

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE ÁREAS DEGRADADAS
Y DE RESERVA FORESTAL DEL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ.**

Gabriel Eduardo Mejía Ladino

Wilmer Yair Venegas Zambrano

Trabajo de grado para optar los títulos de:

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director

Andrés Felipe Carvajal Vanegas, Dr.

Luis Raúl Echeverri, MSc. B

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y CIVIL

ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

BOGOTÁ D.C. 2020

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria:

El presente trabajo es dedicado a mi madre, esposa e hijos quienes han sido parte fundamental en mi vida, ellos son quienes me dan la fuerza, el apoyo y el amor para salir siempre adelante

GABRIEL EDUARDO MEJÍA LADINO

Agradezco a Dios quien me guía por el buen camino y siempre me acompaña.

A mi familia por apoyarme en cada una de mis decisiones y estar junto a mí en todos los momentos importantes de mi vida, ya que sin ellos no sería posible lograr tantas satisfacciones.

WILMER YAIR VENEGAS ZAMBRANO

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	2
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	3
2.1. teledetección.....	3
2.2. Sensor modis.....	3
2.3. Tempertura superficial.....	4
2.4. Analisis multitemoral de la temperatura superficial.....	4
2.5. Marco legal.....	5
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Identificación de la zona de estudio.....	8
3.1.1. Características Biofísicas.....	10
1.1. Búsqueda de información secundaria.....	13
1.2. Selección de la zona de estudio.....	14

1.3.	Pre procesamiento De Las Imágenes:.....	15
2.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
2.1.	DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA Y NOCHE, ANÁLISIS GENERAL.....	17
2.1.1.	Numero de datos de temperatura procesados	17
2.1.2.	Temperatura Promedio.	18
2.1.3.	Desviación estándar	19
2.1.4.	Temperatura Máxima y Temperatura Mínima.....	19
2.1.5.	Análisis de varianza paramétrica	20
2.2.	DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA, ANÁLISIS ENTRA GRUPOS DE INTERÉS.....	22
2.2.1.	Numero de datos de temperatura procesados por grupo de interés Día	22
2.2.2.	Temperatura promedio por cada grupo de interés día	23
2.2.3.	Temperatura Máxima y Temperatura Mínima por grupo de interés día.....	24
2.3.	DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA, ANÁLISIS INTER GRUPOS DE INTERÉS	25
	Numero de datos procesados entre grupos de interés día y noche	25
2.3.1.	25
2.3.2.	Análisis de varianza no paramétrica por grupos	27
2.3.3.	Temperatura promedio entre grupos día	28
2.3.4.	Temperatura máxima y temperatura mínima entre grupos día	28

2.4. DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA, ANÁLISIS POR MESES.	30
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
4. BIBLIOGRAFÍA	33

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Localización municipio de Zipaquirá.....	4
Ilustración 2 Zona de estudio.	4
Ilustración 3. Hidrografía de Zipaquirá.....	4
Ilustración 4. Zonas de interés	10
Ilustración 5 (NASA, s.f.)	13
Ilustración 6. Zonas de interés	13
Ilustración 7. Procesamiento de imágenes	15
Ilustración 8. Procesamiento de imágenes	15
Ilustración 9. Procesamiento de imágenes	16
Ilustración 10. Prueba de Kruskal Día.....	21
Ilustración 11. Análisis de varianza no paramétrica Noche.	21
Ilustración 12. Análisis de varianza no paramétrica Día	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 3. Marco Legal..... 5

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	TÉRMINO
SIG	Sistemas de Información Geográfica
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales
IG	Información Geográfica
DMI	Distrito de Manejo Integrado

INTRODUCCIÓN

Las zonas de reserva forestal del municipio de Zipaquirá, vienen enfrentando grandes problemáticas debido a la presión antrópica que genera las actividades agropecuarias y mineras de la región, las cuales afectan directamente la capacidad de regulación hídrica; degradación de suelos y conflictos por uso del suelo a raíz del asentamiento de la población en estas zonas de zona de conservación, los cuales realizan un inadecuado uso de la tierra e impactan los servicios ecosistémicos de la reserva forestal protectora páramo de guargua y laguna verde; los distritos de manejo integrado páramo de guerrero y páramo de guargua y laguna verde y la Zona de reserva forestal de pantano redondo y el nacimiento del Río Susagua(CAR, 2012).

Zipaquirá representa el 38,4% del total del área de reserva forestal en estudio, convirtiéndose en un factor determinante en la región y ahí la importancia de que se caractericen el comportamiento de la temperatura superficial y se analice si variabilidad entre coberturas vegetales conservadas y degradadas, la zona de páramo se ubica en las veredas de Páramo de Guerrero y Ventalarga, y el POT manifiesta que “debe tener un manejo integral de protección ambiental de los recursos naturales que permita la regeneración de la biodiversidad”, predominando tierras de pastos aptas para la agricultura y ganadería, y localizada en zonas de confluencia directa de la cuenca hidrográfica del Río Bogotá, por lo cual estas zonas son consideradas una estrella hidrográfica de importancia estratégica para la economía de la provincia de sabana centro(Zipaquirá, 2003).

Por lo anterior mencionado, se planteó realizar un análisis de la temperatura superficial en áreas de reserva forestal del municipio de Zipaquirá, en base a un análisis estructural del cambio de la temperatura, es así como, a partir de una fase de consolidación de información secundaria, como es la información proporcionada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR, como las capas de cobertura de la tierra del año 2017, áreas de reserva forestal y también información proveniente de fuentes secundarias como el Instituto

Agustín Codazzi –IGAC-, Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC- e imágenes del sensor MODIS, se realiza un análisis del comportamiento de la temperatura superficial entre áreas conservadas contra áreas degradadas por actividades económicas, es así que el resultado de este estudio nos mostrara el comportamiento de la temperatura y como las actividades antrópicas contribuyen notablemente en la variabilidad climática de estas regiones.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variación de la temperatura superficial de zonas degradadas y de reserva forestal del municipio de Zipaquirá.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento de la temperatura superficial en zonas degradadas y de reserva forestal del municipio de Zipaquirá.
- Analizar las diferencias de temperatura superficial de las áreas de estudio.

2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL CONOCIMIENTO

2.1. TELEDETECCIÓN

En el análisis de la temperatura superficial, es importante caracterizar el territorio a partir de la teledetección, la cual consiste en la adquisición de información a pequeña o gran escala, generalmente la teledetección se usa en la utilización de sensores como es el MODIS del satélite terra, esta información se obtiene con el fin de ser analizada y aplicarla a distintos modelos de estudio, para nuestro caso información meteorológica de la temperatura superficial, esta técnica de descarga de imágenes satelitales nos ofrece grandes posibilidades para la realización de progresos en el conocimiento ambiental, esta información depende de los diferentes niveles de resolución espacial, espectral y temporal, también se debe tener un altas competencias técnicas para la interpretación de los datos y el análisis de los resultados obtenidos (Lara et al., 2017).

2.2. SENSOR MODIS

Los productos MODIS se establecen para una secuencia de datos, los cuales inician con una franja y progresan a productos cuadrículados mundiales diarios, en diferentes rangos de tiempo día, cada ocho días, meses y largos tiempos de transformación, los datos obtenidos de este sensor para nuestro estudio es el MOD11A2, el cual tiene estándares de ocho días con una resolución espacial de 1K, los datos obtenidos son generados por el algoritmo LST día / noche a partir de pares de observaciones diurnas y nocturnas en siete MODIS, estos datos se identifican por tener una proyección geográfica de resolución espacial de 0.25 en el modelamiento climático (Lu et al., 2018).

2.3. TEMPERTURA SUPERFICIAL

La temperatura superficial (TLS) es un importante parámetro de la hidrología y meteorología, debido a la integración de diferentes productos de la superficie terrestre y las respectivas interacciones con la atmosfera y la energía, las fluctuaciones que proporciona este tipo de información, nos ayuda a realizar un análisis espacial multitemporal de diferentes coberturas en el territorio(Pérez-Díaz et al., 2017).

2.4. ANALISIS MULTITEMORAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL

Este estudio contempla un análisis de la temperatura superficial, el cual se realizara con información del sensor (MODIS), el cual contiene 36 canales visibles con sensor infrarrojo térmico, este sensor se encuentra dentro del satélite Terra de la NASA, se recolectan imágenes visibles de infrarrojo y produce valores radiométricos LST de manera diaria sobre la superficie terrestre, será la principal fuente de información para este estudio, en el que a partir de la descarga de sus imágenes y el correcto ajuste de sus imágenes se lograra realizar un eficiente análisis de la variabilidad de la temperatura superficial de las coberturas vegetales y degradadas de la zona de reserva forestal del municipio de Zipaquirá(Pérez-Díaz et al., 2017).

En este estudio se realizara un análisis multitemporal, el cual su objetivo es detectar cambios en la temperatura superficial entre varias fechas de referencia, evidenciando la marcada repercusión de la acción humana sobre los recursos naturales, se debe obtener una serie de datos que estén referenciados de acuerdo a la fecha de su origen, y que finalmente tienen que convertirse en un conjunto único de datos (MEHL, 1997).

El análisis del paisaje y la cobertura superficial se analiza en una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisionomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelo, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas de acuerdo con el análisis de métricas del paisaje. Por ello el paisaje está compuesto por

una serie de elementos espaciales (componentes estructural-funcionales) los cuales corresponden a porciones homogéneas de espacio geográfico equiparables a la noción de ecosistema. Los elementos de paisaje por su parte, son el resultado de la interacción de los factores formadores del paisaje (clima, geología, hidrología, suelos, vegetación, fauna, hombre) así como de su variabilidad a través del espacio geográfico, a lo largo del tiempo (Etter, 1191).

Por lo anterior mencionado tenemos que tener en cuenta que se identificara fragmentación del paisaje, el cual es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones. Los fragmentos resultantes difieren del hábitat original en ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado, y en tener efectos de borde. Los efectos de borde son las diferencias que percibimos, por ejemplo, en las orillas de los bosques. Ahí hay cambios en la composición, estructura y función de una franja cercana al borde debido a que el microclima (viento, temperatura y humedad) es distinto. Estas diferencias ocasionan cambios de abundancia en las especies y en sus relaciones ecológicas. Por ejemplo, varios depredadores se mueven por las orillas de los bosques alimentándose de las presas que viven en esa franja. Debido al efecto de borde, el tamaño funcional de los fragmentos resultantes es menor que el de su tamaño real. La principal consecuencia de la fragmentación es el aislamiento de las poblaciones de flora y fauna, en particular de aquellas especies que tienen poca movilidad. Éstas generalmente son las especies pequeñas y que no vuelan. Las poblaciones en los fragmentos aislados tienen mayor riesgo de desaparecer ya que son de menor tamaño y las perturbaciones naturales como incendios, inundaciones o erupciones volcánicas las pueden eliminar. Además, al tener menor número de individuos y estar aisladas, aumentan sus relaciones de parentesco y se reduce su variabilidad genética debido a la consanguinidad (Carlos Morera, 2010).

2.5. MARCO LEGAL

A continuación presentamos el marco legal de este estudio, el cual contiene normatividad ambiental vigente y de Sistemas de Información Geográfica.

Tabla 1. Marco Legal

NORMA	CONTENIDO
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia	Por el medio del cual se reglamenta el Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente. Art. 8 , literal f- considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas. Literal g, considera como el mismo de contaminación, la extinción o disminución de la biodiversidad biológica. Art.9 Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables.
Decreto 2372 de 2010	Reglamentar el sistema Nacional de áreas protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este.
Resolución 1125 de 2015	Adoptar la “Ruta para la declaración de áreas protegidas”, la cual hace parte integral de la presente resolución y se incluye como documento anexo de la misma.
Ley 1930 de 2018	Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
Ley 388 de 1997	El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.
CONPES No. 2834 de 1996, “Política de Bosques”	Brinda respuestas efectivas e integrales que contribuye a proteger y conservar nuestros bosques; a detener y reversar sus procesos de deterioro; a prevenir los impactos negativos generados por las políticas públicas de otros sectores y a asegurar el compromiso de la

NORMA	CONTENIDO
	sociedad civil y del sector privado en la conservación, utilización y aprovechamiento sostenible de los bosques.
Ley 1769 de 2016	Por medio del cual se delimita el Páramo Guerrero y se adoptan otras determinaciones.
Normas ISO 19100 Información geográfica (IG)	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 19101: MODELO DE REFERENCIA • ISO 19105: CONFORMIDAD Y PRUEBAS • ISO 19106 : PERFILES • ISO 19107: MODELO ESPACIAL • ISO 19108: MODELO TEMPORAL • ISO 19110: METODOLOGIA PARA CATALOGACION • ISO 19111: REFERENCIACION POR COORDENADAS • ISO 19112: REFERENCIACION POR INDICADORES GEOGRAFICOS • ISO 19113: PRINCIPIOS DE CALIDAD • ISO 19115: METADATOS • ISO 19116: SERVICIOS DE POSICIONAMIENTO • ISO19120: NORMAS FUNCIONALES • ISO 19121: IMÁGENES Y MATRIZ DE DATOS • ISO 19122: GEOMATICA CALIFICACION Y CERTIFICACION DEL PERSONAL • ISO 19125: ARQUITECTURA COMUN, ACCESO A OBJETOS SIMPLES

Fuente: Adaptado por los autores.

3. METODOLOGÍA

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se localiza en el municipio de Zipaquirá, ubicado en el Departamento de Cundinamarca como se muestra en la Figura 1-1. El municipio posee una extensión aproximada de 197 kilómetros cuadrados y limita al Norte con los municipios de Tausa y Cogua; al Oriente con Nemocón, Gachancipá y Sopó; al Sur con Cajicá y Tabio; al Occidente con Subachoque y Pacho. (Zipaquirá, 2003)(Figura 2).

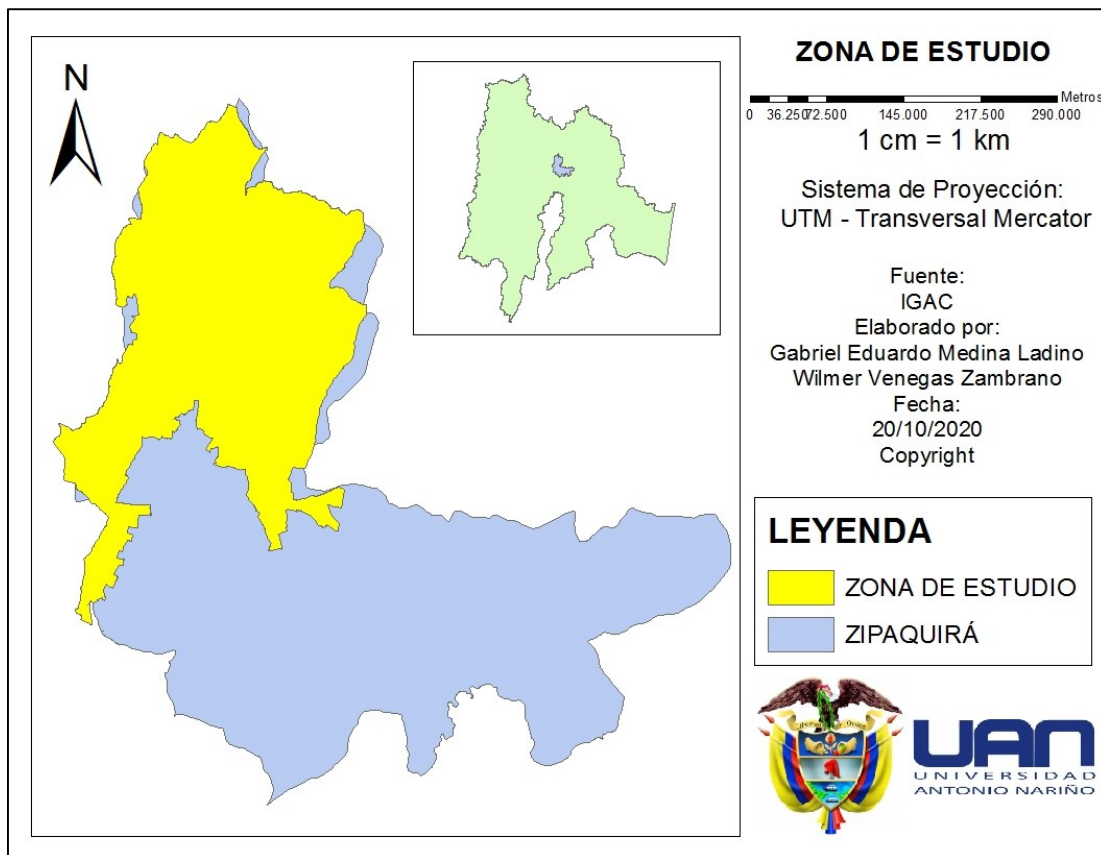


Figura 1. Localización municipio de Zipaquirá.
Fuente: Tomado de IGAC y adaptado por los autores.

El área directa de análisis, se encuentra ubicada en la zona norte del municipio de Zipaquirá, exactamente en la zona de reserva forestal protectora “laguna Pantano Redondo y el Nacimiento del Rio Susagua, Reserva forestal protectora y Distrito de manejo Integrado (DMI) al paramo de Guargua y Laguna Verde y se adoptan otras determinaciones, declarado y el Distrito de Manejo Integrado (DMI) de Paramo de Guerrero, localizado entre las veredas empalizado, Rio frio, Ventalarga, Paramo de Guerrero Oriental y Occidental(Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2006).(Figura 3)

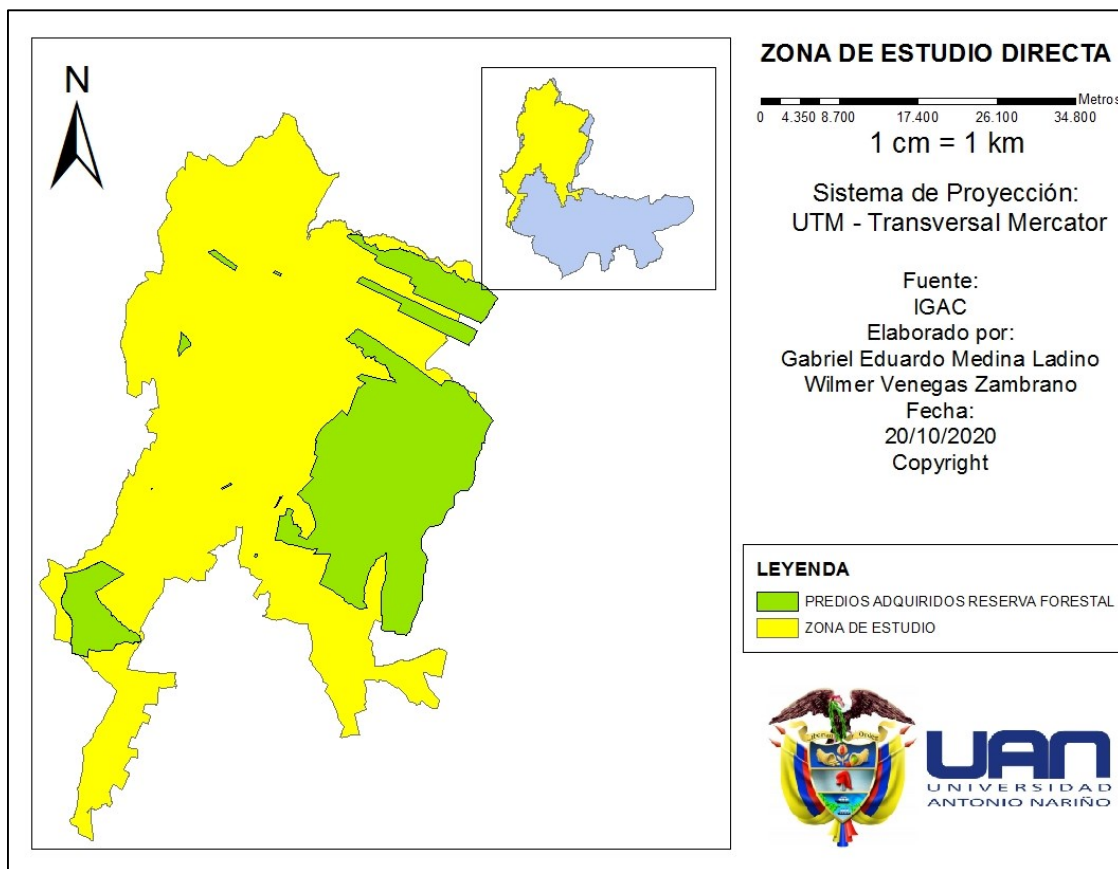


Figura 2 Zona de estudio.

Fuente: Tomado de IGAC y adaptado por los autores.

En el municipio de Zipaquirá al norte de Cundinamarca ,se encuentra localizado un sistema de paramos que se conoce como complejo de Guerrero, que incluye localidades del departamento como Subachoque, Susa, San Cayetano, Pacho, Carmen De Carupa Tausa entre otros, con una altitud entre los 3200 m a los 3780 m sobre el nivel del mar, es allí en donde se centra el objeto de estudio, delimitando dos áreas diferentes dentro de estas zonas declaradas ,una que son las zonas privadas que actualmente ejecutan labores de uso

agropecuario(D) y los predios adquiridos para conservación y determinados como zonas de reserva(R) y donde se realizara el análisis multitemporal de la temperatura superficial (COLPARQUES, s.f.). (Figura 4).

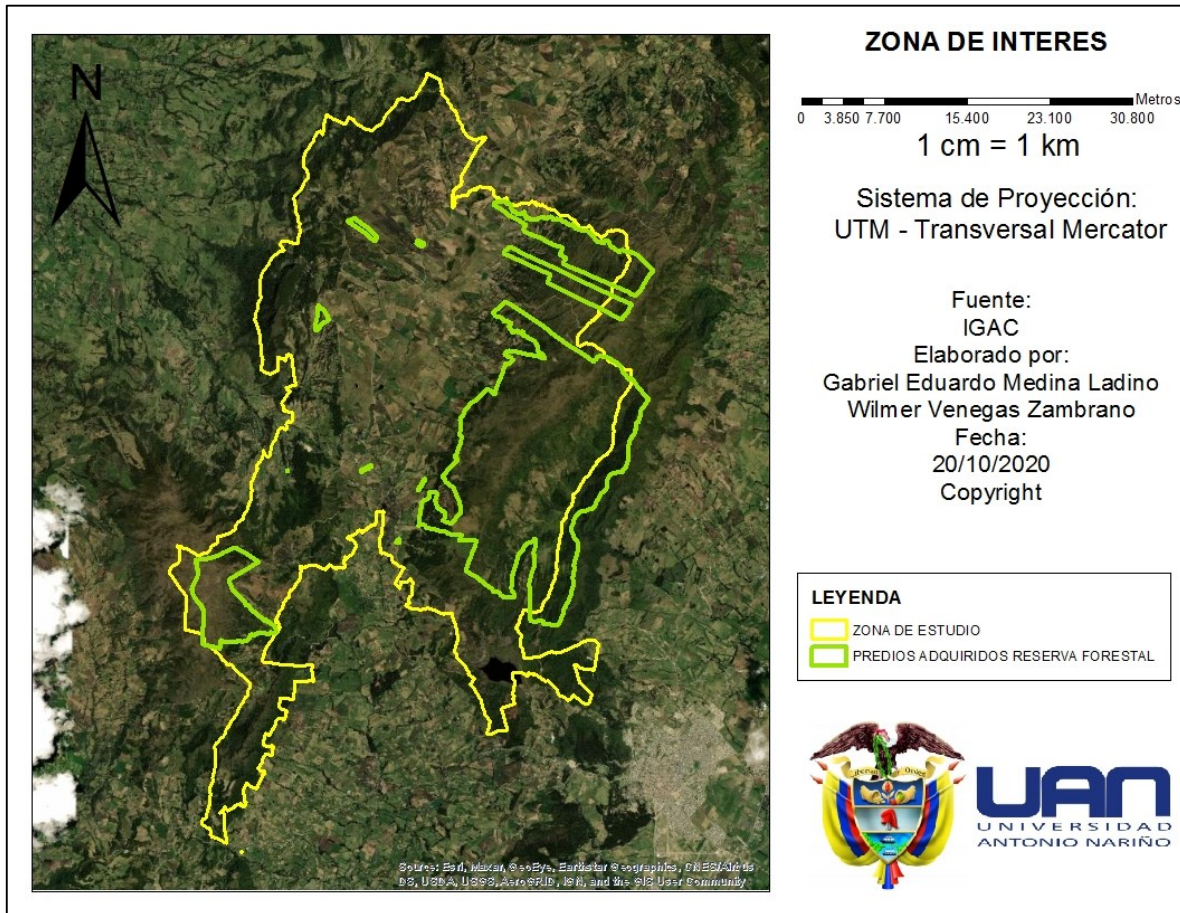


Figura 3. Zonas de interés
Fuente: (Zipaquirá, 2003)

3.1.1. Características Biofísicas

El municipio de Zipaquirá cuenta con suelos de protección ambiental, como lo es la Reserva Forestal Protectora del Pantano Redondo, con una extensión de 1361,2 Hectáreas, también se encuentra las áreas de paramo de Guerrero delimitado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR-, también tenemos una gran cantidad de áreas de bosque protector y rondas hídricas, entre los cuerpos hídricos más representativos tenemos la

Subcuenca del Río Frio; Subcuenca del Río Negro; Subcuenca del Río Susagua; Subcuenca del Río Neusa y entro otros(Zipaquirá, 2016).

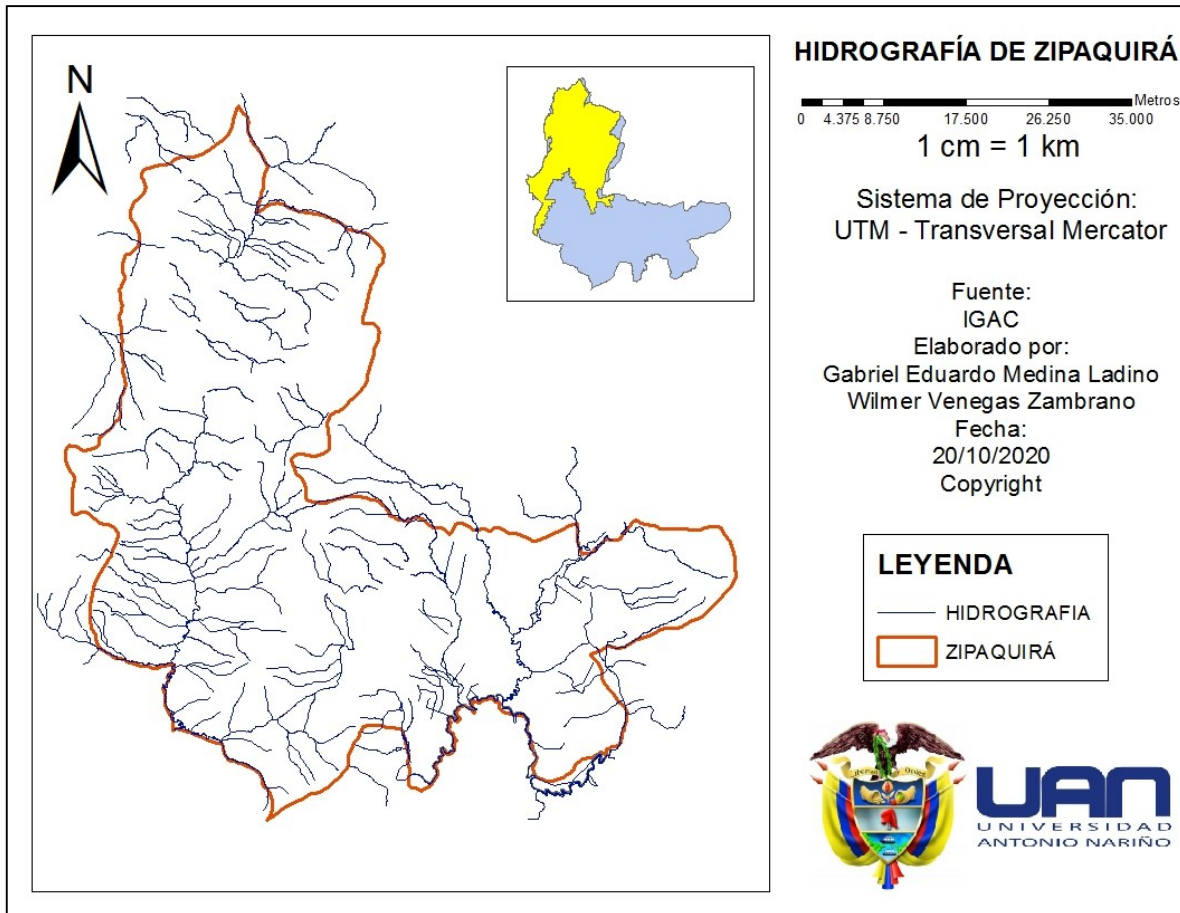


Figura 4. Hidrografía de Zipaquirá

Fuente: (Zipaquirá, 2003)

La estructura ecológica principal del municipio de Zipaquirá, se encuentra un conjunto de elementos bióticos y abióticos, cuyo fin es la conservación y preservación de estos ecosistemas, entre sus principales componentes ambientales se encuentra el área de la reserva forestal protectora del Río Bogotá, contiene una variedad de pisos térmicos que permiten encontrar variados ecosistemas y especies vegetales que tienen gran importancia en la regulación hídrica y ecosistémica de la región, las especies más abundantes son árboles nativos y árboles introducidos, también se caracteriza por contar con los frailejones como lo es la *Espeletia grandiflora* con alturas promedio de 1.40m localizados en la zona de estudio y árboles como el Sauco, chicala, guayacán, sangrado, caucho sabanero, roble, siete

cueros y entre otros árboles nativos. También se encuentra una gran diversidad de fauna, se cuenta con 98 especies de aves, 21 de mamíferos, 7 de reptiles y 8 de anfibios(Zipaquirá, 2016).

La zona de protección comprende una superficie de 2.845Ha, esta zona comprende relictos de ecosistemas de bosque altoandino, subparamo y paramo, su mayor extensión se encuentra en la vereda Páramo de Guerrero, en mediaciones del predio denominado Don Benit(Zipaquirá, 2016)

El área de Paramo de Guerrero originalmente estaba cubierta en un 46% por bosque alto andino y el restante 53.4% por vegetación típica del páramo. El municipio con mayor cantidad de área en el Páramo es Tausa con un 80%, le sigue Cogua con 56%y el 52% del municipio de Zipaquirá está dentro del área(Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2006).

Existen toda una gama de suelos naturales e intervenidos. Los suelos de ladera, con cobertura de gramíneas, son más delgados y lavados por acción de la escorrentía; los suelos de las crestas anticlinales son muy incipientes, delgados y pobres; los suelos de las depresiones tectónicas u sinclinales son húmedos, más desarrollados y con mayor concentración de nutrientes. La acidez promedia de los suelos del Páramo Guerrero es de 4,6; con bajos contenidos de fosforo, nitrógeno y saturación de bases y alta concentración de carbono, principalmente en el horizonte A. Como lo afirma Cortes (1982), reportado en el documento Paramo de Guerrero, los suelos del páramo son poco evolucionados, ricos en materia orgánica, generalmente saturados y varían de superficiales a profundos. Siendo estas zonas altamente susceptibles de deterioro, con presencia de áreas erosionadas y afloramiento rocosos(Zipaquirá, 2016).

1.1. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para evaluar la variación de temperatura de las zonas anteriormente descritas se descargaron las imágenes del Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada MODIS, productos de tierra, Temperatura / Emisividad de la superficie terrestre 8 días L3 Global 1 km, del 01-01-2003 al 31-12-2019, en formato hdf) (NASA, s.f.).(Figura 1)

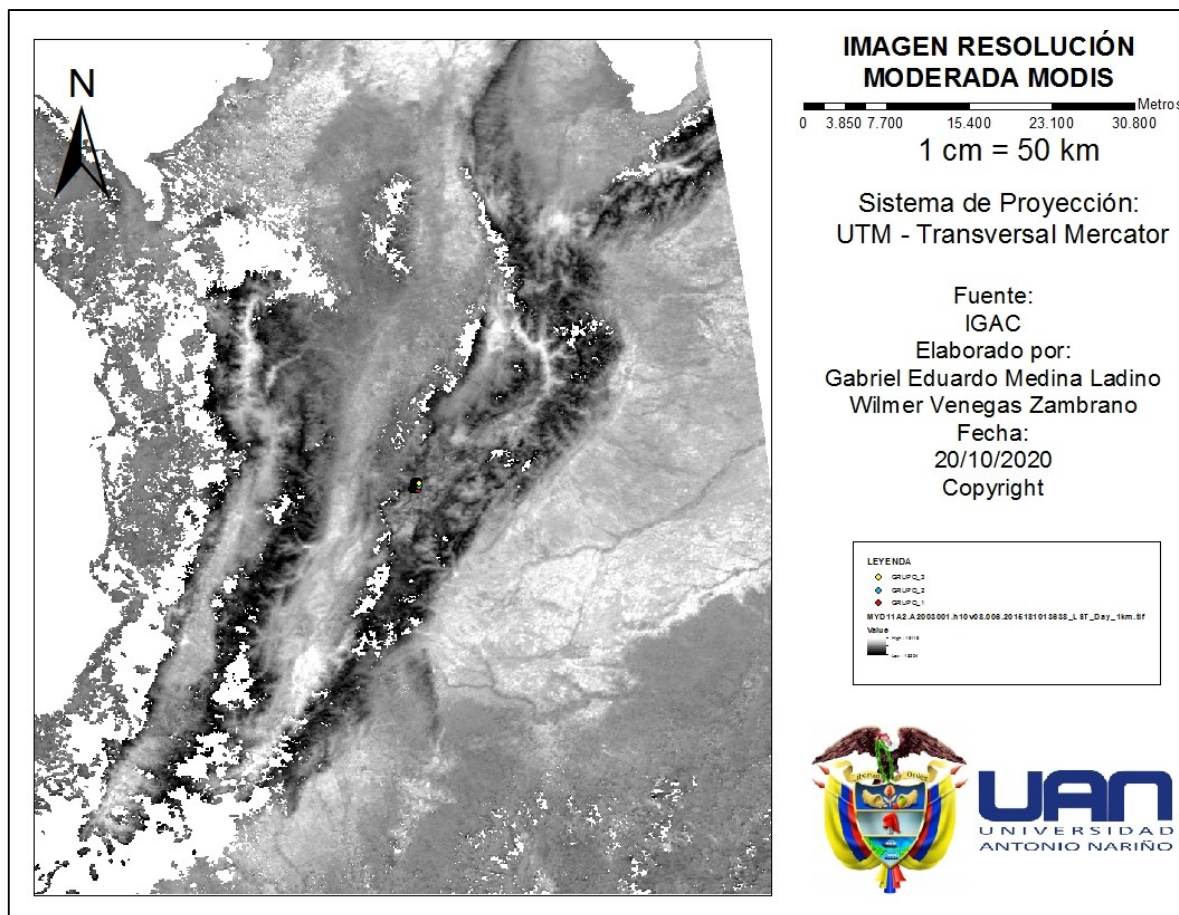


Figura 5. Zonas de interés

Fuente: Imágenes de Resolución Moderada MODIS, ArcMap 10.5

1.2. SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Luego se determinaron tres grupos de puntos de interés, en donde se seleccionaron dos coberturas a analizar, zonas de uso agropecuarios (D) y predios adquiridos en zonas de reserva (R), se tuvo en cuenta que dentro de cada grupo existieran puntos de los dos tipos de cobertura apoyados en el programa ArcMap versión 10.5 de ArcGIS (Figura 6)

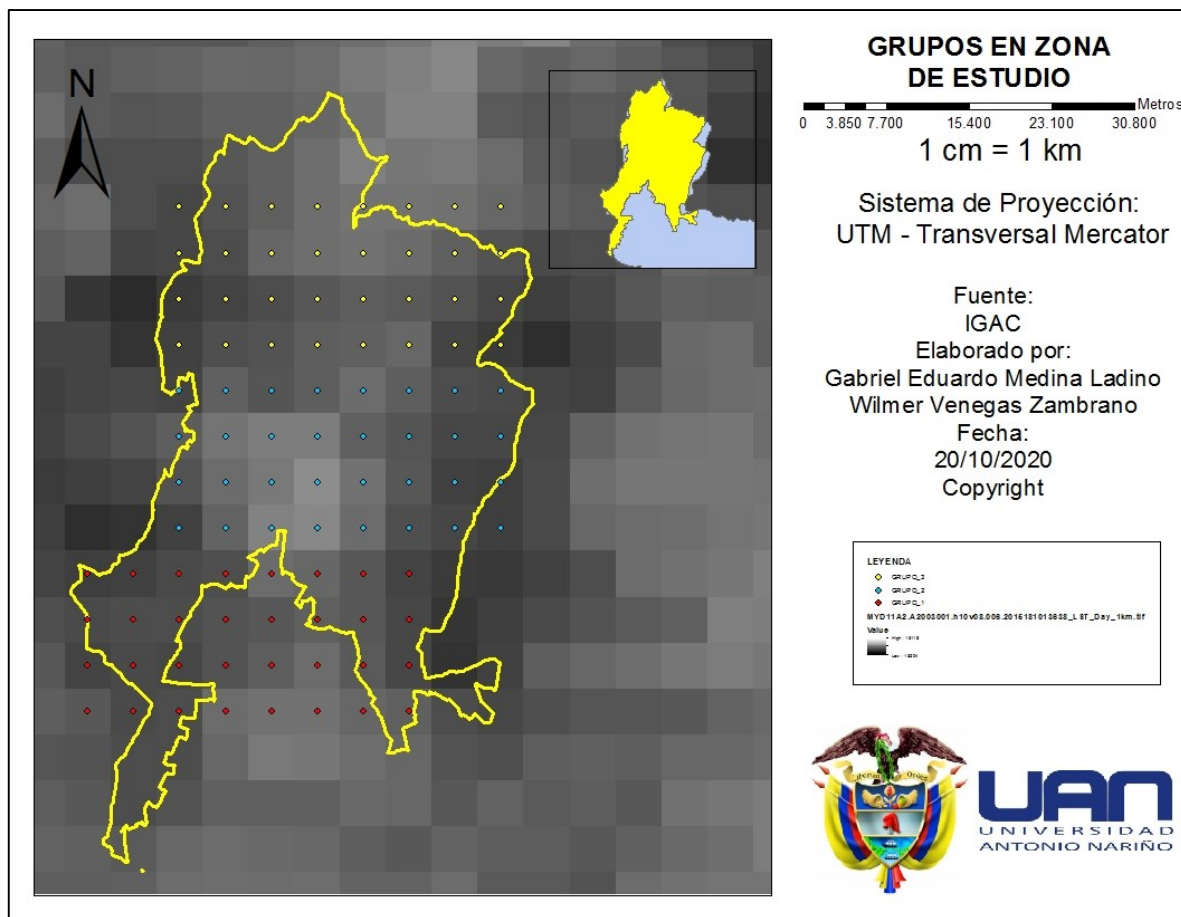


Figura 6. Grupos en Zonas de interés
Fuente: (Zipaquirá, 2003), ArcMap10.5

1.3. PRE PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES:

Después de descargar las imágenes se procedió a extraer las bandas, específicamente la banda 1 y 5 que corresponden a la temperatura del día y la noche respectivamente, utilizando el programa PyCharm, igualmente se hizo el cambio de formato de todas las imágenes del formato HDF al formato TIFF y se realizó la proyección de las imágenes al sistema de coordenadas de referencia EPSG 4326 Coordenadas Geográficas WGS84.(Figura 7) y (figura 8).

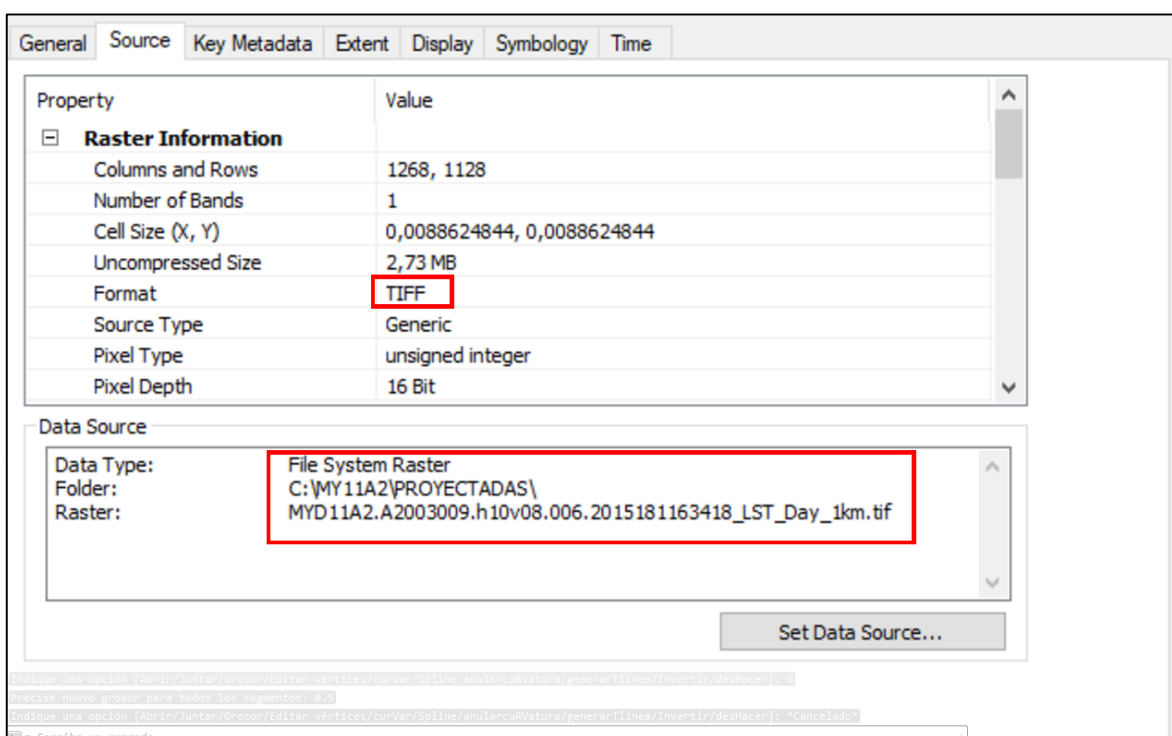


Figura 7. Procesamiento de imágenes

Fuente: Imágenes de Resolución Moderada MODIS, ArcMap 10.5

Por último, se extrajeron los datos de temperatura de superficie cada uno de los puntos de interés de todos los grupos y de cada imagen descargada con un periodo temporal de 8 días desde el 01-01-2003 al 31-12-2019 en formato .XML; basados en esta información se hace el análisis estadístico utilizando el software Infostat, para la descripción del comportamiento multitemporal de la temperatura superficial de los puntos de interés de

las zonas privadas que actualmente ejecutan labores de uso agropecuario(D) y los predios adquiridos para conservación y determinados como zonas de reserva(R) de las áreas declaradas del municipio de Zipaquirá. Ilustración

Fecha	D0	R1	D2	D3	D4	D5	R6	R7	R8	R9	D10	D11	D12	D13	D14	R15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26					
2003-01-01	4,09	3,79	3,99	4,13	4,27	4,39	4,27	4,03	3,83	3,03	2,97	3,39	3,79	4,49	4,47	4,39	3,45	3,15	3,19	3,85	4,25	4,69	4,69	5,01	3,97	3,87	4,31					
2003-01-09	3,87	3,61	3,71	4,23	4,59	4,37	4,33	4,15	3,53	3,29	3,43	4,03	4,35	4,37	4,31	4,19	3,71	3,41	3,55	4,09	4,75	4,77	4,59	4,59	4,25	4,17	4,45					
2003-01-17	3,41	3,43	3,89	4,49	4,83	4,71	4,63	4,63	3,43	3,35	3,89	4,41	4,81	4,71	4,61	4,65	3,77	3,55	3,99	4,41	4,87	4,83	4,81	4,95	4,11	3,75	3,95					
2003-01-25	3,35	3,31	3,89	4,43	4,35	4,41	4,31	4,23	3,25	3,29	3,75	4,35	4,39	4,59	4,49	4,49	3,67	3,59	4,03	4,91	4,89	5,01	5,09	5,31	4,27	4,05	4,35					
2003-02-02	4,77	4,43	4,47	5,03	4,17	4,13	4,37	4,79	4,31	4,11	4,03	4,11	4,17	4,25	4,57	4,93	4,21	4,11	3,97	4,09	4,35	4,47	4,73	5,05	4,37	3,81	3,81					
2003-02-10	3,71	3,25	3,21	3,47	4,17	4,53	3,99	3,47	3,29	3,03	2,93	3,09	4,17	4,45	4,09	3,55	2,91	2,31	2,61	3,31	4,43	4,31	4,21	4,01	3,93	2,67	2,87					
2003-02-18	1,59	1,25	1,49	1,21	1,21	1,21	4,95	5,57	5,53	5,07	1,01	0,81	1,13	1,29	4,73	5,19	5,03	4,93	0,99	0,85	1,33	4,93	4,83	4,77	4,71	5,37	4,73	4,41				
2003-02-26	2,43	2,31	5,91	6,31	6,83	6,91	6,85	6,67	5,83	5,63	5,89	6,41	6,93	6,99	6,89	6,81	5,95	5,87	5,97	6,81	7,19	7,17	6,93	7,09	6,63	6,51	6,56					
2003-03-06	3,91	3,75	3,95	3,25	3,55	3,93	4,11	4,09	3,67	3,43	3,59	3,15	3,57	3,83	4,09	4,17	3,79	3,65	3,73	3,51	3,69	4,15	4,89	4,61	4,57	4,49	3,81					
2003-03-22	3,95	3,77	4,41	5,25	5,71	5,95	6,05	4,83	3,91	3,57	4,23	5,21	6,17	6,55	6,21	5,33	1,09	3,03	4,35	3,43	6,59	6,99	6,69	6,19	0,43	1,39	4,51					
2003-03-30	4,61	4,37	4,27	3,95	4,53	4,73	5,63	5,69	4,33	4,37	4,53	4,69	5,05	4,53	5,53	5,63	4,41	4,39	4,47	4,77	5,17	5,67	5,81	5,99	4,61	4,35	4,67					
2003-04-07	5,15	-0,37	-0,29		0,09						-0,81	-0,45	-0,27														3,29	-0,85				
2003-04-15	-2,43	-2,43	-2,43	1,25	2,89	4,87	5,17	5,05	-1,51	-1,69	-1,89	0,97	3,59	5,11	5,25	5,21	-0,99	-0,99	-0,99	1,97	4,97	5,93	5,89	5,37	0,67	0,67	0,61					
2003-04-23	1,29		-1,55	-1,55	-1,43	1,37	2,31	2,35	0,57	-0,13	-1,05	-1,41	-1,37	1,07	2,91	2,73	0,81	-0,09	-0,55	-0,85	-0,55	0,85	2,95	2,67	0,77	0,27	0,63					
2003-05-01	4,41	4,33	4,39	4,37	3,67	3,67	3,47	2,63	3,25	4,07	4,41	4,91	4,07	4,25	4,03	2,93	3,23	3,95	4,77	4,35	5,27	5,75	5,21	3,37	4,03	2,99	3,45					
2003-05-09	3,69	2,95	3,07	3,07	4,07	5,05	4,43	3,41	4,07	3,63	3,65	4,07	4,73	5,33	4,79	3,61	4,23	3,83	3,73	3,63	4,07	4,83	5,09	4,17	4,43	4,15	4,41					
2003-05-17	3,15	4,11	5,45	6,09	6,27	6,43	6,87	7,03	3,17	4,31	5,75	5,87	5,87	5,93	6,79	7,19	3,61	5,03	6,09	6,05	6,01	6,27	6,99	7,21	4,41	6,29	6,33					
2003-05-25	5,85	5,91	6,01	6,11	6,13	6,15	6,55	6,77	5,83	5,83	5,99	6,07	6,03	6,03	6,97	6,99	5,83	5,81	6,13	6,21	6,25	6,61	7,37	7,31	6,29	6,23	6,15					
2003-06-02	2,43	2,13	2,41	2,27	1,91	2,35	2,49	2,43	2,83	2,21	2,35	2,13	1,95	1,91	2,49	2,39	3,09	2,61	2,47	2,27	2,29	2,51	2,87	2,57	3,45	2,31	2,46					
2003-06-10	2,69	2,25	2,49	2,59	3,01	4,11	5,63	4,47	2,79	2,81	2,25	2,35	3,35	5,01	6,09	5,23	3,13	2,83	2,47	2,61	3,29	5,15	6,11	5,97	5,21	3,49	3,11					
2003-06-18	2,47	2,11	2,23	2,57	2,15	2,17	2,79	2,81	2,01	1,79	1,95	1,87	1,59	1,95	2,45	2,73	1,45	1,23	1,63	1,79	1,29	1,73	2,09	2,39	0,37	0,07	0,15					
2003-06-26	-0,53	3,75	4,91	5,39	5,37	5,17	5,37	5,45	2,39	4,25	5,03	5,41	5,53	5,55	5,49	5,45	4,35	5,11	5,13	5,65	5,91	5,83	5,77	5,85	5,71	5,21	5,25					
2003-07-04	5,41	5,21	5,51	6,33	6,81	7,39	7,25	6,61	5,67	5,27	5,33	5,73	6,81	7,67	7,43	6,97	5,89	5,45	5,17	5,23	7,53	7,67	7,37	7,51	6,83	5,81	5,45					
2003-07-12	-0,33	-3,33	-3,85	-4,09	-4,17			-0,21			-3,85	3,85	-3,85														3,67	3,29	3,41			
2003-07-20	0,55	-0,15	-0,11	-1,17	-1,01	-0,95	-1,27	-0,91	0,03	-0,17	-0,61	-1,53	-1,53	-1,35	-1,27	-1,27												-1,53	-1,31	-1,27	-1,27	-2,63
2003-07-28	2,83	2,65	2,53	2,31	2,21	2,19	2,23	2,29	2,45	2,27	2,15	2,15	2,21	2,25	2,23	2,67	2,57	2,23	2,15	2,17	2,25	2,25	2,25	2,25	-0,45	-0,13	0,05					
2003-08-05	3,43	3,43	3,99	4,31	4,55	5,91	5,83	5,19	3,17	3,33	3,67	3,97	5,05	5,89	5,89	5,51	3,05	3,33	3,59	4,21	5,47	5,91	5,93	5,89	3,41	3,47	3,45					
2003-08-13	4,31	4,23	5,63	4,93	4,59	4,21	6,83	2,21	4,31	4,15	5,39	5,57	5,75	6,57	2,07	2,11	4,13	3,79	5,71	5,71	6,07	6,55	1,79	1,83	4,81	6,19	6,15					
2003-08-21	4,37	4,37	4,95	5,85	5,97	5,83	5,79	5,31	4,47	4,43	4,87	5,77	6,17	6,11	5,75	5,15	4,67	4,55	5,91	6,51	6,49	6,27	6,11	5,47	5,11	5,17						
2003-08-29	2,39	2,09	2,55	2,13	2,17	1,91	2,49	3,15	2,01	1,71	1,91	1,29	1,61	1,57	2,13	2,73	1,35	1,25	0,77	0,57	0,71	0,43	1,37	1,65	-0,65	-0,27	-0,36					
2003-09-06	2,07	2,23	3,07	3,65	3,73	4,19	3,97	3,43	2,23	1,75	2,47	3,33	3,91	4,31	3,97	3,25	2,45	1,79	2,43	4,07	4,75	5,01	4,95	4,65	3,49	2,49	3,41					
2003-09-14	-5,83	-5,77	-5,79	-6,01	-5,79	-5,51	-4,85	-4,99	-5,45	-4,83	-4,23	-4,01	-4,01	-4,49	-4,73	-4,99	-4,75	-4,47	-4,45	-4,41	-4,67	-4,79	-5,05	-4,15	-4,17	-4,31						
2003-09-22	4,39	4,15	4,25	4,55	4,67	4,85	5,05	4,97	3,73	3,51	4,29	4,49	4,59	4,79	4,35	4,57	3,71	3,91	4,33	4,51	4,75	5,01	4,95	4,97	4,27	4,49	4,51					
2003-09-30	4,93	4,87	5,03	5,35	4,97	4,81	5,15	5,65	5,61	5,63	4,99	4,97	5,27	5,77	5,87	5,83	6,01	5,87	5,65	5,93	7,09	8,43	8,03	7,89	7,29	6,75	6,47					

Figura 8. Procesamiento de imágenes
Fuente: Imágenes de Resolución Moderada MODIS, ArcMap 10.5

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En esta parte , con los datos extraídos de las imágenes descargadas del sensor MODIS y con el apoyo del programa estadístico Infostat versión 2020e, se obtuvieron los datos estadísticos, los cuales inicialmente se clasificaron en dos categorías, A) Datos Estadísticos de Temperatura Día y B) Datos Estadísticos de Temperatura Noche ,en donde se centró el primer análisis estadístico de cada una de estas categorías A Y B , posteriormente se realizó un análisis comparativo entre estos dos, de acuerdo a los objetivos planteados para este trabajo.

2.1. DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA Y NOCHE, ANÁLISIS GENERAL

2.1.1. Numero de datos de temperatura procesados

Se procesaron un total de 67489 datos de temperatura del día y 64229 de la noche de los cuales 44350 del día ; 42136 de la noche corresponden a los puntos incluidos en las zonas de uso agropecuarios (D) , 23139 del día ; 22093 de la noche a los puntos a las zonas de reserva(R) .(Figura 9)

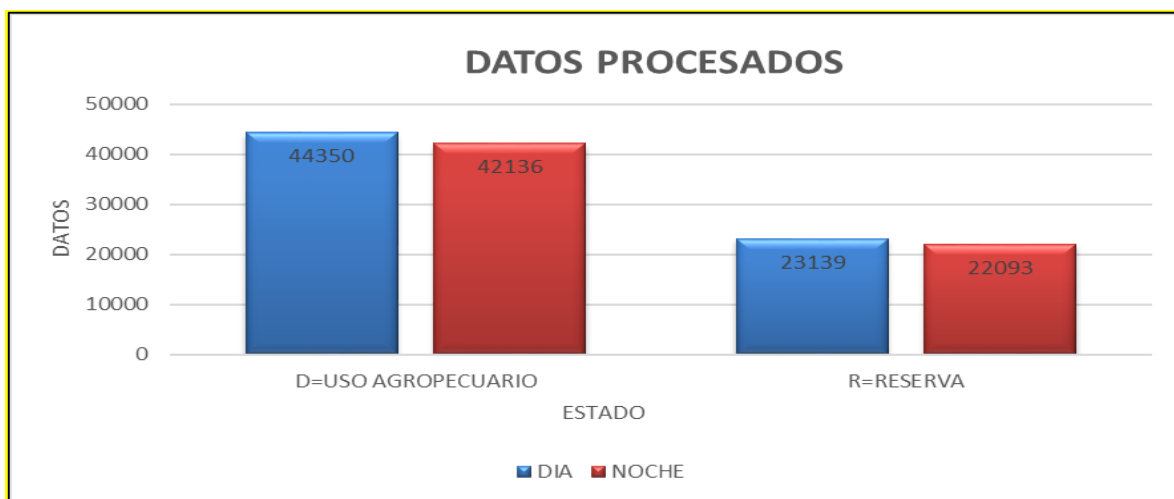


Figura 9. Datos procesados de temperatura Día y Noche.
Fuente: Elaboración Propia.

2.1.2. Temperatura Promedio.

La temperatura promedio diurna y nocturna de los puntos de las zonas de uso agropecuarios (D) en el transcurso de 17 años, del 1 de Enero de 2003 al 31 de diciembre de 2019 es de 12.5 °C en el Día y de 2.8 °c en la noche, la temperatura promedio de los puntos de las zonas de reserva(R) es de 11.8 C° en el día y de 2,4°C en la noche , con una diferencia de la temperatura promedio de 9.7°C y 9.4°C entre el día y la noche respectivamente.(Figura 10)

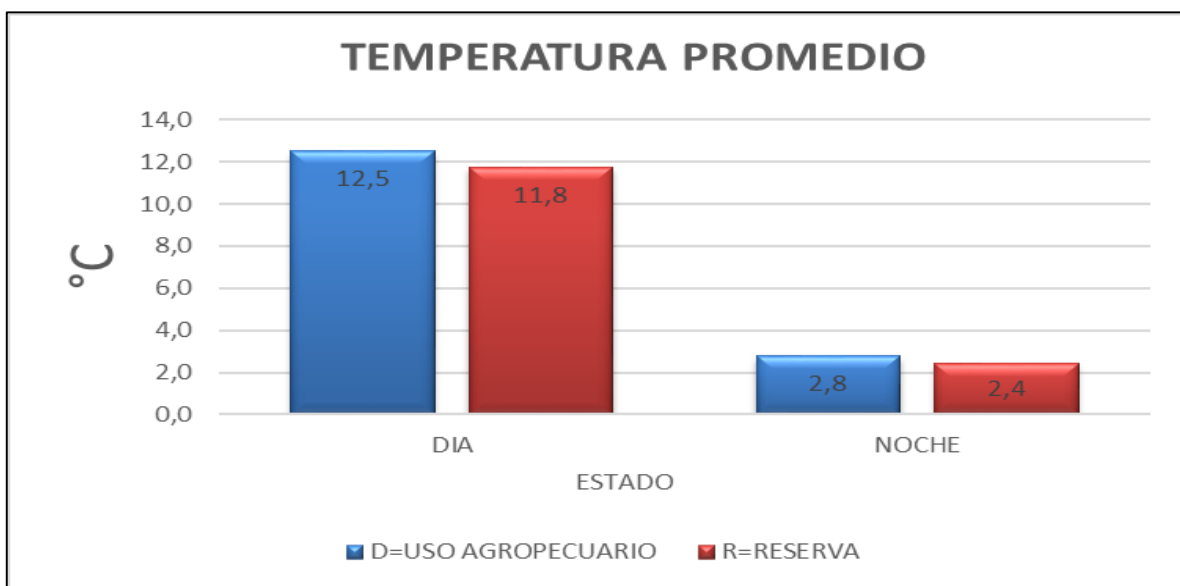


Figura 10. Temperatura promedio Día y Noche.
Fuente: Elaboración Propia.

La diferencia de temperatura promedio entre el día y la noche es un dato importante en las zonas de uso agropecuario, ya que los expertos hacen énfasis en mantener los cultivos con una temperatura estable favoreciendo así el correcto desarrollo con esto mejorando su productividad evitando así pérdida de capitales de inversión por el frío o por calor extrema, para evitar esta situación Hugo Riveros cofundador de Camponectado indica que no controlar y prevenir las consecuencias de la temperatura en los cultivos es uno de los problemas principales de muchos agricultores (CAMPONECTADO, 2019).

2.1.3. Desviación estándar



Figura 11. Diferencia de la desviación estándar Día y Noche.
Fuente: Elaboración Propia.

2.1.4. Temperatura Máxima y Temperatura Mínima

La temperatura, máxima que se registró en de las zonas de uso agropecuarios (D), en el día fue de 40.8 °C y en la noche de 12.6 °C observándose una diferencia significativa de 28.2 °C , de igual manera en las zonas de reserva (R) entre el día y la noche se registró una diferencia de temperaturas máximas de 27.8 °c.

Por otro lado las temperaturas mínimas entre el día y la noche en las zonas de uso agropecuario y las zonas de reserva fueron las mismas, no se registraron diferencias de temperatura mínima.

Se observa también una diferencia de temperaturas entre las zonas de estudio, siendo la temperatura máxima más alta en la zonas de uso agropecuario (D) en el día como en la noche, igual que la temperatura mínima más baja se encuentra en estas zonas.(Figura 12).

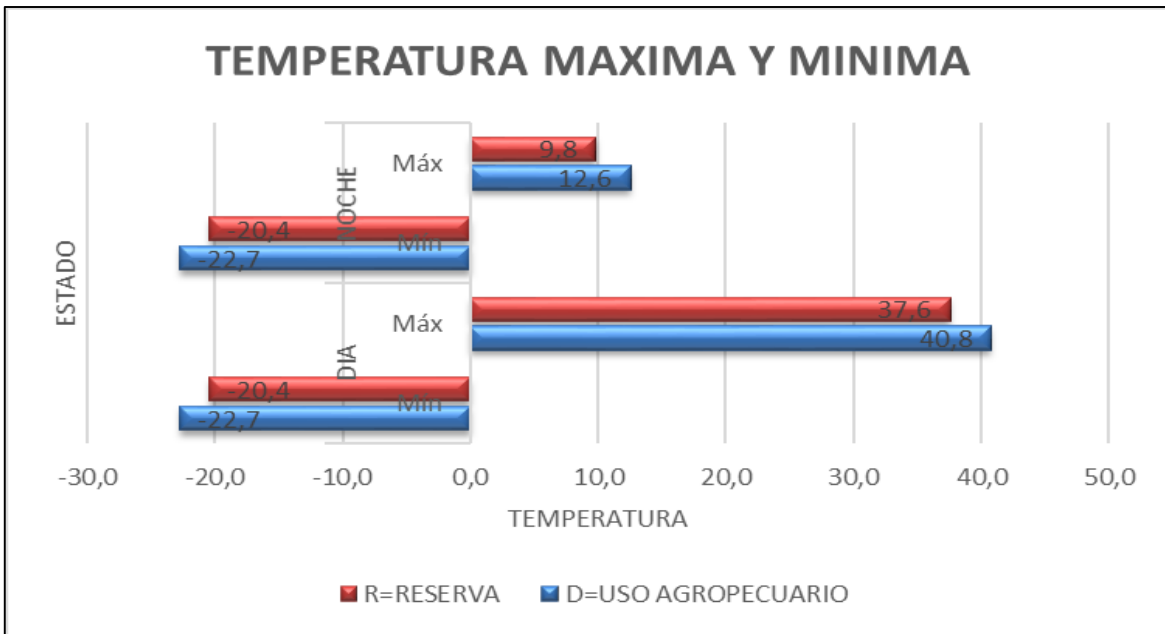


Figura 12. Temperatura máxima y mínima Día y Noche.
Fuente: Elaboración Propia.

2.1.5. Análisis de varianza paramétrica

Se observa que hay diferencias significativas de temperatura en los datos procesados del día en cuanto a los datos procesados de la noche no se encontraron diferencias significativas de temperatura. (Figura 13) y (Figura 14)

Se observa claramente que en las zonas de uso agropecuario(D) se registraron valores de temperaturas más altos que en las zonas de reserva (R), que coinciden con otros estudios realizados como el de A. Florez, L. Montanez, E. Villareal 1998.en los que observo un aumento de temperatura por perdida de capa vegetal la cual aminora el impacto de la radiación solar.

Se puede concluir las zonas de uso agropecuario concentra más vapor de agua que la zonas de reserva de acuerdo a análisis estadísticos de diferentes trabajos como el elaborado por la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca Ecuador en donde se analizó la variabilidad del clima en la ciudad de Quito en donde se encontraron superficies con mayor presencia de vapor de agua por efectos de la temperatura media ,a mayor temperatura mayor vapor

de agua , que puede con el tiempo generar eventos climáticos extremos como sequias severas o lluvias intensas(Serrano Vincenti et al., 2012).

Prueba de Kruskal Wallis DIA

Variable	Estado	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
TS	D	44350	12,51	8,79	13,67	3349916,84	<0,0001
TS	R	23139	11,76	8,54	13,09		

Trat.	Ranks
R	32265,29 A
D	34517,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 13. Prueba de Kruskal Día.
Fuente: software Infostat 2020

Prueba de Kruskal Wallis NOCHE

Variable	Estado	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
TS	D	42136	4,03	2,79	4,31	-4917797,99	>0,9999
TS	R	22093	3,38	2,44	3,73		

Figura 14. Análisis de varianza no paramétrica Noche.
Fuente: software Infostat 2020.

De acuerdo a la información anteriormente descrita se observa que en las zonas de uso agropecuario(D) las temperaturas fueron más altas ,que en las zonas de reserva (R),durante el día y durante la noche, la temperatura del día durante el tiempo de estudio, se encontraron diferencias significativas de temperatura y por el contrario en la noche no se registraron esos cambios drásticos de la misma.

2.2. DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA, ANÁLISIS ENTRA GRUPOS DE INTERÉS

2.2.1. Numero de datos de temperatura procesados por grupo de interés Día

En el Grupo 1 se procesaron un total de 22531 datos de temperatura del día, de los cuales 17651 corresponden a los puntos incluidos en las zonas de uso agropecuarios (D) y 4880 a los puntos a las zonas de reserva(R), que corresponden a un 78% y 22% respectivamente.

del Grupo 2 se procesaron un total de 22452 datos de temperatura del día, de los cuales 10537 corresponden a los puntos incluidos en las zonas de uso agropecuarios (D) y 11915 a los puntos a las zonas de reserva(R), que corresponden a un 47% y 53% respectivamente.

del Grupo 3 se procesaron un total de 22506 datos de temperatura del día, de los cuales 16162 corresponden a los puntos incluidos en las zonas de uso agropecuarios (D) y 6344 a los puntos a las zonas de reserva(R), que corresponden a un 72% y 28% respectivamente. (Figura 15).

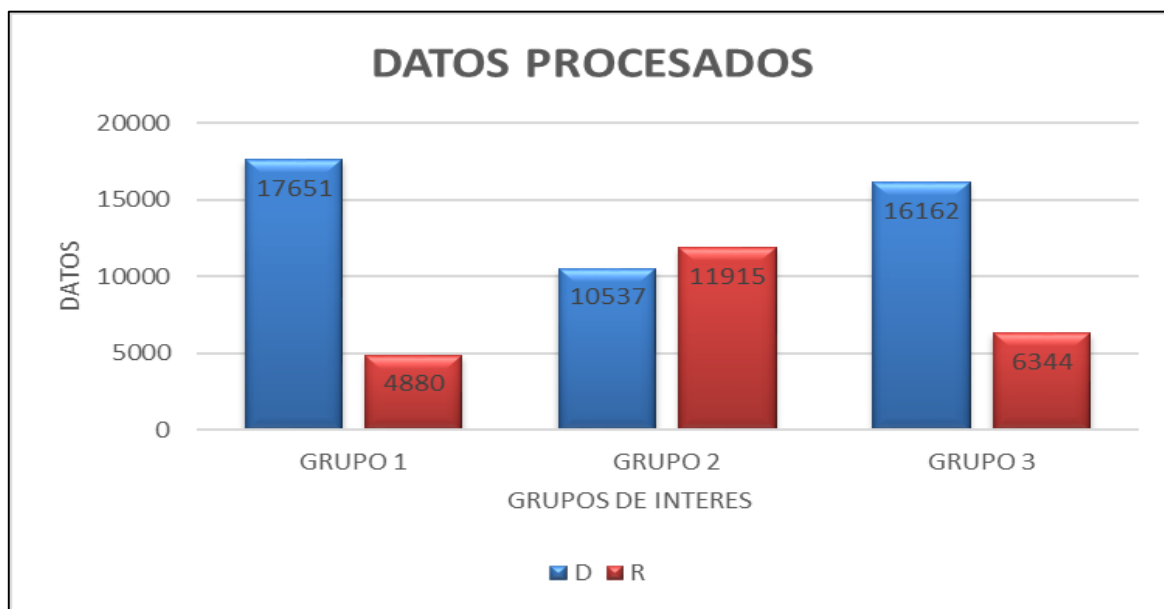


Figura 15. Datos procesados grupos de interés Día.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.2. Temperatura promedio por cada grupo de interés día

La temperatura promedio del Grupo 1 de la zona de uso agropecuarios (D) en el transcurso de 17 años, es de 12.68 °C y la temperatura promedio de los puntos de la zonas de reserva(R) es de 11.21 C° , con una diferencia de la temperatura promedio de 1.47°C .

La temperatura promedio del Grupo 2 es de 12.4 °C y la temperatura promedio de los puntos de la zonas de reserva(R) es de 11.69 C° , con una diferencia de la temperatura promedio de 0.71°C .

La temperatura promedio del Grupo 3 es de 12.39 °C y la temperatura promedio de los puntos de la zonas de reserva(R) es de 12.29 C° , con una diferencia de la temperatura promedio de 0.10°C .(Figura 16).

Esta información de temperatura superficial y las diferencias entre las zonas de uso agropecuarios y las zonas de reserva coinciden con lo afirmado con La.Ferreras,JI Costas,Fo Garcia, quienes determinaron que la temperatura de los cultivos de trigo van aumentando gradualmente desde el momento de la siembra hasta la terminación del ciclo del cultivo y la recolección , causante de las máximas temperatura ya que al retirar la capa vegetal el suelo queda expuesto a recibir mayor radiación solar.

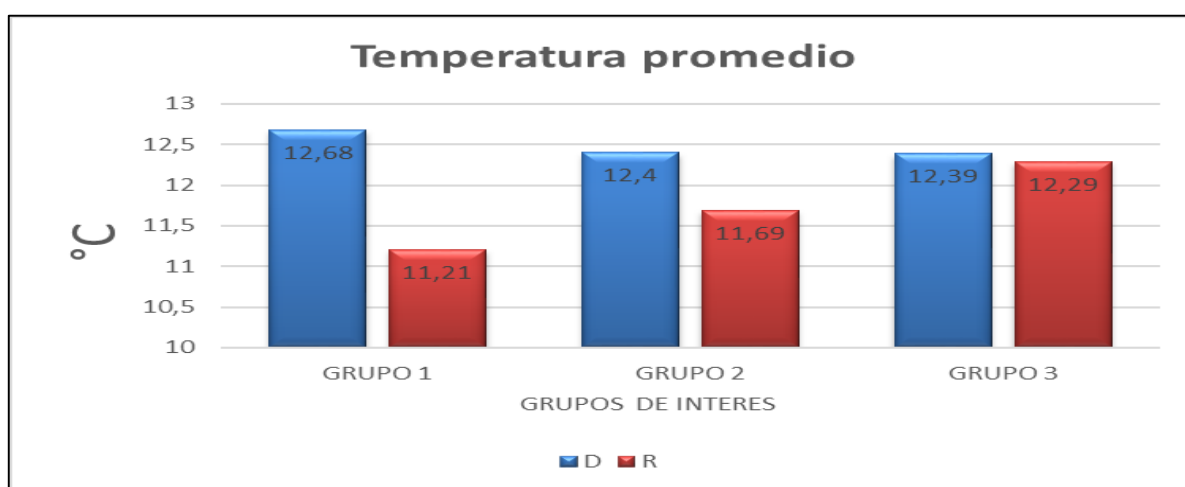


Figura 16. Temperatura promedio grupos de interés Día.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3. Temperatura Máxima y Temperatura Mínima por grupo de interés día

En el Grupo 1, la temperatura máxima que se registró en la zona de uso agropecuarios (D) es de 37.53 °C y la temperatura mínima registrada para la misma zona es de -19.03°C y para la zona de reserva (R) se registró una temperatura máxima de 31.83°C y una temperatura mínima de -12.69°C .

Grupo 2 la temperatura máxima que se registró en la zona de uso agropecuario (D) es de 40.77°C y la temperatura mínima registrada para la misma zona es de -22.73°C y para la zona de reserva (R) se registró una temperatura máxima de 35.13°C y una temperatura mínima de -20.27°C .

Grupo 3 la temperatura máxima que se registró en la zona de uso agropecuarios (D) es de 40.57 °C y la temperatura mínima registrada para la misma zona es de -19.65°C y para la zona de reserva (R) se registró una temperatura máxima de 37.57°C y una temperatura mínima de -20.43°C (Figura 17) .

Se observaron temperaturas muy bajas en todos los grupos de interés y en todas las zonas durante el día y durante la noche registrándose la temperatura más baja en el mes de julio debido a varios factores, cada año es probable que se presenten heladas en la zonas de interés ya que se encuentra en el Altiplano Cundiboyasence en donde la probabilidad es del 90%, lo que quiere decir que se puede presentar por lo menos una helada en 9 de cada 10 años ,los otros factores que auspician las bajas temperaturas son la Topografía , la nubosidad el suelo y la vegetación ,el vapor de agua ,el viento lo que hace que se registren estos promedios de temperatura.

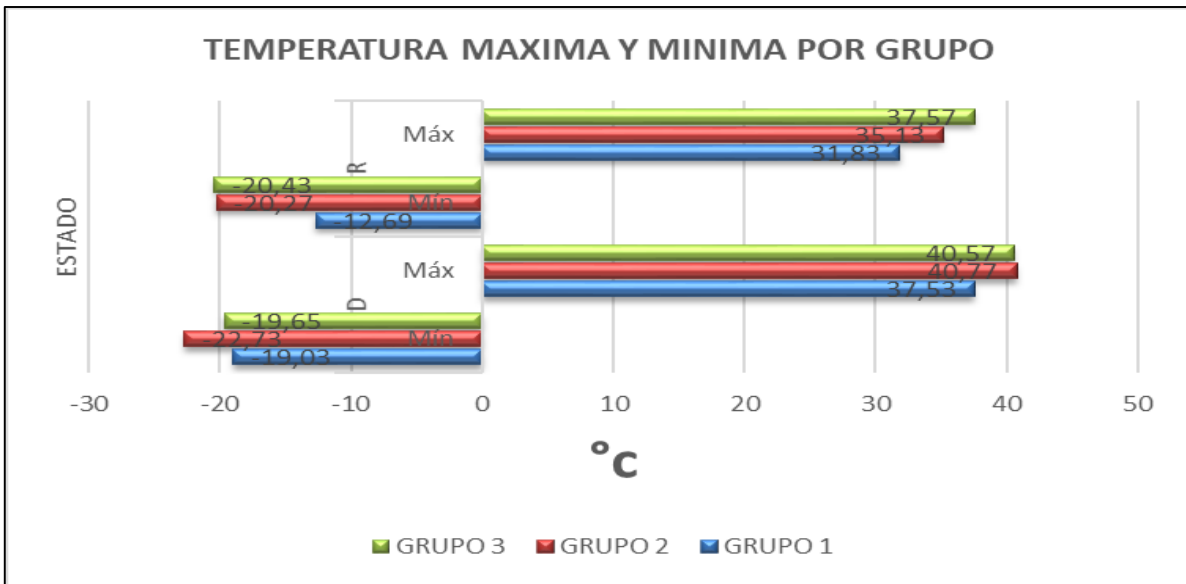


Figura 17. Temperatura máxima y mínima por grupos de interés Día.
Fuente: Elaboración Propia.

2.3. DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA DÍA, ANÁLISIS INTER GRUPOS DE INTERÉS

2.3.1. Numero de datos procesados entre grupos de interés día y noche

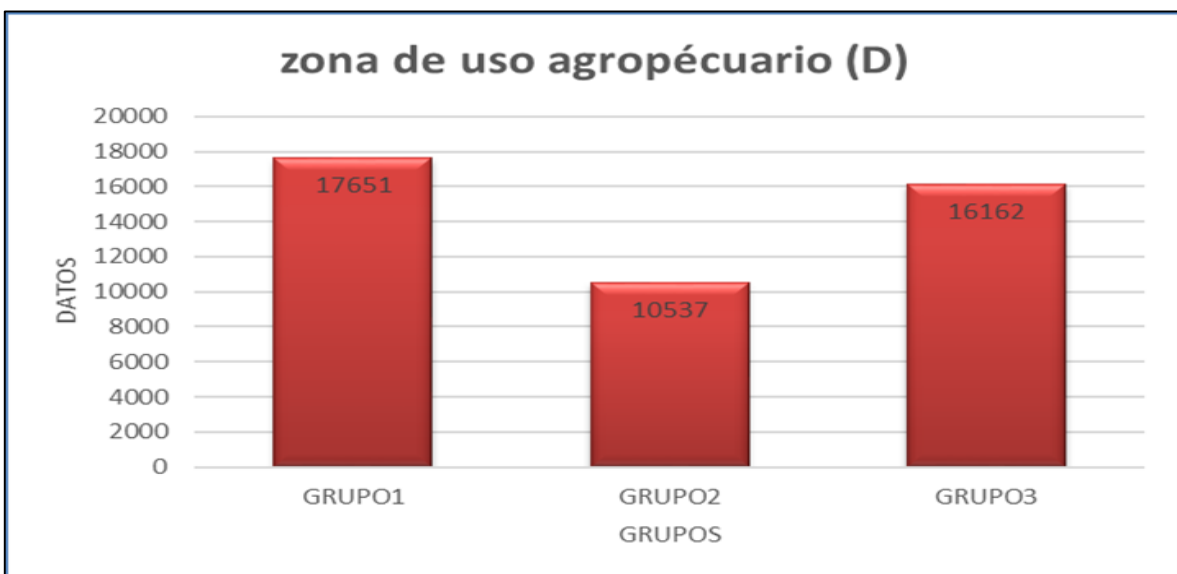


Figura 18. Zona de uso agropécuario
Fuente: Elaboración Propia

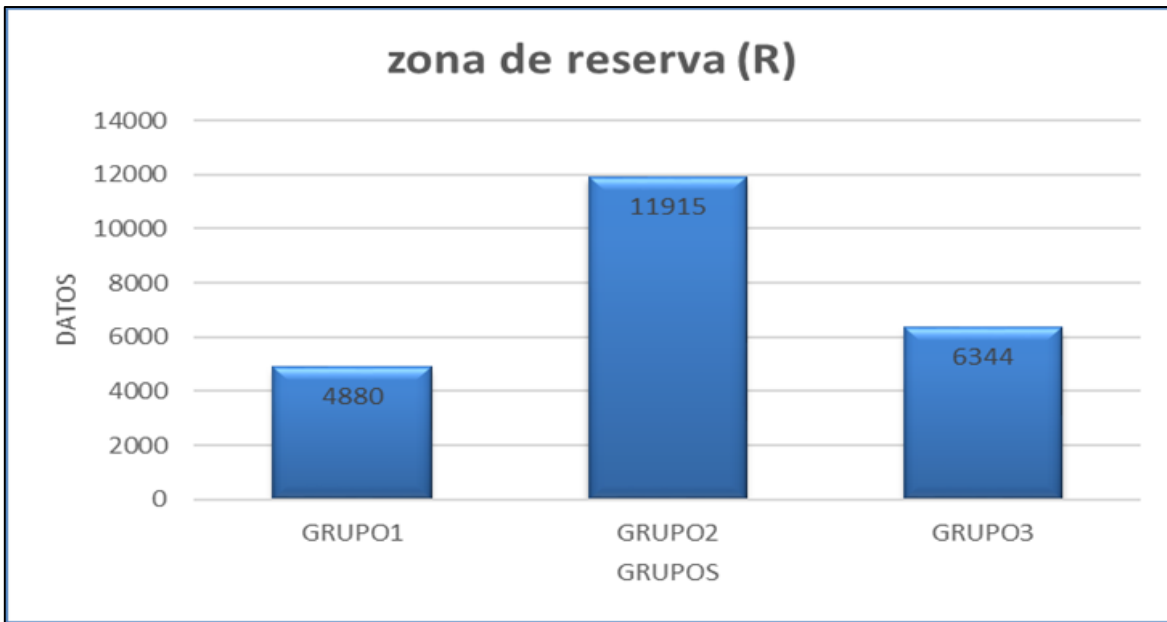
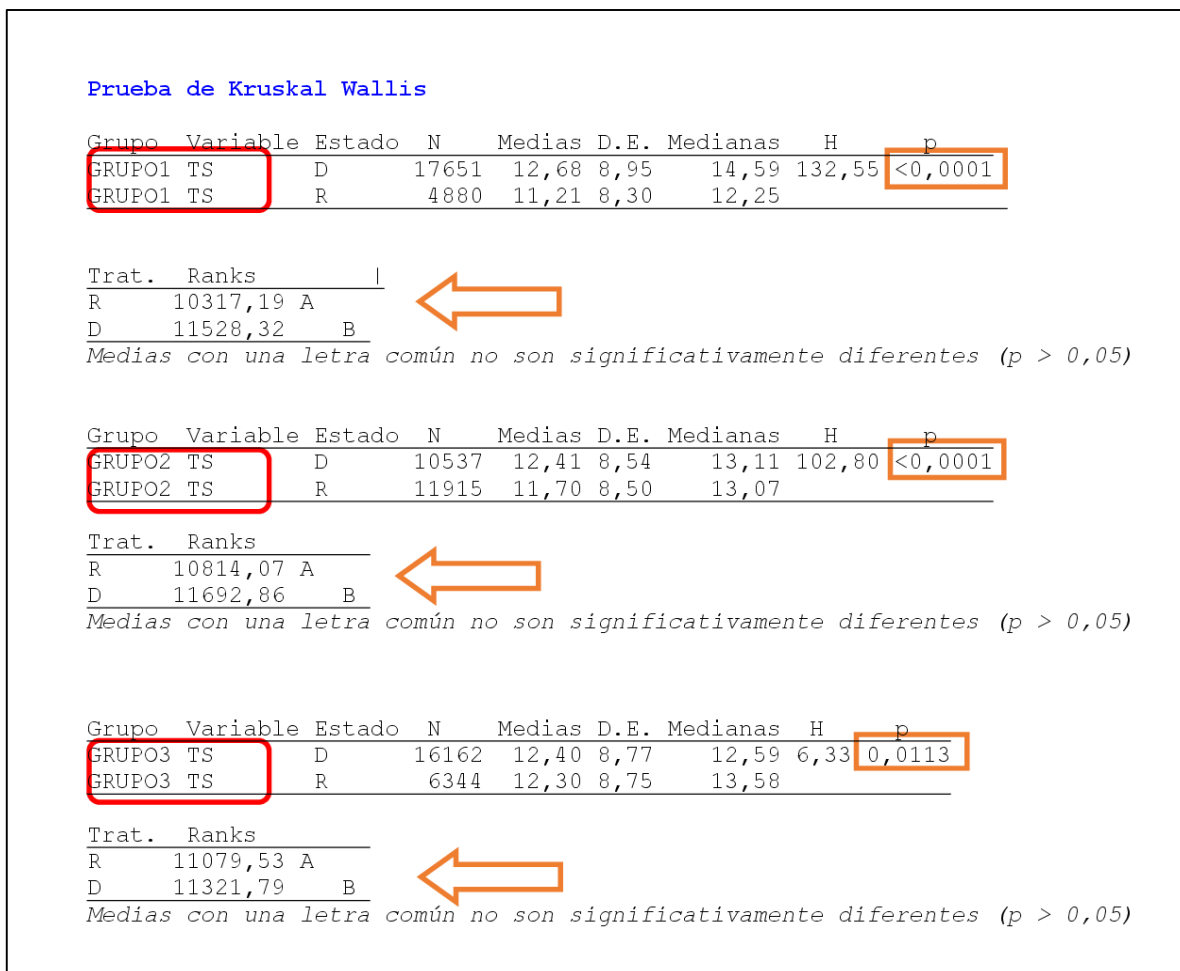


Figura 19. Zona de reserva
Fuente: Elaboración Propia

En las zonas de uso agropecuarios (D) se procesaron un total de 44350 datos de los cuales la mayor cantidad son del Grupo 1 con 17651 ,seguido del Grupo 3 con 16162 y el grupo donde menos datos se procesaron fue el grupo 2 con 10537 datos ; y de las zonas de reserva(R), se procesaron un total de 23139 datos de los cuales la mayor cantidad son del Grupo 2 con 11915 ,seguido del Grupo 3 con 6343 y el Grupo 1 con 4880 datos.(Figura 18) y (Figura 19)

2.3.2. Análisis de varianza no paramétrica por grupos



**Figura 20. Análisis de varianza no paramétrica Día .
Fuente: software Infostat 2020.**

En cada uno de los grupos de interés se observaron diferencia de temperatura significativas tanto en el día como en la noche. (Figura 20)

2.3.3. Temperatura promedio entre grupos día

La temperatura promedio de las zona de uso agropecuarios (D) fue más alta en el grupo 1 con 12.68 °C ,seguida del Grupo 2 con 12.40°C y el Grupo 3 con 12.39°C,la diferencia de estas temperatura promedio es de 0.29°C entre el promedio mayor y el menor.

La temperatura promedio de las zonas de reserva (R) fue más alta en el Grupo 3 con 12.29°C ,seguida del Grupo 2 con 11.69°C y el Grupo 3 con 11.21°C,la diferencia de estas temperatura promedio es de 1.08°C entre el promedio mayor y el menor.(Figura 21)

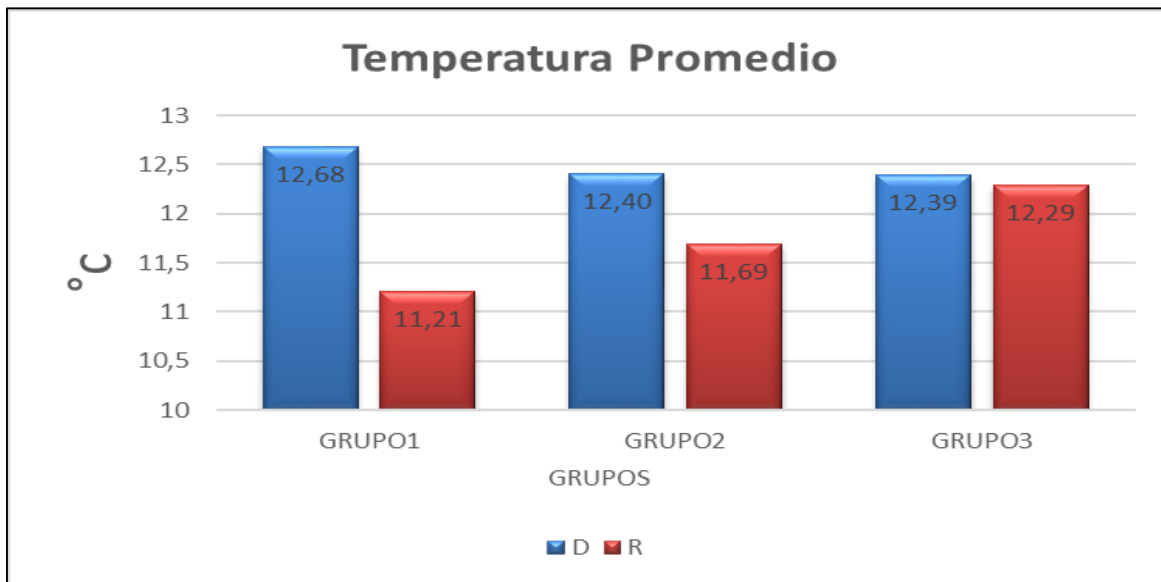


Figura 21. temperatura promedio Día.

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Temperatura máxima y temperatura mínima entre grupos día

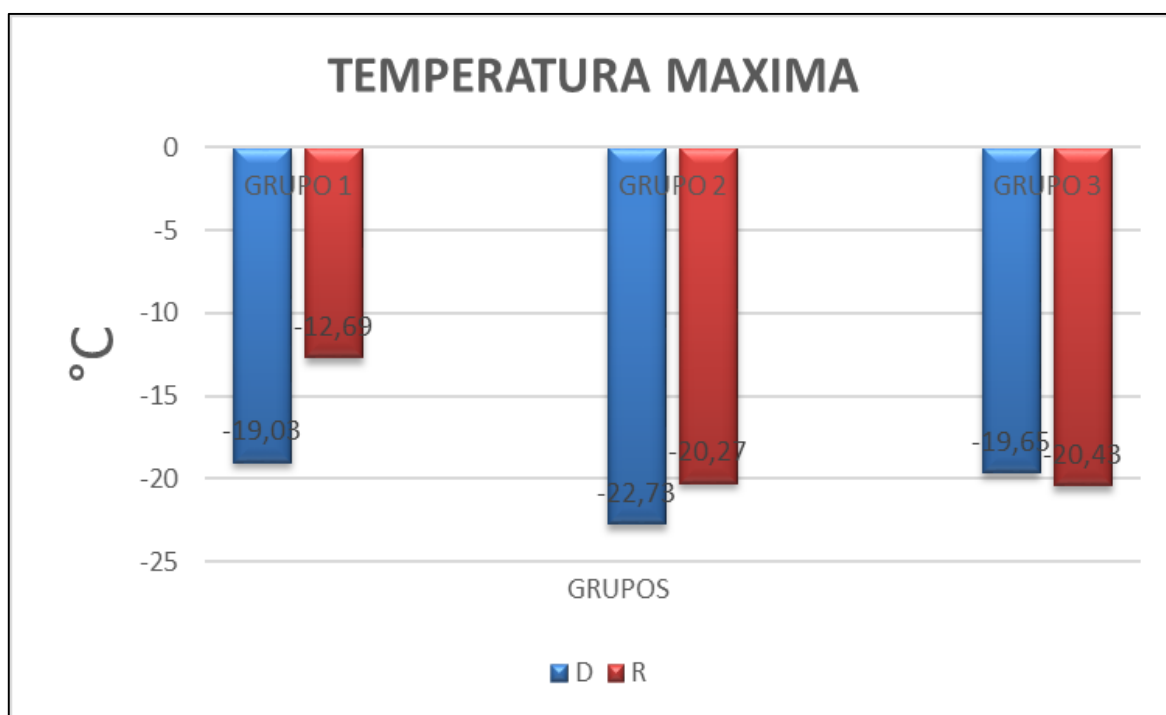
La temperatura máxima que se registró en la zona de uso agropecuarios (D) en el transcurso de 17 años, del 1 de enero de 2003 al 31 de diciembre de 2019 se registró en el Grupo 2 con 40.77 °C seguido de la temperatura máxima del Grupo 3 con 40.57 y por último la

temperatura máxima del Grupo 1 con 37.53°C las diferencias entre temperaturas máximas entre grupos se comportaron de la siguiente manera:

La diferencia de temperaturas máximas entre grupos fue más significativa del Grupo 2 al Grupo 1 con 3.24°C.

La temperatura máxima que se registró en la zona de reserva (R) se registró en el Grupo 3 con 37.47 °C seguido de la temperatura máxima del Grupo 2 con 35.13°C y por último la temperatura máxima del Grupo 1 con 31.83°C las diferencias entre temperaturas máximas entre grupos se comportaron de la siguiente manera:

La diferencia de temperaturas máximas entre grupos fue más significativa del Grupo 3 al Grupo 1 con 2.74°C. (Figura 22)



**Figura 22. temperatura máximas y mínimas Día .
Fuente: Elaboración propia**

2.4. DATOS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA, ANÁLISIS POR MESES.

El analizar la variación por meses en el día fue febrero en donde persistieron las máximas temperaturas, tanto para la zona de uso agropecuario como para la zona de reserva, las temperaturas mínimas fueron en julio, para las dos zonas. La temperatura más alta en la noche en promedio se registró en febrero para la zona de uso agropecuario y diciembre en la zona de reserva, las temperaturas en promedio mínimas la noche se registraron en junio en las dos zonas. (Figura 23).

Este comportamiento en estas zonas son similares con el estudio realizado por el IDEAM en la ciudad de Bogotá en donde de diciembre a marzo se observaron los topes máximos de temperatura; de junio a agosto los valores mínimos.(IDEAM, 2015). (Figura 24)

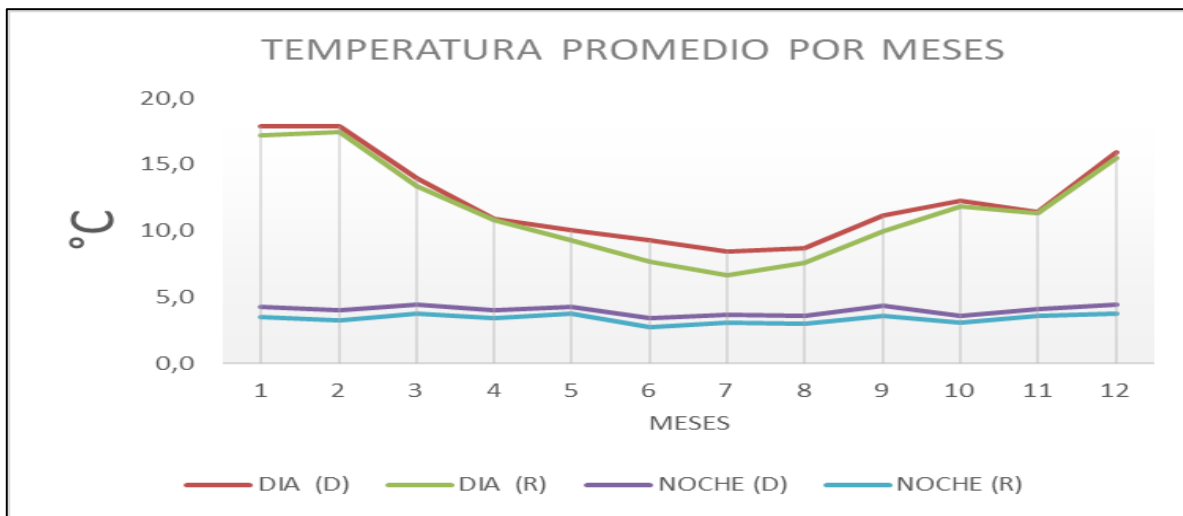
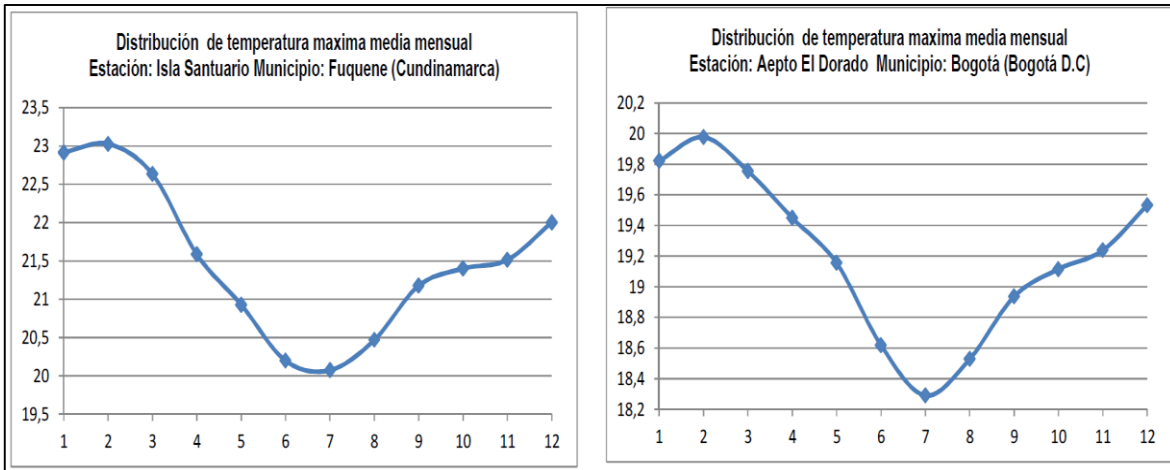


Figura 23. temperatura promedio Día y Noche
Fuente: Elaboración propia



**Figura 24. Temperatura máxima promedio anual en la sabana de Bogotá.
Fuente: IDEAM**

Igualmente los resultados obtenidos para la zonas de estudio están dentro de las estadísticas de los meses más cálidos y más fríos de la región, las temperaturas máximas más altas se registran de diciembre a marzo, con la temperatura máxima en febrero, coincidiendo con la temporada seca de comienzo de año. Las temperaturas máximas bajas ocurren de abril a noviembre, con mínimo, generalmente, en el mes de julio(Gonzalo Hurtado, 2012).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de la variación de la temperatura superficial en las zonas degradadas de uso agropecuario (D), y las zonas en reserva (R) del municipio de Zipaquirá se concluye que estas dos zonas tienen diferencias significativas de temperatura superficial, presentando siempre las zonas de uso agropecuario temperaturas más altas que las zonas de reserva ya que se observaron factores que auspician el calentamiento de estas superficies como la desaparición de la capa vegetal, la cual mitiga los efectos de la radiación solar, por la transformación agrícola y la intervención mecánica para la adecuación de caminos, para la entrada y salida de suministro y de los productos en tiempos de cosechas.

Las temperaturas máximas y mínimas se registraron con un comportamiento normal a los históricos obtenidos en estudios anteriormente realizados, la temperatura máxima media se registró en el mes de febrero dentro de los meses descritos como tiempo seco de principios de año que se registran entre diciembre y marzo, las temperaturas mínimas de igual manera tuvieron un comportamiento normal y la temperatura mínima media se registró en el mes de julio justo en el mes más frío durante el año en la sabana de Bogotá y altiplano cundiboyacense, estos resultados son importantes para la planeación y ejecución de las actividades agrícolas.

En cuanto a las temperaturas mínimas registradas se presentaron valores extremadamente bajos en el mes de julio, posiblemente producida por heladas presentadas en el periodo de estudio, en donde la probabilidad es de una helada en 9 de cada 10 años.

Se recomienda realizar un análisis de la temperatura superficial en todas las áreas de influencia directas y colindantes a la zona de estudio, con el fin que se tenga una mayor cobertura de análisis de los datos en el territorio y un análisis estadístico más veraz, por lo cual se vuelve indispensable tener continuidad en la jurisdicción del paramo de guerrero en la construcción de análisis temporales, que nos ayuden a identificar los impactos en la variabilidad climática a partir de las extensas áreas de actividad agropecuaria.

4. BIBLIOGRAFÍA

- CAR. (2012). Plan de manejo de la reserva forestal protectora de páramo de guagua y laguna verde y los distritos de manejo integrado de Páramo Guerrero y Páramo de Guargua y Laguna Verde. *Contrato Interadministrativo* 788, 1–138.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2006). *Acuerdo 42 de 2006. “Por el cual se declara como Distrito de Manejo Integrado a un sector del Páramo de Guerrero y se adoptan otras determinaciones”*. (p. 39).
- Gonzalo Hurtado, M. (2012). Análisis del comportamiento promedio y tendencias de largo plazo de la temperatura máxima media para las regiones hidroclimáticas de Colombia. *IDEAM Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales*, 61.
- IDEAM. (2015). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá*.
- Lara, C., Saldías, G. S., Westberry, T. K., Behrenfeld, M. J., & Broitman, B. R. (2017). First assessment of MODIS satellite ocean color products (OC3 and NFLH) in the inner sea of Chiloé, northern patagonia. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(4), 822–827. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue4-fulltext-18>
- Lu, L., Zhang, T., Wang, T., & Zhou, X. (2018). Evaluation of collection-6 MODIS land surface temperature product using multi-year ground measurements in an arid area of northwest China. *Remote Sensing*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/rs10111852>
- Pérez-Díaz, C. L., Lakhankar, T., Romanov, P., Muñoz, J., Khanbilvardi, R., & Yu, Y. (2017). Evaluation of MODIS land surface temperature with in-situ snow surface temperature from crest-safe. *International Journal of Remote Sensing*, 38(16), 4722–4740. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1331055>
- Serrano Vincenti, S., Zuleta, D., Moscoso, V., Jácome, P., Palacios, E., & Villacís, M. (2012). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito. *La Granja*, 16(2), 23. <https://doi.org/10.17163/lgr.n16.2012.03>
- Zipaquirá. (2003). *POT Zipaquirá*. 211.

Zipaquirá, A. de. (2016). *AGENDA AMBIENTAL ZIPAQUIRÁ*.