



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS  
GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE)  
MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN  
LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** Pacheco Gallardo Luis Lautaro

**DIRECTOR:** Ing. M.Sc. Carrera Molina David Santiago

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2018**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Luis Lautaro Pacheco Gallardo” declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”, siendo David Santiago Carrera Molina director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Pacheco Gallardo Luis Lautaro

C.I. 050356132-6

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PACHECO GALLARDO LUIS LAUTARO**, identificado con C.I **050356132-6** de estado civil soltero y con domicilio en la Parroquia El Corazón del Cantón Pangua, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica en “Analizar los NDVI (índice de vegetación normalizados) con los GNDVI (índice de vegetación diferenciada normalizada verde) mediante imágenes LANSADT 8 (satélite de observación terrestre) en la parroquia de Mulaló, Latacunga 2018” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. – Marzo, 2013 – Agosto 2018

Aprobación HCA. –

Tutor. - Ing. M.Sc. David Carrera

Tema: “Analizar los NDVI (Índice De Vegetación Normalizados) con los GNDVI (Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada Verde) Mediante Imágenes LANSADT 8 (Satélite De Observación Terrestre) en la Parroquia De Mulaló, Latacunga 2018”.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 08 días del mes de Agosto del 2018.

.....

Pacheco Gallardo Luis Lautaro

LA CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”, de Luis Lautaro Pacheco Gallardo, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga 08 de Agosto del 2018

Firma: .....



Ing. M.Sc. David Santiago Carrera Molina


## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Luis Lautaro Pacheco Gallardo, con el título de Proyecto de Investigación “ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 8 de agosto 2016

Para constancia firman:



Ing. M.Sc. Nelly Deleg  
LECTOR 1

Ing. M.Sc. Marcela Morillo  
LECTOR 2

Ing. Mg. Santiago Jiménez  
LECTOR 3

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo quiero agradecer en primer lugar a Dios por bendecirme y permitirme culminar mis estudios universitarios, a mis padres por su comprensión, paciencia, apoyo incondicional y sobre todo por la confianza que depositaron en mí, porque fueron el pilar fundamental dándome muchas fuerzas y fueron mi inspiración para cumplir un sueño que lo creía inalcanzable.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.

También quiero expresar mi fraterno agradecimiento a mi Director de Proyecto, Ing. David Carrera por su contribución a lo largo del presente trabajo, a la Ing. Karina Marín por su apoyo y las facilidades para poder desarrollar este proceso.

*LUIS LAUTARO PACHECO GALLARDO*



## DEDICATORIA

A mi madre Clariza Gallardo, por ser mi fortaleza e inspiración, que de algún lugar está viéndome, cuidándome y se encuentra muy orgullosa de la persona en que me convertí.

A mí padre por apoyarme incondicionalmente con su amor y cariño.

A mis herman@s que de una u otra manera siempre estuvieron conmigo apoyándome para poder culminar mis estudios.

A mis tíos por su apoyo y consejos.

A todas aquellas personas que con sus consejos supieron guiarme por el camino del bien, dándome aliento para seguir adelante y creer que todo es posible con esfuerzo y sacrificio.

*LUIS LAUTARO PACHECO GALLARDO*

# UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”

**Autor:** Luis Lautaro Pacheco Gallardo

### RESUMEN

El proyecto se enmarcó en la línea de análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad debido que se realizó el análisis de los índices de vegetación normalizada y los índices de vegetación normalizada diferenciada verde en la parroquia rural de Mulaló establecido la vegetación mediante imágenes Lansadt 8, ayudando de tal manera al manejo diferenciado de los cultivos a partir del conocimiento de la variabilidad espectral existente, en donde se destacan gráficamente varios pixeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales en la superficie terrestre agrícola además de ver la gran utilidad de los sistemas de información geográfica.

Los resultados obtenidos dentro del análisis geo estadístico es la confiabilidad del modelo del 83% en los ndvi y en los gndvi 87%.

Los datos captados por todos estos sensores se almacenaron digitalmente en forma de tablas y mapas, a partir de los cuales se generó la información que ayudará al agricultor en la toma de decisiones en campo, la información obtenida en el mapeo demuestra que hay presencia de fisiopatías o agentes patógenos, con valores alto de 0,58 um y valores bajos -0,07 um lo que demuestra que hay presencia de enfermedades en un 0,42 um.

Por lo que es necesario realizar un análisis minucioso de los sectores afectados dentro del análisis de los índices espectrales.

**Palabras clave:** índices, conservación, vegetación, variabilidad.

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO:** “ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”

**AUTHOR:** Luis Lautaro Pacheco Gallardo

**ABSTRACT**

The Project was based on the analysis factor son conservation processes on the biodiversity due to the analysis of normalized index vegetation and the normalized different green vegetation in the parish Mulalo stablished the vegetation through pictures LASADT 8 helping in that way the management of crops from the knowledge of variable in stock where there are graphics related to parameter to vegetation covers in the agricultural land also there is a good quality in the geographic information system. The obtained results into the analysis statistics in the model are around the 83% in the ndvi and the gndvi 87%. The date was gotten by this sensors were saved digitally in the charts and maps which generated the information that will help to the farmers in the decision making. The information gotten in the mapping shows the presence of physiopathies or pathies agents with a high values of 0.58um and low values -0.07um which shows some illnesses around 0.42um. By which it is necessary to do a minus analysis from the affected places into the spectral index analysis.

**Key words:** index, conservation, vegetation, variability.



## INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.1 Título del Proyecto: .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
6. OBJETIVOS: .....	4
6.1 General.....	4
6.2 Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS .	5
7.1 PLANTEADOS .....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	6
8.1 SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA .....	6
8.2 COMPONENTES DE UN SIG .....	7
8.3 FUNCIONES DE UN SIG .....	7
8.3.1 INGRESO DE INFORMACION: .....	7
8.3.2 GESTION DE LA INFORMACION: .....	7
8.3.4 MANIPULACION: .....	7
8.3.5 ANALISIS Y MODELAMIENTO: .....	7
8.3.6 SALIDA Y PRESENTACION: .....	8
8.4 MODELOS DE DATOS DE UN SIG.....	8
8.4.1 RASTER:.....	8
8.4.2 VECTOR: .....	8

8.5 VENTAJAS DE UN SIG .....	8
8.6 TELEDETECCIÓN.....	8
8.7 ESPECTO ELECTROMAGNETICO.....	9
8.7.1 Espectro visible .....	11
8.7.2 Infrarrojo.....	11
8.7.3 Infrarrojo cercano. ....	11
8.7.4 Infrarrojo medio.....	11
8.7.5 Infrarrojo lejano o térmico.....	12
8.7.6 Microondas .....	12
8.8 IMÁGENES SATELITALES .....	13
8.9 PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES .....	13
8.10 CORRECCIONES GEOMETRICAS – GEORREFERENCIACION.....	14
8.11 ASPECTOS GENERALES DE LA CORRECCION GEOMETRICA .....	14
8.11.1 Interpolación por el vecino más próximo. ....	15
8.11.2 Interpolación bilineal.....	15
8.11.3 Interpolación Bi Cubica.....	15
8.11.4 Correcciones Radiométricas. ....	16
8.12 INDICES DE VEGETACIÓN NORMALIZADO .....	16
8.13 NDVI (ÍNDICE NORMALIZADO DIFERENCIAL DE VEGETACIÓN).....	17
8.13.1 Generalidades del índice de la diferencia de la vegetación normalizada .....	18
8.13.1.1 Observado.....	18
8.13.1.2 Anomalía .....	18
8.15 LANDSAT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE).....	19
8.16 CUADRO DE LAS DIFERENTES BANDAS ESPECTRALES .....	20
8.17 LA MISIÓN LANDSAT 8.....	20
8.17.1 OLI . ....	20
8.17.2 TIRS .....	20
8.18 ÍNDICES DE VEGETACIÓN .....	20
8.18.1 Composición y Aplicaciones:.....	21
9. METODOLOGÍA .....	22
9.1 Área de estudio .....	22

9.2 MULALÓ.....	22
9.3 COORDENADAS GEOGRAFICAS DE MULALÓ .....	22
10. MÉTODOS.....	23
11. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN .....	24
11.1 Bibliográfica Documental.....	24
12. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	24
12.1 Descriptiva:.....	24
12.2 No experimental: .....	24
12.3 Cualitativa: .....	24
12.4 Comparativo: .....	24
12.5 Inductivo:.....	24
13. REALIZACION DEL TRABAJO: .....	24
14. DIAGRAMA DE FLUJO.....	25
15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: .....	28
16. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS).....	31
16.1 SOCIALES: .....	31
17. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....	32
18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
18.1 CONCLUSIONES:.....	32
18.2 RECOMENDACIONES: .....	32
19. BIBLIOGRAFÍA:.....	33
20. ANEXOS:.....	34

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1 Título del Proyecto:**

“ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANDSAT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA MULALÓ, LATACUNGA 2018”

### **Fecha de inicio:**

Octubre del 2017

### **Fecha de finalización:**

Agosto del 2018

### **Lugar de ejecución:**

Mulaló –Cantón Latacunga – Provincia de Cotopaxi

### **Unidad Académica que auspicia**

Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto de determinación de la calidad de sitio

### **Equipo de Trabajo:**

Responsable del Proyecto: Luis Lautaro Pacheco Gallardo

**Director:** Ing.M.Sc. David Santiago Carrera Molina



**Lector 1:** Ing.M.Sc. Nelly Déleg

**Lector 2:** Ing.M.Sc. Marcela Morillo

**Lector 3:** Ing.Mg. Santiago Jiménez

**Coordinador del Proyecto**

Nombre: Luis Lautaro Pacheco Gallardo

Teléfonos: 0988427210

Correo electrónico: luis.pacheco6@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura

**Proyecto de determinación de la calidad de sitio:**

Calidad de sitio

**Línea de investigación:**

Análisis conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local

**Sub línea de investigación:**

Caracterización de la biodiversidad

**2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El trabajo es desarrollar una metodología para la delimitación y cálculo de vegetación con el análisis digital y visual de las imágenes satelitales empleando un procesador de imágenes Landsat 8 y la elaboración de mapas temáticos, en donde se destacarán gráficamente determinados pixeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El gobierno del Ecuador a través del plan nacional del buen vivir apunta al aumento de la productividad real sin afectar a personas ni a la naturaleza para ello es necesario basarnos en agricultura de precisión con la utilización de DRONES y herramientas TELEMÁTICAS, los agricultores desconocen el uso del índice de vegetación normalizados NDVI y los GNDVI que es conocida como variante del NDVI pues utiliza la banda verde en lugar de la banda roja.

Los NDVI nos ayuda a determinar las posibles enfermedades o fisiopatías que pueden afectar el normal desarrollo de cada uno de los cultivos, es importante señalar la utilización de la TELEDETECCIÓN para analizar cada uno de los componentes agrícolas que integran el desarrollo fisiológico del cultivo, con la determinación de los NDVI y GNDVI el agricultor podrá reducir costos en insumos agrícolas como son fungicidas, abonos orgánicos, abonos químicos y aplicará los abonos y fungicidas únicamente en los lugares que sea necesario aplicar los insumos agrícolas.

### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

- Beneficiarios directos agricultores del sector de Mulaló.
- Beneficiarios indirectos la Universidad Técnica de Cotopaxi la carrera de Ingeniería Agronómica.

### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

La falta de nutrientes y presencia de enfermedades en el suelo causado por el uso intensivo por parte de los agricultores provoca daños en el campo agrícola, pues en la actualidad se habla de agricultura de precisión que no es más que sembrar con tecnología utilizando sensores remotos.

En el Ecuador existe una gran cantidad de hectáreas dedicadas a la labor agrícola, y las necesidades de herramientas que ayuden a detectar deficiencias de nutrientes en el suelo, presencia de enfermedades, las diferentes fisiopatías para establecer un control adecuado y prevenir daños en los cultivos en los sitios determinados por parte de los agricultores son cada vez mayores y más exigentes.

Los ecosistemas ricos interactúan con otros elementos del territorio, y son vulnerables a ciertas actividades antrópicas que ponen en riesgo su preservación. El conocimiento de estos ecosistemas, integrado en el territorio, puede ayudar a planificar las medidas de protección y conservación por medio del análisis de las imágenes satelitales que ofrecen información sobre el estado y distribución de las cubiertas del suelo a una resolución temporal, espectral y espacial satisfactoria para muchos estudios multi temporales a diferentes escalas. Los datos de satélites de las familias Landsat, actualmente disponibles gratuitamente en varios servidores web, son de los más empleados. Sin embargo, el esfuerzo necesario para manejar un gran volumen de información y para su tratamiento manual supone una dificultad para tales estudios (EMILIO, 2003)

Se ha empleado el índice Normalizado de Vegetación (NDVI) para analizar la distribución espacial y la variabilidad del desarrollo productivo, y su relación con la humedad del suelo, las zonas de protección y otros rasgos del territorio, en nuestro estudio nos servirá para determinar la influencia de enfermedades en la parroquia de Mulaló.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1 General**

- Analizar los índices de vegetación GNDVI y NDVI derivados de imágenes LANSADT 8 para estimar el estado de cobertura vegetal.

### **6.2 Específicos**

- Estimar la calidad de cobertura vegetal mediante el procesamiento de imágenes satelitales.
- Calcular el tipo de cobertura vegetal en el área de estudio.
- Analizar los resultados obtenidos de los índices de vegetación.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

### 7.1 PLANTEADOS

Objetivo 1	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
1. Estimar la calidad de cobertura vegetal mediante el procesamiento de imágenes satelitales.	<p>1.1 Calcular la cobertura vegetal de la parroquia de Mulaló mediante imágenes satelitales LANSADT 8.</p> <p>1.2 Observar la cobertura vegetal.</p>	<p>1.1.1 Cobertura vegetal de la parroquia de Mulaló.</p> <p>1.2.1 Clasificación no supervisada.</p>	Imagen LANSADT 8.

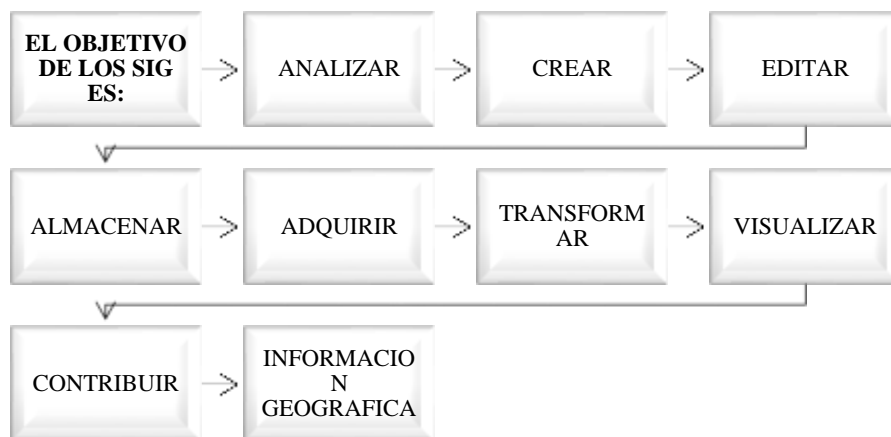
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
1. Calcular el tipo de cobertura vegetal en el área de estudio.	1.1 Procesamiento de datos e imagen Landsat 8.	1.1.1 Porcentaje de cultivo no clasificado.	Tabla excel.

Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
1. Analizar los resultados obtenidos de los índices de vegetación.	1.1 Mapeo de NDVI. 1.2 Análisis geográfico estadístico de NDVI y su comparación con GNDVI.	1.1.1 Datos de la parroquia en estudio.	Mapa de NDVI. Tabla de Excel.

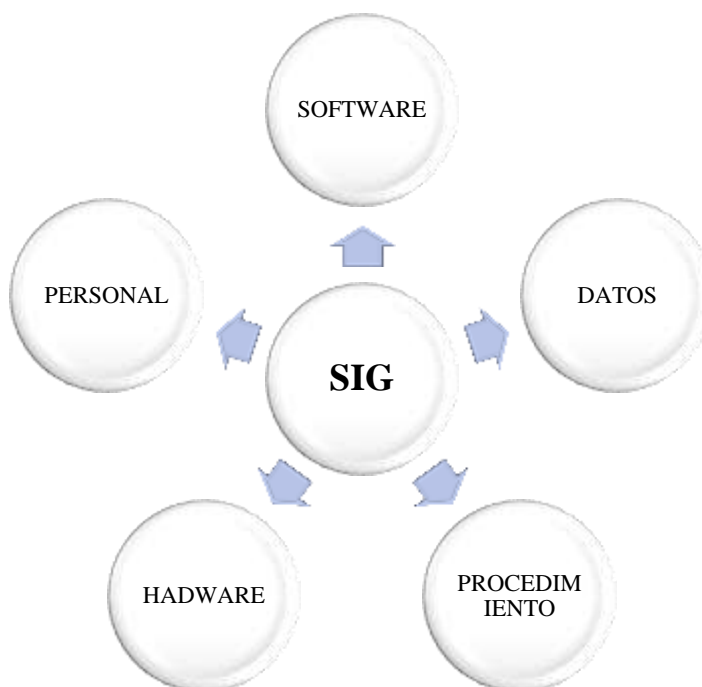
## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

Un sistema de información geográfica (SIG) es una herramienta de captura, almacenamiento y administración de datos y atributos asociados espacial y geográficamente referenciados (Pineda, 2013).



## 8.2 COMPONENTES DE UN SIG



## 8.3 FUNCIONES DE UN SIG

### 8.3.1 INGRESO DE INFORMACION:

Capturar información, imágenes satelitales, mapas analógicos, fotografías aéreas, GPS, etc.

### 8.3.2 GESTION DE LA INFORMACION:

Almacenamiento y recuperación de información de la base de datos, utilizando funciones de consulta.

### 8.3.4 MANIPULACION:

Función fundamental de los SIG, reclasificación, medición, superposición.

### 8.3.5 ANALISIS Y MODELAMIENTO:

Procesamiento integral de la información georreferenciada y de atributos que mediante la superposición y combinación de capas permite el análisis temático, realizar operaciones con ellas y producir una nueva o modificada información (**Pineda, 2013**).

### 8.3.6 SALIDA Y PRESENTACION:

Mapas, tablas, reportes, informes técnicos.

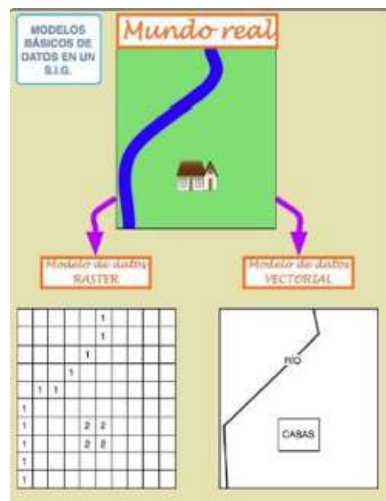
## 8.4 MODELOS DE DATOS DE UN SIG

### 8.4.1 RASTER:

Divide el espacio en un conjunto regular de celdas (píxeles), cada una de estas celdas contiene un número o código que identifica el elemento que desea representar (Pineda, 2013).

### 8.4.2 VECTOR:

Representa los objetos por medio de un par o una secuencia de coordenadas (X,Y) las cuales pueden ser enlazadas con atributos (Pineda, 2013).



*Ilustración 1*

## 8.5 VENTAJAS DE UN SIG

La adquisición de datos, los análisis espaciales y los procesos de toma de decisiones son integrados en un contexto común de flujo de información (Pineda, 2013).

## 8.6 TELEDETECCIÓN

La teledetección o percepción es una ciencia que integra un amplio conjunto de conocimientos y tecnologías utilizadas para la observación, el análisis, la interpretación de fenómenos terrestres y planetarios.

Permite adquirir información sobre ciertos objetos materiales por medio de mediciones tomadas a cierta distancia, sin hacer contacto físico con éstos (Pineda, 2013).



*Ilustración 2*

## 8.7 ESPECTO ELECTROMAGNETICO

la teledetección es una técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. El sol ilumina la superficie terrestre que refleja esa energía en función del tipo de cubierta presente sobre ella. Ese flujo reflejado se recoge por el sensor que los transmite posteriormente a las estaciones receptoras. Entre superficie y sensor se interpone la atmosfera, que dispersa y absorbe parte de la señal original. De igual forma la observación remota puede basarse en energía emitida por las propias cubiertas, o en la que podríamos enviar desde un sensor que fue capaz, tanto de generar su propio flujo energético como de recoger posteriormente su reflexión sobre la superficie terrestre (RAMIR, 2005).

Históricamente las propiedades de la radiación electromagnética se a explicado por dos teorías aparentemente contrapuestas, aquella que la concibe como un haz ondulatorio y aquella otra parte considera como una sucesión de unidades discretas de energía, fotones y cuantos, con la masa igual a cero (teoris Planck y Einstein). Las dos teorías se pueden compaginar, pues se ha demostrado que la luz presenta comportamientos que pueden explicarse de acuerdo a ambos planteamientos.

Según la teoría ondulatoria, la energía electromagnética se transmite de un lugar a otro siguiendo un modelo armónico y continuo, a la velocidad de la luz y conteniendo dos campos de fuerzas



ortogonales entre sí: eléctrico y magnético. Las características de este flujo energético pueden describirse por dos elementos: longitud de onda ( $\lambda$ ) y frecuencia ( $\nu$ ) la primera hace referencia a la distancia entre los picos sucesivos de una onda, mientras que la frecuencia designa el número de ciclos pasando por un punto fijo en una unidad de tiempo, ambos ejemplos están inversamente relacionados (**RAMIR, 2005**).

$$C = \lambda \nu$$

Donde C indica la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ ),  $\lambda$  expresa la longitud de onda en unidades de longitud, habitualmente micrómetros,  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$  o nanómetros,  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  y  $\nu$  la frecuencia (en Hertz, Hz = un ciclo por segundo).

En definitiva, a mayor longitud de onda, menor frecuencia y viceversa, por debajo lo que basta con indicar un solo término para caracterizar el flujo de energía mencionada. Gracias a la teoría cuántica, podemos calcular la cantidad de energía transportada por un fotón, siempre que conozca su frecuencia:

$$Q = h \nu$$

Dónde: Q es la energía radiante de un fotón (en julios),  $\nu$  la frecuencia y h la constante de la Planck ( $6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ).

Lo que significa, en definitiva, que a mayor longitud de onda – o menor frecuencia - el contenido energético será menor y viceversa. Esto implica que la radiación en longitudes cortas, de ahí que las primeras requieran medios de detección más refinados.

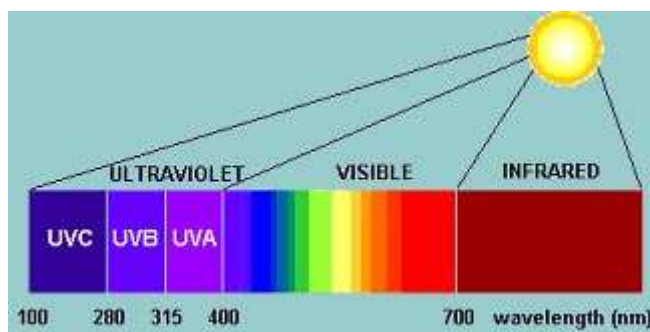
De las formulas anteriores, se deduce que podemos definir cualquier tipo de energía radiante en función de su longitud de onda o frecuencia. Aunque la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie de bandas en donde la radiación electromagnética es continua, suelen establecerse una serie de bandas de longitudes de onda o frecuencia denominada espectro electromagnético. Comprende desde las longitudes de onda más cortas (rayos gamma, rayos X), hasta kilométricas (telecomunicaciones). Las unidades de medida más comunes se relacionan con la longitud de onda. Para las más cortas se utilizan micrómetros, mientras las más largas se miden en centímetros o metros. Normalmente a estas últimas (denominado microondas) se las designa también por los valores de frecuencia (en Gigahertz, Ghz –  $10^9 \text{ Hz}$ ) (**RAMIR, 2005**).

Desde el punto de vista de la teledetección, conviene destacar, una serie de bandas espectrales, que son las más frecuentemente empleados con la tecnología actual. Su denominación y amplitud varían según distintos autores, si bien la terminología más común es la siguiente:

**8.7.1 Espectro visible** (0,4 a 0,7  $\mu\text{m}$ ). Se denomina así por tratarse de la única radiación electromagnética que pueden percibir nuestros ojos, coincidiendo con las longitudes de onda en donde es máxima la radiación solar. Dentro de esta región, suelen distinguirse tres bandas elementales, que se denomina Azul (A: 0,4 – 0,5  $\mu\text{m}$ ), y rojo ( R: 0,6 – 0,7  $\mu\text{m}$ ), es la única porción del espectro que podemos asociar al concepto de color (CASIL, 2000).

**8.7.2 Infrarrojo:** cubre la región entre 0,7 y 100  $\mu\text{m}$ , esta porción puede subdividirse en dos categorías basadas en las propiedades de la radiación: IR Reflejado y el IR térmico o emitido. El primero es utilizado en teledetección de manera similar al visible, y el IR térmico es diferente al visible e IR reflejado, ya que esta energía es esencialmente la radiación emitida por la superficie de la tierra en forma de calor (CASIL, 2000).

**8.7.3 Infrarrojo cercano:** (ICR: 0,7 a 1,3  $\mu\text{m}$ ) también se denomina infrarrojo próximo, reflejado o fotográfico, puesto que parte de él puede detectarse a partir de películas dotadas de emulsiones especiales (CASIL, 2000).



*Ilustración 3*

**8.7.4 Infrarrojo medio:** (IRM: 1,3 a 8  $\mu\text{m}$ ). En esta región se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y emisión de la superficie terrestre. En el primer caso, hablamos de infrarrojo de onda corta (Short Wave Infrared, SWIR), que se sitúa entre 1,3 y 2,5  $\mu\text{m}$  y resulta una región idónea para estimar el contenido de humedad en la vegetación o los suelos. La segunda región de interés está comprendida entre 3 y 5  $\mu\text{m}$  y suele denominarse más propiamente como

infrarrojo medio (IRM), siendo determinante para la detección de focos de alta temperatura (incendios o volcanes activos) (CASIL, 2000).

**8.7.5 Infrarrojo lejano o térmico:** (IRT: 8 a 14  $\mu\text{m}$ ), que incluye la porción emisiva del espectro terrestre, en donde se detecta el calor de la mayor parte de las cubiertas terrestres (CASIL, 2000).

**8.7.6 Microondas:** (M, por encima de 1), con gran interés por ser un tipo de energía transparente a la cubierta nubosa (SAYS, 2017).

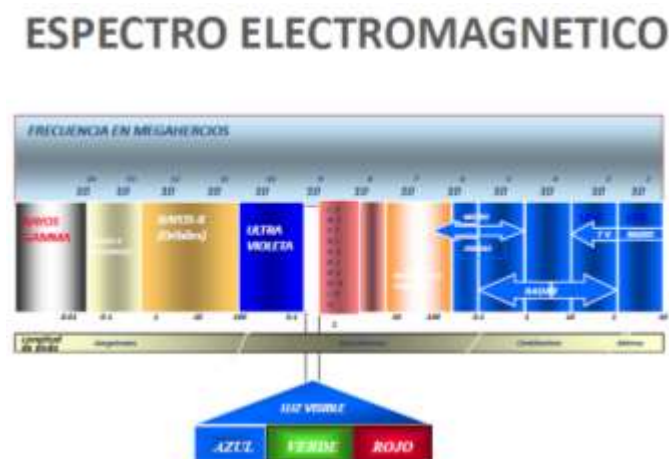
Una onda electromagnética es la propagación simultánea de los campos eléctrico y magnético producidos por una carga eléctrica en movimiento. Las principales características de las ondas electromagnéticas son las siguientes:

No necesitan un medio para propagarse: pueden propagarse en el vacío o en cualquier otro medio.

Son tridimensionales: se propagan en las tres direcciones del espacio.

Son transversales: la perturbación se produce perpendicularmente a la dirección de propagación.

Al flujo saliente de energía de una fuente en forma de ondas electromagnéticas se le denomina radiación electromagnética. Esta radiación puede ser de origen natural o artificial. El espectro electromagnético es el conjunto de todas las frecuencias (número de ciclos de la onda por unidad de tiempo) posibles a las que se produce radiación electromagnética (Pineda, 2013).



*Ilustración 4*

## 8.8 IMÁGENES SATELITALES

Una imagen satelital es un producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial a través de la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste; producto que posteriormente se transite a 30 estaciones terrestres para su visualización, procesamiento y análisis. Existen diferentes tipos de imágenes satelitales, dependiendo del tipo de sensor. Desde las primeras cámaras fotográficas montadas en satélites en la década de los 60 hasta los más sofisticados y sensibles sensores híper espectrales. Existe una amplia gama de tipos de imágenes satelitales que hoy se utilizan en las diversas áreas dependiendo de su resolución espacial así como de su información espacial espectral que posee, desde el espionaje militar, el monitoreo del cambio climático, monitoreo de incendios e inundaciones, seguimiento de huracanes y tifones, evaluaciones multiespectrales de vegetación etc (ESRI, 2014).

La información de la radiación solar reflejada o emitida por la superficie terrestre es capturada por el sensor en formato digital. Las imágenes se componen de una matriz regular o rejilla de celdas o píxeles. El valor numérico de cada píxel se define en cada función de la radiancia recibida por el sensor para esa porción de superficie, el cual se denomina nivel digital (ND). Una imagen se forma por determinada banda según la energía recibida en longitudes de ondas específicas del espectro electromagnético (ESRI, 2014).

## 8.9 PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES

El pre procesamiento de imágenes satelitales, consiste en hacer las correcciones de las imágenes, con el fin de eliminar cualquier anomalía detectada en la imagen, ya sea en su localización o radiometría de los píxeles que lo componen. Cualquier imagen adquirida por un sensor remoto presenta una serie de alteraciones radiométricas y geométricas debidas a muy variados factores en el caso concreto de las imágenes espaciales, las deformaciones más frecuentes pueden agruparse en cuatro grupos:

- Distorsiones originadas por la plataforma.
- Distorsiones provocadas por la rotación terrestre.
- Distorsiones por el sensor.
- Distorsiones provocadas por la atmosfera.

Estas distorsiones, deben ser comprendidas para procesar los datos adecuadamente para posteriores análisis e interpretaciones. Consecuentemente la radiancia registrada por el sensor no es una representación exacta de la radiancia afectivamente reflejada por las coberturas. Esto significa que la imagen adquirida en 31 formato numérico presenta una serie de anomalías con respecto a la escena real detectada. Estas anomalías están en la localización de los pixeles que componen la matriz de datos. Las operaciones de corrección pretenden minimizar estas alteraciones. Como producto se obtiene una imagen corregida que es lo más próximo posible, geométrica y radiométricamente, a la verdadera energía radiante y características espaciales del área de estudio **(EMILIO, 2003)**.

#### **8.10 CORRECCIONES GEOMETRICAS – GEORREFERENCIACION**

La corrección geométrica es la modificación de la geometría de la imagen respecto de la geometría de la superficie terrestre. La georreferenciación es su adaptación a un sistema Geodésico de referencia (ED50 o ETRF89) y una proyección geográfica determinada (UTM Universal Transverse Mercator).

Los procesamientos matemáticos que resuelven este problema y las metodologías usadas para su implementación, mediante algoritmos en las aplicaciones informáticas de teledetección son muy variados **(EMILIO, 2003)**.

#### **8.11 ASPECTOS GENERALES DE LA CORRECCION GEOMETRICA**

Determinar el “Modelo Geométrico” de la deformación de la imagen, es decir, el establecimiento de las relaciones matemáticas que ligan las coordenadas de un punto de la imagen (Línea, Columna), con las coordenadas terrestres (Latitud, longitud y eventualmente altitud) del punto correspondiente **(CASIL, 2000)**.

Aplicar el re muestreo de la imagen: “es la creación” de la imagen corregida, lo cual supone realizar una interpolación radiométrica, para determinar el valor numérico a asignar a cada pixel de la imagen.

La corrección geométrica de las imágenes satélite puede abordarse de acuerdo a dos procedimientos.

El primero, denominado corrección orbital, se pretende modelar aquellas fuentes de error geométrico conocidas, a partir de aplicar transformaciones inversas a las que realiza el sensor en el momento de la adquisición. Para ellos es preciso disponer, con bastante precisión, de las características orbitales de la plataforma y de las especificaciones del sensor (CASIL, 2000).

Gracias a ellas se pueden corregir errores sistemáticos, como son los derivados de la rotación o curvatura terrestre y de la inclinación de la órbita.

El segundo enfoque resulta más empírico. Se trata de modelar el error geométrico a partir de una serie de puntos de coordenadas conocidas, que se denominan punto de control, en este caso el error se modela inductivamente, ya que en las funciones de transformación se incluyen simultáneamente todas las fuentes de error, 32 asumiendo como es lógico, que esos puntos sean suficientemente representativos de la deformación geométrica que tiene la imagen (CASIL, 2000).

El “Re muestreo” de la imagen, existen tres métodos para realizar la interpolación radiométrica.

**8.11.1 Interpolación por el vecino más próximo:** La solución más inmediata, asignarle el valor del pixel cuyo centro queda más próximo a nuestro punto, se llama método del vecino más próximo.

Este procedimiento no altera los ND de la imagen original, solamente los traslada (Se conserva los valores radiométricos originales de los pixeles) (CASIL, 2000).

**8.11.2 Interpolación bilineal:** Consiste en realizar tres interpolaciones lineales sucesivas entre los valores de los cuatro pixeles cuyos centros rodea a nuestro punto. La interpolación bilineal asigna --a la celda corregida la media ponderada de los ND correspondiente a las cuatro posiciones más cercanas a la imagen transformada (CASIL, 2000).

**8.11.3 Interpolación Bi Cubica:** Es una aproximación de la fórmula de Shannon, que utiliza los valores del entorno de los 4x4 pixeles más próximos. Se interpola horizontalmente en cada una de las 4 líneas con el polinomio del tercer grado que pasa por los cuatro puntos conocidos, y luego se interpola verticalmente con el polinomio de tercer grado que pasa por esos cuatro puntos calculados. La fórmula, es una simplificada, resulta ser una “consolución” o combinación lineal

entre los 16 valores del entorno, cuyos coeficientes se calculan según las distancias en vertical y horizontal a los bordes de la cuadrícula.

La calidad visual obtenida es muy alta, y el algoritmo es fácilmente implementable, por lo que este es el método de interpolación más utilizada para imágenes que se vayan a interpretar visualmente.

Futuro de las correcciones geométricas pre visiblemente, en un futuro no muy lejano y gracias a los sistemas de posicionamiento por satélite (tipo GPS) y a la mayor exactitud de los giróscopos, la precisión en la determinación de los parámetros orbitales durante la toma, será suficiente para una modelización física “exacta” de la geometría de la imagen, sin necesidad teórica de puntos de control (CASIL, 2000).

**8.11.4 Correcciones Radiométricas:** Una vez que la radiación electromagnética es generada y se propaga, interactúa con la atmósfera afectando a la radiación en su longitud de onda, 33 intensidades, distribución espectral y/o su dirección. Hay dos tipos de efectos que produce la atmósfera: absorción y dispersión. El ruido introducido por la atmósfera tiene efectos importantes en la teledetección y su remoción es necesaria.

Las correcciones radiométricas buscan mejorar la precisión de las medidas de reflectancia, apunta a eliminar ruidos en los ND (Niveles Digitales) de la imagen compensando las diferencias en los valores de radiancia y la conversión de los ND a valores de radiancia y reflectancia, utilizando modelos de la atmósfera y las geometrías de iluminación/observación.

El objetivo general de las correcciones atmosféricas es convertir los valores obtenidos por el sensor remoto en valores de reflectancia en superficie, que es la magnitud física de interés. Estos valores son necesarios cuando se utilizan datos satelitales para el análisis cuantitativo de las propiedades biofísicas de los elementos de la superficie terrestre, identificar y evaluar los procesos que en ella ocurren mediante la comparación de diferentes escenas en estudios temporales y cuando se deriven índices a partir de bandas ubicadas en diferentes regiones del espectro electromagnético (**Díaz García, 2015**).

## **8.12 INDICES DE VEGETACIÓN NORMALIZADO**

Los índices de vegetación son medidas cuantitativas, basadas en los valores digitales, que tienden a medir la biomasa o vigor vegetal. Usualmente el índice de vegetación es una combinación de las

bandas espectrales, siendo el producto de varios valores espectrales que son sumados, divididos, o multiplicados en una forma diseñada para producir un simple valor que indique la cantidad o vigor de vegetación dentro de un píxel. **(Díaz García, 2015)**

Permitiéndonos estimar y evaluar el estado de salud de la vegetación, en base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan. **(Díaz García, 2015)**

Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable. Existe una variedad de índices de vegetación que han sido desarrollados para ayudar en el monitoreo de la vegetación. La mayoría de estos índices están basados en las interacciones diferentes entre la vegetación y la energía electromagnética de las bandas del espectro rojo e infrarrojo. **(Díaz García, 2015)**

### **8.13 NDVI (ÍNDICE NORMALIZADO DIFERENCIAL DE VEGETACIÓN)**

El índice de vegetación más conocido y usado es el Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI Normalized Difference Vegetation Index). Este índice fue introducido con el objetivo de separar la vegetación del brillo que produce el suelo. **(Díaz García, 2015)**

Este índice se basa en el peculiar comportamiento radiométrico de la vegetación, relacionado con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permitiendo determinar la vigorosidad de la planta.

Los valores del NDVI están en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en diversas partes del espectro electromagnético. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR). **(Díaz García, 2015)**

Mientras que en el visible los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, en el NIR, las paredes de las células de las hojas, que se encuentran llenas de agua, reflejan la mayor cantidad de energía. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares por lo que la reflectividad disminuye el NIR y aumenta paralelamente en el rojo al tener menor absorción clorofílica. Esta diferencia en la respuesta espectral permite separar con relativa facilidad la vegetación sana de otras cubiertas. **(Díaz García, 2015)**



El cálculo del NDVI implica el uso de una simple fórmula con dos bandas, el Infrarrojo Cercano (NIR) y el rojo (RED).

$$NDVI = \frac{NR - GREEN}{NR * GREEN}$$

Donde NIR es la reflectancia espectral del canal infrarrojo cercano y RED representa la reflectancia en el canal rojo del visible. Esta fórmula indica que existe una relación inversa entre el valor de reflectancia de estas bandas, por lo que es posible su uso para discriminación de cubiertas vegetales. **(Díaz García, 2015)**

Los valores de este índice fluctúan entre -1 y 1. Diversos estudios y publicaciones señalan que valores por encima de 0.1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores. **(Díaz García, 2015)**

### **8.13.1 Generalidades del índice de la diferencia de la vegetación normalizada**

El NDVI usa información de reflejo de dos regiones espectrales; región de luz visible y región de infrarrojo cercano. La condición de la vegetación influye la interacción de estas dos regiones espectrales y la vegetación. Así el NDVI da información sobre la condición de la vegetación. El NDVI tiene un valor entre -1 y +1, él puede visualizar el NDVI y observar su anomalía. Selecciona la variable de interés en el menú >análisis. En el menú >región se puede seleccionar la región de interés.

**8.13.1.1 Observado:** El NDVI observado tiene un valore entre -1 y +1 y está calculado mensualmente. Cuando el NDVI está cerca de +1 indica abundancia de la vegetación. Por ejemplo, un área de bosque resulta un NDVI más cercano a +1 en comparación con un valor cero (0) para el desierto.

**8.13.1.2 Anomalía:** La anomalía del NDVI indica la desviación del NDVI comparado con el promedio. Valores positivos indican que el NDVI es mayor que lo normal en este mes y lugar. Valores negativos indican que el NDVI es menor a lo esperado normalmente (ESRI, 2014).

#### **8.14 GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE)**

Éste es, una variante del NDVI que utiliza la banda del verde en lugar de la del rojo.

Su fórmula es la siguiente:

$$GNDVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR * GREEN}$$

Este índice se ha mostrado muy útil para estimar el rendimiento del cultivo de arroz inundado, en el que se dispone de parcelas fertilizadas con purín porcino y nitrógeno mineral a distintas dosis (Uso de imágenes aéreas multiespectrales para estimación del rendimiento en cultivo de arroz b. Moreno-García, M. Guillén, M.A. Casterad, D. Quílez) dando coeficientes de determinación bastante elevados. **(Díaz García, 2015)**

#### **8.15 LANDSAT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE)**

El satélite Landsat 8 fue lanzado el 11 de febrero del 2013, es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, negocios, la ciencia y también en el ámbito estatal. Es un satélite más completo con respecto a su antecesor, LANDSAT 7, con sus funciones mejoradas para monitorizar la calidad del agua y nubes atmosféricas altas.

Es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, los negocios, la ciencia y también en el ámbito estatal. Es un satélite más completo respecto a su antecesor, LANDSAT-7, con sus funciones mejoradas para monitorizar la calidad del agua y nubes atmosféricas altas. **(GEOCENTO, 2018)**

### 8.16 CUADRO DE LAS DIFERENTES BANDAS ESPECTRALES

BANDAS ESPECTRALES	COLOR	RESOLUCION ESPACIAL (PIXEL)	LONGITUD DE ONDA ( $\mu\text{m}$ )
1	Azul	30 m	450 - 510
2	Verde	30 m	530 – 590
3	Rojo	30 m	640 - 670
4	Infrarrojo Próximo	30 m	850 – 880
5	Infrarrojo Próximo	30 m	850 – 880
8	Pancromática	15 m	500 - 680
9	Cirrus	30 m	1360 – 1380
<b>Altitud de Órbita</b>	705km		

### 8.17 LA MISIÓN LANDSAT 8

Captación y almacenaje de datos prácticamente interrumpidos en el tiempo (más de 40 años) y para todas las partes emergidas de la tierra.

Entre +200 satélites y + 500 sensores, probablemente la misión más completa observación de la tierra a nivel temporal y geográfico, una más que interesante resolución espectral, una y una razonable resolución temporal y calidad radiométrica.

Este satélite contiene dos sensores del Sensor Operacional de imágenes de tierra (OLI) y un sensor Infrarrojo Térmico.

**8.17.1 OLI** está formado por 9 bandas espectrales que van desde lo visible pasando por los infrarrojos hasta el espectro de radiación de bajas ondas (GEOCENTO, 2018).

**8.17.2 TIRS** está compuesto por dos bandas espectrales, las cuales detectan infrarrojos térmicos, una herramienta imprescindible para medir la temperatura de la superficie de la Tierra. (GEOCENTO, 2018).

### 8.18 ÍNDICES DE VEGETACIÓN

Los índices de vegetación, o índices verdes, son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen.

El desarrollo de estos índices obedeció a la observación de la consistencia de la respuesta a la reflectancia de la luz roja e infrarroja de la vegetación verde: a mayor cantidad de clorofila, mayor absorción de la luz incidente roja; a mayor volumen foliar, mayor reflectancia de la luz infrarroja cercana. Considerando que pueden existir otras coberturas con alta reflectancia en el infrarrojo, u otras con alta absorción en el rojo, el empleo de una sola banda puede conducir a errores. Sin embargo, solo la vegetación viva produce invariablemente ambas respuestas, de modo que si se calcula el cociente de la reflectancia infrarroja por la roja, o su diferencia, como la primera siempre aumenta conforme la segunda disminuye, el cociente (o diferencia) será mayor cuantas más vegetación haya, por el efecto aditivo que una mayor abundancia de vegetación produce (**Díaz García, 2015**).

#### **8.18.1 Composición y Aplicaciones:**

La observación remota de las cubiertas vegetales puede apoyarse en el gran contraste cromático que presenta la vegetación vigorosa entre las distintas bandas del espectro, y singularmente entre la visible (alta absorción, baja reflectividad) y el NIR (baja absorción, alta reflectividad).

Este comportamiento espectral teórico de las coberturas vegetales ha sido la base para obtener una serie de índices de vegetación, que se basan precisamente en el contraste entre las bandas R y NIR del espectro. Se construyen a partir de la combinación de esas dos bandas, cuando disponemos de una imagen multiespectrales, muy variados en su desarrollo, todos ellos tienden a presentar en forma más nítida las características de vegetación, facilitando su aislamiento de otras coberturas y la detección de su estado vital (**Cordero, 2000**).

Los índices de vegetación se aplican en análisis Cualitativos o cuantitativos empleados cualitativamente, permiten determinar rápidamente el estado relativo de la vegetación en la zona. Como una gran variedad de factores afecta directamente la producción de biomasa, los índices pueden emplearse para determinar la influencia de dichos factores en una zona o momento. Así como pueden hacerse para determinar el efecto sobre la biomasa de sequías, anegamientos, incendios, desmontes, granizo, plagas o deficiencias nutricionales (**Cordero, 2000**).

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1 Área de estudio

Este proyecto se llevará a cabo en la parroquia de Mulaló Del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi.

Descargar imágenes satelitales Landsat 8 de la página de [www.earthexplorer.com](http://www.earthexplorer.com).

### 9.2 MULALÓ

Mulaló es una de las 10 parroquias rurales del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, se ubica a 19 Km al norte de la ciudad de Latacunga.

### 9.3 COORDENADAS GEOGRAFICAS DE MULALÓ

<b>CENTRO PARROQUIAL</b>	
<b>LONGITUD</b>	-78.5833
<b>ALTITUD</b>	3.000 m.s.n.m.
<b>LATITUD</b>	0°46'58,8"S78°34'01.2"W
<b>SUPERFICIE</b>	436 Kilometros cuadrados
<b>LIMITES</b>	
<b>NORTE</b>	Mejía
<b>SUR</b>	Jose Guango Bajo y Aláquez
<b>ESTE</b>	Provincia del Napo
<b>OESTE</b>	Parroquias de Pastocalle



*Ilustración 5*

*Mapa de la ubicación de Mulaló, información extraída de google Maps.*

## 10. MÉTODOS

Para el presente proyecto se utilizó métodos de investigación de tipo descriptivo porque logro obtener las imágenes LANDSAT, método comparativo y analógico partiendo de datos y formulaciones que se llevaron a cabo para la obtención de las tablas, el método inductivo basado en la experiencia partición de los hechos que posibilito en gran medida la generalización y un razonamiento globalizado y una metodología descriptiva

N°	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Técnica cualitativa	Fotografía Imágenes
2	Observación directa	Libreta de datos
3	Técnica cuantitativa	Registro
4	Técnica de recopilación documental	Cálculos en Excel

## **11. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

### **11.1 Bibliográfica Documental**

Igualmente, este estudio tendrá inherencia con material bibliográfico y documental que servirá de base para el contexto del marco teórico y los resultados obtenidos.

## **12. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **12.1 Descriptiva:**

La investigación es de tipo descriptiva porque consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

### **12.2 No experimental:**

El método de investigación a usarse será la No Experimental, ya que los datos se obtendrán directamente del lugar en estudio sin manipular deliberadamente las variables.

### **12.3 Cualitativa-cuantitativa:**

Recae en lo cualitativo ya que describe sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativa porque recogen datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico básico.

### **12.4 Comparativo:**

Consiste en poner dos o más fenómenos, uno al lado del otro, para establecer sus similitudes y diferencias y de ello sacar conclusiones que definan un problema o que establezcan caminos futuros para mejorar el conocimiento de algo

### **12.5 Inductivo:**

Recae en obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares, parte de la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; y permite llegar a una generalización.

## **13. REALIZACION DEL TRABAJO:**

- Localización del área de estudio ya que esta es utilizada a la hora de estimar la calidad, cantidad de la vegetación del área de estudio.
- Obtención de imágenes Landsat 8 de buena resolución.
- Su cálculo se realiza por medio de los valores de intensidad de radiación de las bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

- La ecuación matemática del Índice De Vegetación Normalizado (NDVI) es:

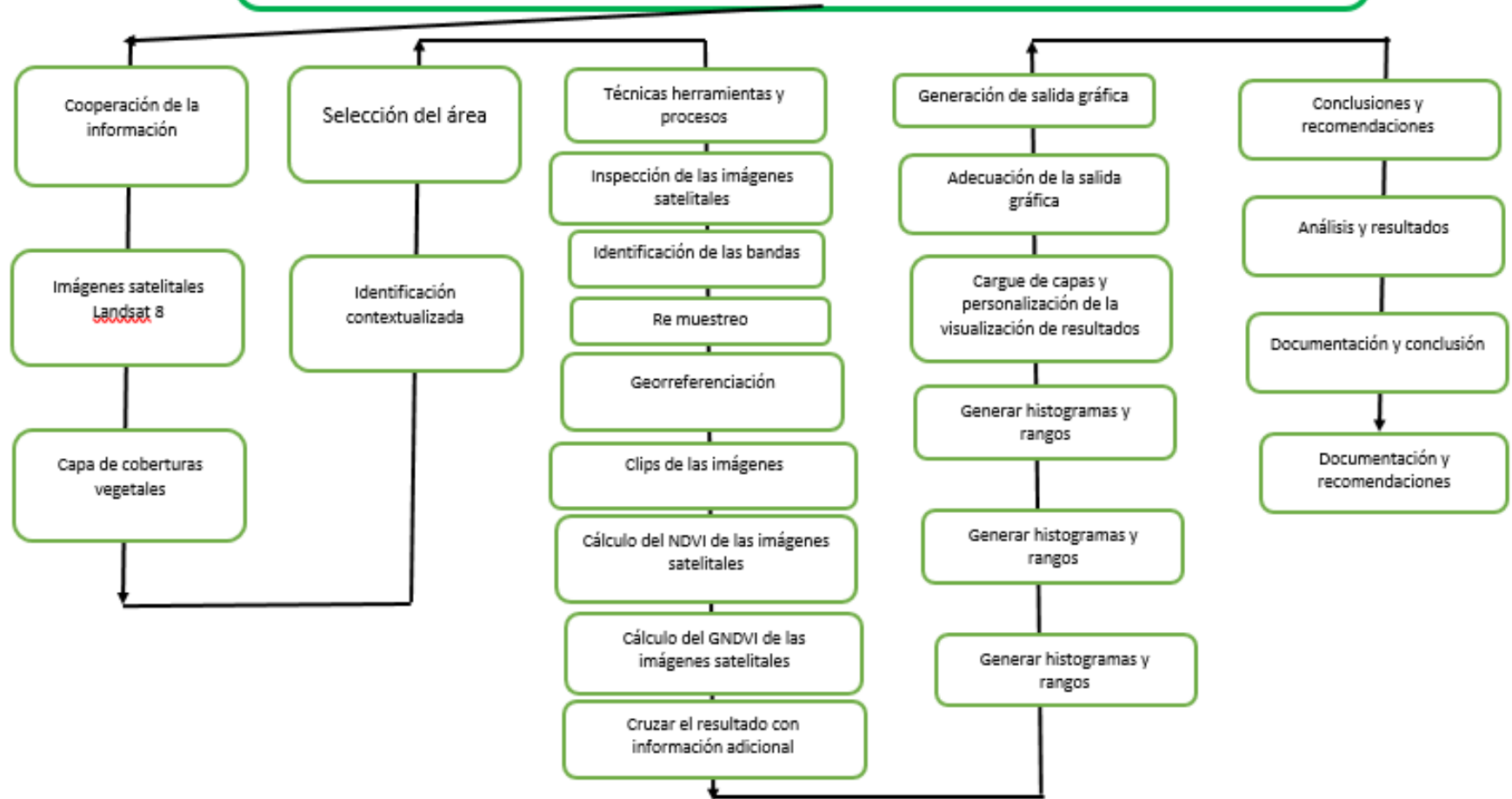
$$\text{NDVI} = (\text{Banda infrarroja cercana} - \text{Banda roja}) / (\text{Banda infrarroja cercana} + \text{Banda roja})$$

- Para la realización de este análisis se necesitará únicamente las bandas de una imagen capturada por un satélite correspondiente a nuestra área de estudio y que comprendan los valores de longitudes de onda de la luz solar visible que absorbe la clorofila desde 0,4 hasta 0,8 micras, y la luz del infrarrojo cercano reflejado por las hojas 0,8 a 1,1 micras.
- Los resultados del cálculo del NDVI generan valores que oscilan entre -1 a 1 para cada pixel de la imagen. Estos valores representan principalmente el valor de la vegetación. A nivel general:
- Los valores negativos corresponden principalmente a las nubes, el agua y la nieve.
- Los valores cercanos a cero corresponden principalmente a rocas y terrenos desnudos o sin vegetación.
- Los valores por debajo de 0,1 corresponden a áreas de rocas, arena o nieve.
- Los valores moderados (0,2 a 0,3) representan terrenos con arbustos y prados.
- Los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

## **14. DIAGRAMA DE FLUJO**



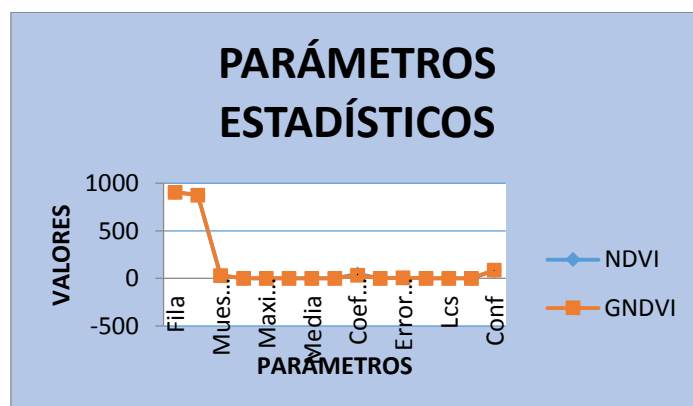
“ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANDSAT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA MULALÓ, LATACUNGA 2017”



## 15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

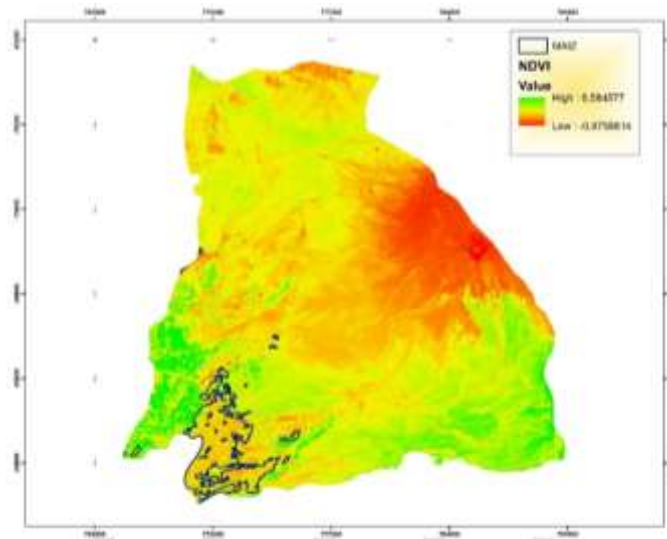
PARÁMETROS ESTADÍSTICOS		
Parámetro	NDVI	GNDVI
Fila	906	906
Columnas	876	876
Muestras	30	30
Mínimo	-0,07	-0,1
Máximo	0,58	0,57
Rango	0,65	0,67
Media	0,19	0,25
Desv. Stan	0,09	0,09
Coef Var	47	36
error Tip	0,02	0,02
Error Mue	8,67	6,59
Tabla T	1,684	1,684
Lcs	0,22	0,28
Lci	0,16	0,22
Conf	83	87

Los resultados obtenidos en los parámetros estadísticos muestran que para el NDVI existe un 83 % de confianza para el modelo matemático utilizado con un 17 % de error, mientras que para el GNDVI tenemos un 87 % de confianza y un 13% de error en el modelo matemático.



*Representación gráfica de los valores obtenidos de los parámetros estadísticos.*

## INDICE DE VEGTACION NORMALIZADO (NDVI)

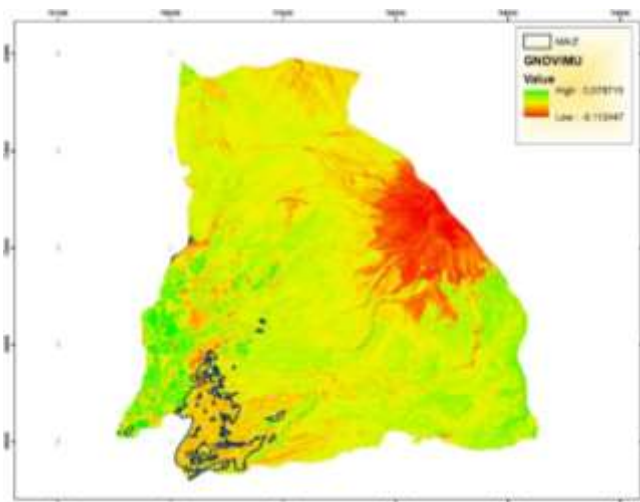


*Ilustración 6*

***Representación gráfica de los resultados obtenidos del índice de vegetación normalizado***

En este mapa podemos observar los resultados obtenidos de la banda del índice de vegetación normalizado que utiliza la banda roja y la banda del infrarrojo cercano, en el mapa se puede visualizar la parte roja que representa terrenos sin cobertura vegetal, suelos desnudos, rocas que son los valores más cercanos a cero (0).

## INDICE DE VEGETACION DIFERENCIADO NORMALIZADO VERDE (GNDVI)

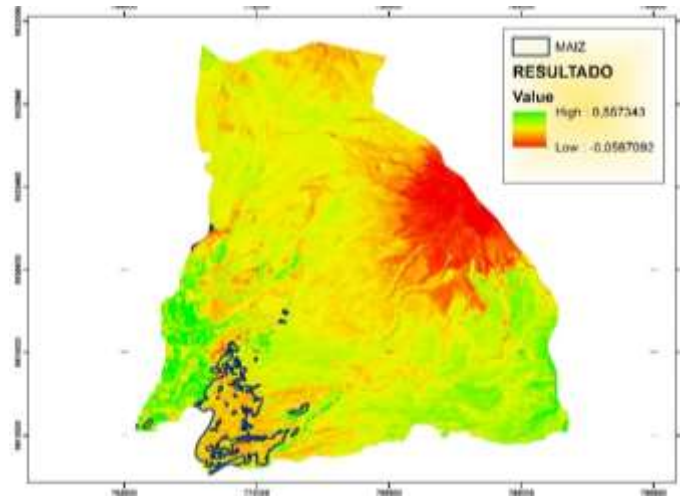


*Ilustración 7*

***Representación gráfica de los resultados obtenidos del índice de vegetación normalizado diferenciado verde.***

Mientras que en este mapa representa el resultado obtenido del índice de vegetación diferenciado normalizado verde que utiliza la banda verde y la banda del infrarrojo cercano, en el mapa podemos observar la parte verde que son los resultados obtenidos de los GNDVI que son los valores que van por encima de cero (0), en el mapa tenemos valores de hasta un 0,5, la parte verde nos indica que en esos lugares existe cobertura vegetal.

### RESULTADOS DE LAS BANDAS NDVI y GNDVI



*Ilustración 8*

*Representación gráfica de los resultados obtenidos del índice de vegetación normalizado y el índice de vegetación diferenciado normalizado verde.*

En este estudio se tomó específicamente los datos reflejados del cultivo del maíz en el sector de Mulaló que podemos identificarlo de color azul en la imagen, la parte verde de la imagen son los cultivos en general que existen en el sector de Mulaló, mientras que la parte roja que refleja en la imagen son todas las zonas que no existe cobertura vegetal y el volcán Cotopaxi que se encuentra dentro del sector.

El índice de vegetación normalizado (NDVI) es un índice normalizado que ha permitido generar una imagen que muestre el verdor (biomasa relativa). Este índice aprovecha el contraste de las características de dos bandas 4 y 5 multiespectrales: las absorciones del pigmento de la clorofila en la banda roja y la alta reflectividad del material de las plantas en la banda cercana al infrarrojo (NIR).

La ecuación del NDVI documentada y utilizada fue la siguiente:  $NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$

En donde: **IR**= valores de pixel de la banda infrarroja. **R**= valores de pixel de la banda roja.

Este índice genera valores entre -1,0 1,0 que básicamente representan el verdor, y donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve, y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo. Los valores muy bajos de NDVI (por debajo de 0,1) corresponden a áreas llenas de roca, arena o nieve. Los valores moderados representan terrenos con arbustos y prados (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

## **16. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)**

### **16.1 SOCIALES:**

Poder observar desde la parte aérea la cosecha de los agricultores le va a favorecer una perspectiva desconocida hasta ahora, pudiendo identificar:

- Patrones que ponen al descubierto todo tipo de incidencias.
- Problemas de riego.
- Variaciones en el tipo de tierra.
- Infestaciones de plagas, malas hierbas que no se ven a nivel del suelo.

Imágenes multiespectrales, capturando datos del espectro infrarrojo además de la visual, que se pueden combinar para crear una imagen de la cosecha que destacan una diferencia entre plantas sanas y enfermas.

Información semanal, diaria e incluso horaria cuya combinación de estas imágenes, nos permitirá crear una especie temporal, permitiendo observar los cambios en la cosecha, revelando áreas problemáticas y las oportunidades que hay para gestionar de mejor manera las cosechas.

En términos generales se puede considerar que la gestión localizada de un cultivo está definida por un ciclo de cuatro fases:

1. Monitorización: Es decir, detección y mapeo de las variables que interesan en cada momento (malas hierbas o presencia de zonas infectadas por hongos).
2. Toma de Decisiones y elaboración del mapa de tratamientos en función del mapa obtenido de la variable de interés (fase denominada también planificación de la actuación que aplicar, como, cuando y donde).
3. Actuación en campo o ejecución del manejo localizado que se ha decidido.

4. Evaluación de la rentabilidad (económica y medioambiental) de las operaciones realizadas en el cultivo para programar acciones el año siguiente. La finalidad de todo esto es la obtención de mayores rendimientos económicos, medioambientales, sociales etc.

#### 17. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Computador	1	1	720,00	720,00
Paquete de Hojas de impresión	1	500	4,00	4,00
Internet	1	1	20,00	20,00
Esferos	2	2	1,50	3,00
GPS	1	1	400,00	400,00
<b>TOTAL</b>				<b>1147,00</b>

#### 18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 18.1 CONCLUSIONES:

- Con la utilización de los NDVI y los GNDVI se determinó el estado fisiológico de los cultivos y los lugares específicos en los que presentaban problemas.
- De acuerdo a los datos obtenidos con las herramientas satelitales se pudo determinar que la cobertura vegetal presente en distintas áreas muestra que no tiene un normal desarrollo o presenta algún daño en su estructura fisiológica.
- Los resultados obtenidos de las diferentes bandas utilizadas muestran que en el caso del INDICE DE VEGETACION NORMALIZADO tienen una confianza del 83% del modelo matemático del cultivo para determinar sus índices de fisiopatías del cultivo, mientras que según el INDICE DE

VEGETACION NORMALIZADO VERDE (GNDVI) nos da una confianza del 87% del modelo matemático con un margen de error del 13 %.

## **18.2 RECOMENDACIONES:**

- Es recomendable utilizar los NDVI y los GNDVI en el campo agrícola ya que gracias a estas herramientas se puede tomar medidas de prevención y control en los lugares exactos que necesiten de asistencia técnica.
- Se recomienda utilizar las imágenes satelitales completamente limpias (libre de nubosidad) para obtener mejor visibilidad de la banda del infrarrojo cercano.
- Es recomendable la utilización de las imágenes LANDSAT 8 pues son imágenes del terreno que se está estudiando o trabajando sin la necesidad de caminar grandes extensiones para llegar al sitio requerido, y en conjunto con las demás herramientas se puede obtener resultados del estado en el que se encuentran los cultivos.

## **19. BIBLIOGRAFÍA:**

- Díaz García, C. J. (Junio 2015 de 2015). Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, 77.
- GEOCENTO. (6 de Enero de 2018). Obtenido de <http://geocento.es/galeria-de-satelites-para-buscar-y-adquirir-imagenes/satelite-imagenes-landsat-8/>
- Pineda, N. (2013). EVALUACION MULTICRITERIO Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA COMO HERRAMIENTAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Universidad Autónoma del Estado de México, 102.
- Pineda, N. (2013). EVALUACION MULTICRITERIO Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA COMO HERRAMIENTAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Universidad Autónoma del Estado de México, 102.

- SAYS, D. (12 de Abril de 2017). MAPING GIS. Recuperado de MAPING GIS:.  
Obtenido de <http://sistemasdeinformaciongeografica911.blogspot.com/2016/09/ndvi-el-indice-diferencial-de.html>
- CASIL, T. (14 de Abril de 2000). Transactions on Geoscience and Remote Sensing. En T. CASIL, Transactions on Geoscience and remote Sensing. pág. 68
- ESRI. (s.f.). NDVI. ArcGis for Desktop,15.

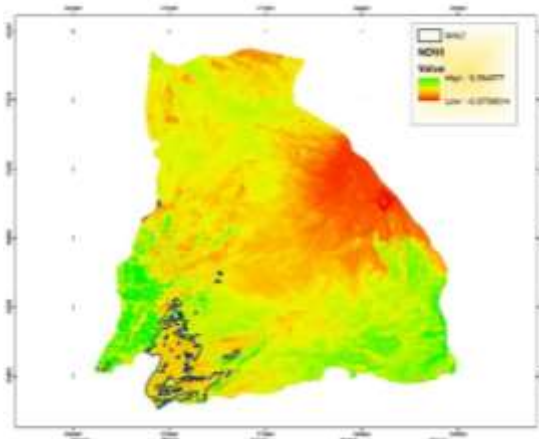
## 20. ANEXOS:



*Ilustración 9*

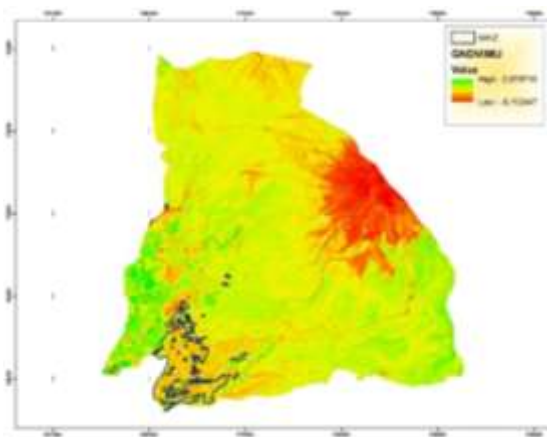
*Mapa de la ubicación de Mulaló, información extraída de google Maps.*





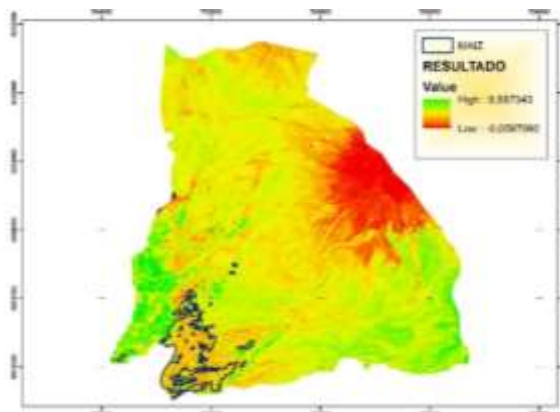
*Ilustración 10*

**Representación gráfica de los NDVI**



*Ilustración 11*

**Representación gráfica de los GNDVI**



*Ilustración 12*

**Resultados obtenidos de las bandas de los NDVI y los GNDVI.**

*AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal certifico que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor: Luis Lautaro Pacheco Gallardo Egresado de la Carrera de Agronomía de la Facultad Académica De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales: cuyo título versa “ANALIZAR LOS NDVI (INDICE DE VEGETACION NORMALIZADOS) CON LOS GNDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DIFERENCIADA NORMALIZADA VERDE) MEDIANTE IMÁGENES LANSADT 8 (SATÉLITE DE OBSERVACIÓN TERRESTRE) EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, LATACUNGA 2018”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 08 de agosto del 2018.

Atentamente,



Lic. José Ignacio Andrade  
C.C: 050310104-0

## **ANEXO 1 HOJA DE VIDA**



## **ANEXO 1 : HOJA DE VIDA**

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Carrera Molina David Santiago

Fecha de nacimiento: 15/07/1982

Cédula de ciudadanía: 0502663180

Estado civil: Casado

Número telefónico: 0981787776

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: david.carrera@utc.edu.ec

### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

TERCER NIVEL: Universidad Técnica de Cotopaxi: Ing. Agronomo.

4TO NIVEL – Maestría en Gestión de la Producción. Ecuador.

### **HISTORIAL PROFESIONAL**

ONG (FEPP) Fondo Ecuatoriano de Progreso.

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Agricultura: Agricultura, Silvicultura y pesca.

## ANEXO 2 HOJA DE VIDA



## ANEXO 2 : HOJA DE VIDA

### INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Nelly Magdalena Deleg Quichimbo

Fecha de nacimiento: 16/02/1984

Cédula de ciudadanía: 0105013999

Estado civil: Soltera

Número telefónico: 0939124396

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: nelly.deleg@utc.edu.ec

### FORMACIÓN ACADÉMICA

TERCER NIVEL: Universidad de Cuenca. Ing. Química. Ecuador.

4TO NIVEL – Máster en Hidrometeorología Aplicada. Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología. Rusia

### HISTORIAL PROFESIONAL.

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Hidrología.

## ANEXO 3 HOJA DE VIDA



## ANEXO 3 : HOJA DE VIDA

### INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Marcela Janine Morillo Acosta

Fecha de nacimiento: 16/01/1986

Cédula de ciudadanía: 171999439-2

Estado civil: Soltera

Número telefónico: 0983999294

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: marcela.morillo@utc.edu.ec

### FORMACIÓN ACADÉMICA

TERCER NIVEL: Universidad Estatal de San Petersburgo, Rusia: Astrónoma

4TO NIVEL – Universidad Estatal de San Petersburgo, Rusia – The Inter Centre for Astronomy and Astrophysics, India: Especialización: Astrofísica Observacional.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Maestría: Ciencias de la Educación Superior

Universidad del Centro de Buenos Aires, Argentina: Diplomado: Diplomado Superior en la enseñanza de la Física.

### HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ciencias Exactas: Física, Matemática y Estadística.

## ANEXO 4 HOJA DE VIDA



## ANEXO 4 : HOJA DE VIDA

### INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Cristian Santiago Jiménez Jácome

Fecha de nacimiento: 05/06/1980

Cédula de ciudadanía: 050194626-3

Estado civil: Casado

Número telefónico: 32723689

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: santiago.jimenez@utc.edu.ec

### FORMACIÓN ACADÉMICA

TERCER NIVEL: Universidad Técnica de Cotopaxi: Ing. Agronomo: Agricultura: Ecuador.

4TO NIVEL – Diplomado: Universidad Tecnológica Equinoccial: Diploma Superior en Investigación y Proyectos: Investigación: Ecuador.

### HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Agricultura-agricultura, silvicultura y pezca. Agricultura.