isabel, M. (2008). Estudio comparativo de índices espectrales para la cartografía de áreas quemadas con imágenes MODIS. *Asociación Española de Teledetección*, 29, 883-894.
7. Medina López, María Belén. (2015). *Análisis Multitemporal del Cambio de la Cobertura Vegetal y uso de la Tierra en el Cantón Gualaquiza, 1987-2015* [Tesis de Grado, UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7166/1/T-UCE-0004-33.pdf>
8. Moreno Rodriguez, J. M. (2020). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos- Informe Riocadapt*. McGraw-Hill España. <http://public.ebib.com/choice/PublicFullRecord.aspx?p=6781555>
9. Patiño, E. D. T. (2019). *PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL*. 94.
10. Sánchez, A. D. (2017). *Detección de incendios*. 75.
11. Telégrafo, E. (2018, septiembre 9). *60 hectáreas fueron consumidas por el fuego en la Reserva Chimborazo*. El Telégrafo. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/2/incendio-reservafaunistica-chimborazo>