



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

## **ESCUELA DE GESTION AMBIENTAL**

### **TISIS DE GRADO**

Análisis de la productividad primaria neta para estimar los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas en la reserva ecológica Mache Chindul utilizando herramientas SIG.

**PREVIO A LA OBTENCION DE TÍTULO DE LICENCIADA EN  
GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTORA**

**NATHALY NICOLE MERA GALARRAGA**

### **ASESOR**

**MSC. JAIME SAYAGO HEREDIA**

**ESMERALDAS, JUNIO 2021**

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-Esmeraldas, previo a la obtención del título de LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

## **Presidente Tribunal de Graduación**

PhD. Jorge Velazco Vargas

### **Lector 1**

Mgt. Pedro Jiménez Prado

### **Lector 2**

## **Directora de la Escuela de Gestión Ambiental**

Mgt. Karla Solís Charcopa

### **Director de Tesis**

MSC. Jaime Sayago Heredia

Esmeraldas, 09 de junio de 2021

## Autoría

Yo, Nathaly Nicole Mera Galarraga, declaro que la presente investigación titulada: **“Análisis de la productividad primaria neta para estimar los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas en la reserva ecológica Mache Chindul utilizando herramientas SIG.”** es absolutamente original, auténtica y personal.

En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo de investigación e interpretación de datos, dejando establecido que los aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

---

Nathaly Nicole Mera Galarraga  
Ci: 0803898014

## **DEDICATORIA**

La realización de este trabajo de tesis va dedicada en primer lugar a Dios por prestarme vida, salud y oportunidades para seguir adelante; en segundo lugar, a mis papás Iván y Gina por darme su amor y el ejemplo de la perseverancia, fortaleza y responsabilidad en todo lo que realice.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme vida, salud y por guiarme en estos años de la carrera, dándome la fortaleza necesaria para seguir adelante ya que gracias a él sigo aquí, además por darme una familia comprensible y amorosa.

A mis padres Iván Mera Lomas y Gina Galarraga Ballesteros y mi hermano Iván Mera Galarraga ya que, con su apoyo, comprensión y en especial por su amor he podido cumplir esta meta, gracias por aguantar mis lágrimas, enojos y gracias por celebrar mis victorias por más pequeñas que sean, los amo.

A mis amigos que han llegado a convertirse en mi familia Mercedes Prado, Joselyn Quiñonez, Amanda Vallecilla, Stefany Castro, Diana Caicedo, Karwin Arcos, Guillermo Prado y en especial a Betsy Ávila por su apoyo incondicional en la realización de la tesis, con su ayuda y amistad fue más llevadero estos 5 años de carrera, los quiero.

A mi asesor Jaime Sayago, gracias por permitirme ser su asesorada en este proyecto de investigación y por su apoyo, por guiarme e impartir sus conocimientos a la hora de realizar mi trabajo.

A todas las personas que me brindaron su apoyo y que de alguna u otra manera contribuyeron a la realización de mi proyecto.

Gracias.

# Índice de contenidos

Resumen.....	9
Abstract.....	10
1. Capítulo I: Introducción .....	11
1.1. Justificación .....	12
1.2. Objetivo General.....	12
1.3. Objetivos Específicos .....	12
2. Capítulo II: Marco Teórico.....	14
2.1. Bases Teóricas- Científicas.....	14
Áreas Protegidas .....	14
Climatología.....	14
Productividad Primaria Neta .....	15
Ganadería .....	15
Agricultura .....	16
Sistemas de Información Geográfica.....	16
Imágenes Satelitales.....	17
Mapa Temático .....	17
2.2. Antecedentes.....	18
2.3. Marco Legal .....	19
3. Capítulo III: Metodología .....	21
Climatología.....	22
Evapotranspiración potencial.....	23
Evapotranspiración real máxima Anual .....	23
Cálculo para la estimación de Productividad Primaria Neta en la REMACH .....	23
Análisis Estadístico .....	24
Subdivisión de la Productividad Primaria Neta de acuerdo con sus componentes.....	25
Cálculo para la Capacidad de carga cinética y ganadera .....	25
Generación de los mapas temáticos.....	26
4. Capítulo IV: Resultados .....	27
4.1. Identificación los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas .....	27
4.2. Relación entre la variabilidad climática y la productividad primaria.....	27
4.3. Generación de mapas temáticos.....	31
4.4. Contraste de las actividades agropecuarias y Productividad primaria.....	33
5. Capítulo V: Discusión.....	34
6. Capítulo VI: Conclusiones .....	37

<b>7. Capítulo VII: Recomendaciones</b> .....	38
<b>Bibliografía</b> .....	39
<b>Anexos</b> .....	43

## Listado de figuras

<b>Figura 1</b> Establecimiento geográfico de la Reserva Ecológica Mache Chindul. Hecho por el autor.	21
<b>Figura 2</b> Mapa ocupacional actividades agrícolas y ganaderas.	26
<b>Figura 3</b> Regresión lineal de la climatología de las estaciones meteorológico	27
<b>Figura 4</b> Temperatura media anual (°C)	27
<b>Figura 5</b> Precipitación anual (mm).	29
<b>Figura 6</b> Correlación entre la PPN y Temperatura media mensual anual	30
<b>Figura 7</b> Correlación entre la PPN y Temperatura media mensual 2010..	30
<b>Figura 8</b> Correlación entre la PPN y Temperatura media mensual 2019.	31
<b>Figura 9</b> Evapotranspiración Real anual(mm).	31
<b>Figura 10</b> Productividad Primaria Neta kg/m2.	32
<b>Figura 11</b> Carga Cinética Ganadera.	32
<b>Figura 12</b> Identificación de los efectos ganaderos y agrícolas en la Reserva Ecológica Mache Chindul.	33

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, analizar la productividad primaria neta estimando las actividades agrícolas y ganaderas en la reserva ecológica Mache Chindul utilizando herramientas SIG, para lo cual se utilizó imágenes satelitales y la base de datos geográficos que proporciona el Ministerio del Ambiente y Agua, tomando los usos de suelo de pastizales y cultivos para su respectiva identificación. También se obtuvieron los datos necesarios por parte de los anuarios meteorológicos del INAMHI correspondiente a las estaciones de Quinindé y Pedernales, las cuales se utilizaron para realizar una regresión lineal para completar datos de una serie de diez años en temperatura y precipitación. Para el cálculo de la Productividad Primaria Neta se utilizó la fórmula de Rosenzweig; la fórmula de Thornthwaite para sacar la Evapotranspiración Potencial y Evapotranspiración Real anual, además, se realizó la estadística con el Coeficiente de correlación de Pearson y regresión lineal entre la productividad primaria neta (PPN) y la temperatura.

Es así como resultados se obtuvo mediante la correlación de Pearson que la temperatura y la Productividad Primaria Neta (PPN) que, en los años tomados de 2010, 2017 y 2019 muestran una correlación directa alta con una relación débil, en la que se evidenció que a menor temperatura mayor Productividad Primaria Neta (PPN). Luego se procedió a realizar mapas temáticos de la Temperatura, Precipitación, y de la carga cinética ganadera esta última calculada mediante la cantidad de hectáreas y la precipitación media mensual anual. Por último, se contrastó en un mapa temático las actividades agropecuarias y la Productividad Primaria Neta (PPN) para estimar que tan afectado están ciertas zonas del área de estudio demostrando como la franja agropecuaria ha ido avanzando en esta serie de diez años, atribuida a las diversas actividades antrópicas como la ganadería y agricultura, desarrollando pastizales y cultivos de forma anual, ya sea permanente o semipermanente, como es el caso del cacao.

**Palabras clave:** reserva ecológica, productividad primaria neta, sistema de información geográfica, mapa temático.

## **Abstract**

The objective of this research work is to analyze the net primary productivity by estimating the agricultural and livestock activities in the Mache Chindul ecological reserve using GIS tools, for which satellite images and the geographic database provided by the Ministry of the Environment and Water, taking the land uses of pastures and crops for their respective identification. The necessary data were also obtained from the INAMHI meteorological yearbooks corresponding to the Quinindé and Pedernales stations, which were used to perform a linear regression to complete data from a ten-year series on temperature and precipitation. For the calculation of the Net Primary Productivity, the Rosenzweig formula; the Thornthwaite formula were used to obtain the Annual Potential Evapotranspiration and Real Evapotranspiration, in addition, the statistics were performed with the Pearson correlation coefficient and linear regression between the Net Primary Productivity PPN and temperature.

This is how results were obtained through the Pearson correlation that the temperature and the Net Primary Productivity (PPN) that, in the years taken from 2010, 2017 and 2019 show a high direct correlation with a weak relationship, in which it was evidenced that the lower the temperature, the higher the Net Primary Productivity (PPN). Then we proceeded to make thematic maps of Temperature, Precipitation, and the livestock kinetic load, the latter calculated by means of the number of hectares and the annual average monthly precipitation. Finally, agricultural activities and Net Primary Productivity (NPP) were contrasted in a thematic map to estimate how affected certain areas of the study area are, demonstrating how the agricultural strip has been advancing in this series of ten years, attributed to the various anthropic activities such as livestock and agriculture, developing pastures and crops on an annual basis, either permanent or semi-permanent, as is the case with cocoa.

**Keywords:** ecological reserve, net primary productivity, geographic information system, thematic map.

## 1. Capítulo I: Introducción

La productividad primaria neta es aquella que diferencia la fotosíntesis total y la respiración de las plantas de un ecosistema en específico, en el campo es imposible ser medida de esta forma, por lo tanto la productividad primaria neta se define como el total de la materia orgánica que se produce en intervalos puntuales en el tiempo en los ecosistemas; en la productividad primaria neta (PPN) las estimaciones tomadas deben ser precisas para la contribución en el entendimiento que hace referencia a la capacidad de biomasa(1).

Esta biomasa puede ser almacenada en los ecosistemas; además, es de suma importancia por la relación con el incremento del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera(1) por lo tanto es necesaria para indicar el potencial ecológico que se necesita para el planteamiento y manejo de los recursos naturales renovables(2)

En la actualidad los sistemas de información geográfica son las herramientas de evaluación más utilizadas en cuanto al cambio del uso de suelo y en la cobertura vegetal. El uso de estas herramientas SIG tienen gran relevancia en el manejo de los recursos naturales por lo que es de suma importancia recalcar la gran utilidad que estas poseen a la hora de monitorear los recursos naturales.

La Reserva Ecológica Mache Chindul fue fundada en el año de 1996 mediante el Decreto Ejecutivo # 045, que se publicó en el Registro Oficial # 029 el 29 de septiembre del mismo año; se sitúa entre las provincias de Esmeraldas y Manabí. Esta área protegida es una de las que con más conflictos se encuentra por la adquisición de tierras y la demanda en cuanto a producción agrícola y maderera, por otro lado la REMACH permite que se realicen actividades dentro de ella como lo es la educación, investigación, recreación controlada, cultura y extracción de sustentable de forma tradicional de los recursos sustentables por parte de las comunidades locales(3).

El análisis del PPN para la estimación de las actividades agropecuarias en la Reserva Ecológica Mache Chindul es de importancia debido a que en varias hectáreas de la reserva se realiza este tipo de actividad como sustento económico y de abastecimiento para la comunidad que residen en ella, y al ser uno de los más realizados se explota el recurso suelo para el cultivo utilizando agroquímicos que ocasionan contaminación y erosión del recurso suelo(4).

## **1.1. Justificación**

Según Basíli y Sánchez(5) la productividad primaria neta es de suma importancia debido a que representa el flujo de carbono permisible para su disponibilidad en el resto de los ecosistemas, siendo esencial para el manejo en cuanto a los recursos naturales.

Toda actividad agrícola es responsable por las altas contaminaciones a causa de gases de efecto invernadero, además del uso de fertilizantes químicos y pesticidas ocasionan contaminación del suelo y del agua(6), en el REMACH esta actividad es de gran valor por que ayuda a su sustento económico en el que se encuentra una extensa diversidad de frutales y fincas que se dedican a varios cultivos, en especial del cacao, sin embargo al ser uno de sus principales fuentes de ingreso las comunidades han realizado estas actividades sin las pertinentes precauciones y cuidado del ambiente(7)(8).

Tales observaciones sugieren que la productividad primaria neta (PPN) cuenta con flujos de carbono que ayudan a la disponibilidad en los ecosistemas, involucrando procesos biofísicos como la disponibilidad de los nutrientes y agua, temperatura, etc., lo que ha fomentado el interés para la realización del presente estudio que proporcionaría información pertinente sobre la PPN.

## **1.2. Objetivo General**

Analizar la productividad primaria neta, diferentes compones y estacionalidad de la reserva ecológica Mache Chindul utilizando herramientas SIG.

## **1.3. Objetivos Específicos**

- Identificar los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas en el REMACH mediante imágenes satelitales.
- Determinar la relación existente entre la variabilidad climática y la productividad primaria registrada durante la última década, y su correspondiente influencia.
- Generar mapas temáticos de acuerdo con las influencias generadas de acuerdo con la temperatura, evapotranspiración y Productividad Primaria Neta

- Contrastar los efectos de las actividades agropecuarias y la productividad primaria neta mediante herramientas SIG.

## **2. Capítulo II: Marco Teórico**

Las actividades agrícolas y ganaderas en la Reserva Ecológica Mache Chindul han generado el interés del efecto que tienen en la productividad primaria neta de la zona por lo que es de importancia contar con información que facilite este proceso.

### **2.1. Bases Teóricas- Científicas**

#### **Áreas Protegidas**

Las Áreas protegidas son espacios geográficos tanto terrestres como marinos con el fin de proteger y conservar la biodiversidad, manteniendo los sistemas ecológicos equilibrados, actuando como protección de varias especies además de aportar al desarrollo sostenible y la responsabilidad colectiva de la población(9)(10).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador se creó en 1976 partiendo de estrategias para la conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador, y al ser un país con una elevada diversidad de paisajes, ecosistemas y especies de flora y fauna, se han realizado recolección de datos y estudios de la biodiversidad existente en ciertos territorios del país para incluirlos en el Sistema Nacional de Áreas protegidas(11). En la actualidad se cuenta con 51 áreas protegidas en las cuatro regiones geográficas del país y en unas 20 provincias las cuales abarcan con 18,49% del territorio nacional, con un total de 4'611.849,21 hectáreas, en las que se dividen por categorías partiendo del manejo requerido y por el tiempo de creación como son los Parques Nacionales, Reservas Biológicas, Reservas Geológicas, Reservas Ecológicas, Marinas, Áreas Nacionales de Recreación, Reservas de producción de Fauna, Refugio de Vida Silvestre y Área Ecológica de Conservación Municipal(12).

#### **Climatología**

Es aquella ciencia estudia todo referente al clima de la tierra y todo lo que se relaciona con ello. En pocas palabras, se la considera como una parte de la física la cual estudia los fenómenos climáticos los cuales ocurren en la atmósfera terrestre. La climatología es aquella que proporciona el estudio de predicción del tiempo, además de investigar las causas que liberan los fenómenos, en los que

tratan de instaurar modelos que aprueben su predicción y prevención de las posibles consecuencias desfavorables para la humanidad(13).

La climatología ha ido tomando relevancia con la relación estrecha del desarrollo y avance de la tecnología, teniendo la posibilidad de disponer de los instrumentos para la medición para el clima, lo que facilitó el avance de investigaciones de este tipo(14).

### **Productividad Primaria Neta**

Es visto como indicador que generaliza el potencial ecológico, necesario para manejar y plantear los usos de los recursos naturales renovables, involucrando procesos biofísicos como la disponibilidad de los nutrientes y agua, el contenido del co<sub>2</sub> en la atmósfera, la temperatura que son afectados por el tipo de la cobertura vegetal(15).

El PPN es la cuantía de energía en la que se acumula en el tejido vegetal, y se encuentra en disposición para el próximo nivel trófico. Es tomada como la diferencia que existe en la cantidad de energía total que se está almacenada por medio de la fotosíntesis, la cual se denomina PPB, y del consumo de la energía que va en función de la respiración y los procesos celulares. También la productividad primaria neta es una variable que integra los funcionamientos del ecosistema, los cuales están en estrecha relación con la biomasa animal, la producción secundaria y el ciclo de los nutrientes(16).

### **Ganadería**

La ganadería se ha consolidado como una actividad en la cual se maneja a los animales con el fin de producir para el consumo humano. Se ha consolidado como uno de los sectores con mayor desarrollo en el aspecto económico en los sectores rurales, siendo una parte fundamental de la sucesión de producción en la industria y como fuente de la alimentación en la población(17).

En el Ecuador la ganadería ha ido en aumento debido al beneficio económico, el cual ha generado beneficios en el área de la cadena productiva, en el cual se realiza la crianza de los animales para su expendio de diferentes usos. En 2007 de acuerdo con estudios que se realizaron por medio de Organización de las Naciones Unidas y la agricultura el país encabezó la lista de los mayores productores de leche y carne en el ganado bovino en la región andina.

En la provincia de Esmeraldas está actividad también representa un sector productivo con apertura a empleo para sus habitantes y favorece a la economía local y del país(18). En la REMACH la ganadería también es considerada como parte de las actividades que sustenta tanto en abastecimiento alimentario como económico en la comunidad, en el que se crían ganado vacuno obteniendo de estos productos como carne y leche, aunque también crían cerdos, gallinas, patos, etc., pero en menor cantidad(8).

### **Agricultura**

Es un sector básico estratégico para el cultivo y producción de alimentos, además de contar con varias funciones como la contribución al desarrollo sostenible a las zonas rurales(19).

La agricultura en el Ecuador ha sido una de las actividades con más relevancia a en lo económico, debido a que la mayoría de la población rural lo realiza y es su fuente empleo. Este representa al 9% de Producto Interno Bruto, además de ser pilar fundamental de la soberanía alimentaria en el que el estado garantiza a la población autosuficiencia en la alimentación de una forma permanente. El país al ser un territorio con variabilidad geográfica es viable el cultivo de diversos productos los cuales el Ecuador importa y exporta que son el banano, el cacao y café aportando en el área comercial del país(20)

En la provincia de Esmeraldas la agricultura es una de las acciones que crean entradas económicas en la población. En la REMACH esta actividad tiene el mismo objetivo que es de abastecimiento alimentario y económica.

### **Sistemas de Información Geográfica**

Son herramientas tecnológicas que integran componentes como software, hardware y procesos para la construcción de la realidad socioespacial, con técnicas para gestionar diversos datos espaciales que ayudan a la investigación y al trabajo de manera profesional en el campo de las ciencias Ambientales y de la tierra(21).

Según Sáenz (22) Un SIG se considera como un conjunto de subsistemas que van orientadas a la captura y organización de información que se encuentra georreferenciada de una manera interactiva que tiene como punto final en proporcionar elementos necesarios en la toma de decisiones en un proyecto o

estudio. Los componentes del SIG permiten un manejo adecuado de datos especiales de manera integrada de los datos descriptivos.

El Software es un componente que está formado por programas y comandos adecuados los cuales proceden en la investigación que se halla en la base de datos, incluyendo los programas los cuales son diseñados para sus aplicaciones por el usuario.

El Hardware este componente está compuesto por sus correspondientes dispositivos periféricos los cuales incluyen la entrada y de salida de los datos de información geográfica.

Los procedimientos hacen referencia a las instrucciones que están escritas y que se dirigen a los operadores para el manejo adecuado de un SIG los cuales involucran manuales técnicos de programas y paquetes que son desarrollados por los usuarios.

### **Imágenes Satelitales**

Una imagen satelital es aquella representación visual de una imagen la cual se captura desde el espacio por sensores que se sitúan en un satélite artificial, permitiendo estudiar los diferentes fenómenos que se encuentren por el paso del tiempo en el área de estudio, facilitando el manejo de la dinámica y estructura de la diversidad existente en el lugar(16).

Existen diferentes tipos de imágenes satelitales como lo son las Landsat las cuales son utilizadas para las aplicaciones de índole agrícola, las cuales están disponibles hace 40 años en todo el mundo. En la actualidad se encuentran en órbita dos satélites que son Landsat 5 y Landsat 7 las cuales son similares en respecto a sus bandas.

Otra de las imágenes son las CBERS las cuales están desarrolladas por satélites de observación terrestre en Brasil conjunto con China, que, aunque las series 1, 2 y 2B ya no están en órbita aún están disponibles imágenes multiespectrales que son similares a las Landsat.

### **Mapa Temático**

Se conoce como mapa temático a aquel en el que se pueden localizar áreas o zonas de interés o fenómenos sobre la superficie terrestre, abarcando un sin

número de información ya sea política, histórico, económico o de índole ambiental como puede ser climático, geológico o de vegetación(23).

Los elementos que debe presentar un mapa son de gran importancia para su fácil interpretación por parte de los usuarios, es por eso por lo que todos deben presentara una leyenda y la escala que se está utilizando.

La escala y la proyección en el mapa deben de aparecer en el margen inferior de la hoja con los datos de la escala, sus sistemas de proyecciones y coordenadas, además de su sistema de altitudes. En el caso de la leyenda este se debe encontrar en la parte izquierda inferior del margen con una explicación detallada de todos los puntos que se encuentran en la zona que se utilizaron en el mapa. Los mapas temáticos para utilizar serán del suelo, climatológicos, cobertura y uso del suelo.

## **2.2. Antecedentes**

Las áreas protegidas son de gran importancia debido mantienen a los sistemas ecológicos en equilibrio, a su vez actúa como protección de varias especies además aportando al desarrollo sostenible y la responsabilidad colectiva de la población(10).

La Reserva Ecológica Mache Chindul se fundó en 1996, contando con comunidades indígenas y afroecuatorianas, esta reserva cubre parte de lo que el Bosque Tropical Húmedo y el Bosque Seco en las zonas de Esmeraldas y Manabí. Al ser parte de estos pueblos étnicos el REMACH que forma parte del SNAP(24).

A lo largo del tiempo se han realizado actividades forestales, ganaderas y agrícolas en esta área la mayoría para el sustento económico de la población, pero a causa de la falta de información y capacitación a los moradores se han realizado deforestación exhaustiva, incremento de la frontera agropecuaria ocasionando contaminación al ambiente y alterando este ecosistema, donde viven varias especies animales y vegetales propias del lugar(4).

En el estudio de (25) que se realizó en el Chocó colombiano se utilizaron series temporales con imágenes satelitales, en la que determinaron en como la ganadería afecta el crecimiento de la productividad primaria neta estacional del lugar.

En la investigación de Morales realizada en Baja California, México se utilizó un análisis estadístico de correlación Coeficiente de Pearson y la regresión lineal donde se tomó la variable temperatura para comprobar que esta se encuentre directamente relacionada con la Productividad Primaria Neta y como esta influye en su producción(26).

Para el estudio de (27) se utilizó la radiación solar para la estimación de la productividad primaria en la que además utilizaron IVN MODIS para la estimaciones satelitales. En estudios realizados como el de Maldonado (16) se estimó la productividad primaria neta mediante imágenes satelitales donde se mostraban la radiación solar y fotosintética activada, procediendo a realizar mapas de cobertura vegetal para estimarla en el Bosque Seco Tropical de Colombia. Al igual que en el estudio de Dias (7) en la que se estimó la PPN foliar y global en cada fragmento del bosque tropical de Colombia por medio de imágenes satelitales para conocer el estado productivo en el que se encuentra el sitio de estudio.

### **2.3. Marco Legal**

Para el presente proyecto de investigación se basa en primer lugar a la constitución de la Republica del Ecuador(28) tomando el artículo 14 donde indica que toda persona tiene la potestad a habitar en un ambiente saludable, garantizando sostenibilidad y un buen vivir. Por otro lado, los artículos 71,72,73 y 74 hacen referencia al cuidado, respeto, restauración, restricción y precaución hacia la naturaleza y evitar la extinción de especies, por otro lado, la población tendrá potestad de obtener ventaja del ambiente y sus riquezas par un buen vivir. Además de mencionar los artículos 400 y 410 en los que el gobierno brindará a los agricultores sustento para que conserven y restauren los suelos y de la biodiversidad agrícolas y sus componentes.

En cuanto a los Convenios Internacionales en el que se encuentra el Ecuador está el CDB que es el Convenio de la Biodiversidad (29) que tiene como punto

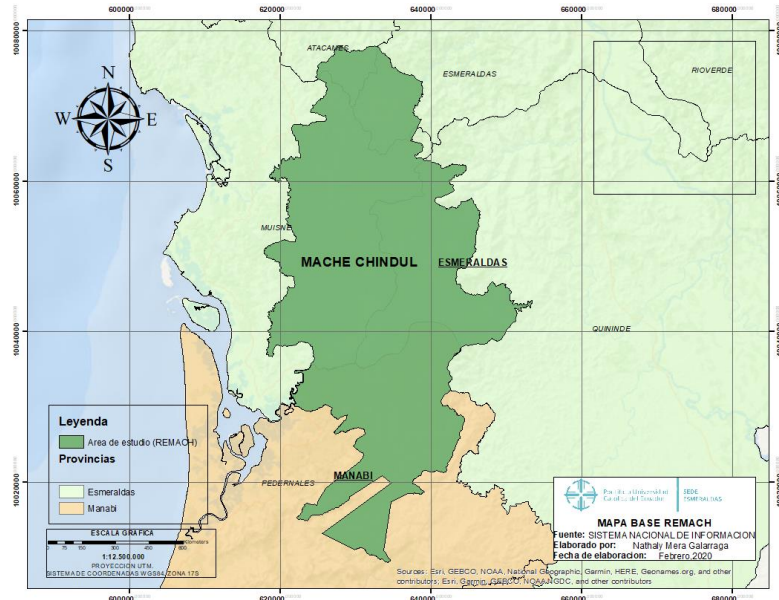
de partida la conservación la Biodiversidad mediante la uso sostenible de los componentes que se encuentran en ella con una colaboración justa e imparcial que sea originarios de los recursos de la diversidad biológica, en el cual se tomó el artículo 8 en los literales b, e y f en los que se hace referencia a la elaboración de directrices, establecimientos y la ordenación de las áreas protegidas o áreas con medidas especiales a la conservación de la biodiversidad, además de promover el progreso ambiental adecuado y sostenible en zonas aledañas al área protegida, también a la recuperación y restauración de los ecosistemas degradados promoviendo la recuperación de las especies amenazadas *in situ*.

En el (COA) Código Orgánico de Ambiente (30), menciona en su artículo 3 inciso 4 en el que es de necesidad implementar mecanismos los cuales sean necesarios para la sostenibilidad de su uso, conservación y reparación de los ecosistemas de patrimonio nacional forestal, zonas costeras y recursos naturales. En artículo 5 inciso 3 hace referencia a la intangibilidad del (SNAP) Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Además, del artículo 7 inciso 2 en que menciona en que se debe conservar, reparar y proteger el patrimonio nacional, ecosistemas y diversidad biológica nacional. El artículo 50 inciso 4 en el que señala en que se debe promocionar la conservación de la biodiversidad y el entorno natural, desarrollando actividades productivas sostenibles que eviten la expansión de la frontera agrícola. A su vez del artículo 94 la conservación de la cobertura vegetal, en el que no se deben cambiar los usos del suelo a usos agrícolas y ganaderos en el Patrimonio Forestal Nacional.

En lo relacionado a las herramientas de Sistema de Información Geográfica y Teledetección se tomaron en cuenta las normas internacionales ISO 19111 (31) en las que se menciona únicamente a la referenciación espacial por coordenadas. Estas coordenadas son innegables, por lo que esta norma indica y describe los elementos que se necesitan para la definición de diferentes tipos de coordenadas y sistemas de referencia de coordenadas que se puedan aplicar a la información geográfica referente a los sistemas de coordenadas.

### 3. Capítulo III: Metodología

La Reserva Ecológica Mache Chindul se halla delimitada en el cantón de Esmeraldas, Quinindé, Atacames y Muisne pertenecientes a Esmeraldas y en el cantón Pedernales perteneciente a Manabí(32). (Figura 1)



*Figura 1* Establecimiento geográfica de la Reserva Ecológica Mache Chindul. Hecha por el autor.

Esta Reserva Ecológica pertenece al Sistema Nacional de Áreas protegidas el cual está bajo la jurisdicción del Estado Ecuatoriano, extendiéndose alrededor de 121.376 hectáreas de las cuales el 84.666 pertenecen a Esmeraldas, en el cual se protegen remanentes de bosques secos y húmedos tropicales del país, además es parte de las poblaciones ancestrales indígenas como es la nacionalidad Chachi y afroecuatorianas(32).

El relieve del REMACH va desde los 200 msnm en lo que es la provincia de Manabí, y en las colinas orientales va cerca desde los 800 msnm, además posee suelos de tipo V, VI, VII por tal motivo se declaró que el suelo de la Reserva no es apto para la agricultura(4).

Para el planteamiento metodológico se basó en el método no supervisado en el que se tomó información geográfica de imágenes satelitales, además de utilizar metadatos geográficos de repositorios ambientales locales, con la finalidad de evitar las salidas de campo.

El análisis de la productividad primaria y su cambio por efectos de las actividades agrícolas comprendió varios procedimientos, el primero es recopilar información de estas actividades mediante imágenes Landsat 7 ETM de la reserva ecológica REMACH, este proceso se realizó en el Sistema de información geográfica ArcGIS y Er Mapper con los modules de análisis espacial para la creación de mapas ráster(33). Este proceso se implementó para conocer las coberturas del suelo en la última década(32).

Para llevar a cabo este análisis se han tomado de punto de partida la revisión bibliográfica basados en investigaciones realizadas en el area de estudio, mapas de ocupaciones de suelo, datos climáticos, tipologías de la vegetación. En los datos climáticos se tomó en cuenta las precipitaciones y temperaturas medias anuales que fueron tomados por el Instituto Meteorológico, además de datos de la Base de datos del servicio Sistema de administración de inventario en línea del MAAE (Anexo 4).

## **Climatología**

El clima es uno de los componentes responsables de afectar a al potencial de producción de aquellos sistemas vegetales y de las circunstancias de adaptabilidad de especies animales. Por lo cual se eligieron estaciones meteorológicas que se encuentran en el área de estudio o lo más cerca de ella, en las cuales se complementan hasta una serie de 10 años, por lo que se realizó una base de datos de las dos estaciones meteorológicas (Anexo 1).

La creación de un modelo de relación entre la temperatura y la precipitación se lo determinó por medio de ecuaciones de pronóstico el cual consiste en determinar las variables requeridas, tomando como referencia aquellas estaciones que se encuentran útiles en el área de estudio. Con los datos exactos recolectados, se procedió a realizar una regresión lineal en cuanto a las variables que presenta el área en las que se establezcan terminantes en cuanto a distribución en el espacio de la obtención de la variable que se requiere.

Se toman en cuenta las variables:

- Longitud como eje X
- Latitud como eje Y
- Altitud como eje Z

Al aplicar este método, se consiguió la obtención de una colocación espacial de forma continua en cuanto a las precipitaciones y las temperaturas con datos del mes como anual para la obtención de las demás variables.

### **Evapotranspiración potencial**

La Evapotranspiración Potencial es aquella petición de agua en la que el clima asigna, la cual es la suma de la cuantía de agua evaporada del suelo y la transpirada por la vegetación.

Se utilizó la siguiente fórmula de Thorthwaite en el que se calculó el ETP para su estimación en sus valores de cada mes (Anexo 2):

$$ETP = 1,6 \times \left( \frac{10 \times t}{I} \right)^a$$

Donde:

t = es la temperatura media mensual

I = es el índice de calor anual,  $I = \sum_{n=1}^{n12} \left( \frac{t}{5} \right) y$

$$a = 675 \times I^3 .771 \times I^2 + 1792 \times I + 0.49239$$

### **Evapotranspiración real máxima Anual**

Este ETRM es la cantidad de agua en su punto máximo que se puede evapotranspirar tomando en cuenta la disponibilidad real del suelo.

Para una aproximación más detallada al calcular la Evapotranspiración Real anual, se tiene que basar en la discrepancia existente que existe en la evapotranspiración potencial del clima, y la que puede existir por los escasos de precipitación por lo que se utilizó la fórmula de Thorthwaite (Anexo 2):

$$ETR = PMA / \left\{ 0.9 \frac{(PMA)^2}{(300 + 25 * TMA)} + 0.05 * ((TMA) * 3)^{\frac{1}{2}} \right\}$$

siendo:

ETR: Evapotranspiración real máxima anual

PMA: Precipitación media anual

TMA: Temperatura media anual

### **Calculo para la estimación de Productividad Primaria Neta en la REMACH**

Para la estimación del Productividad Primaria Neta se elaboraron varios estudios de forma empírica y teórica en las que diversos autores han propuesto fórmulas para este calculo, por lo que se optó para este estudio utilizar la fórmula de Rosenzweig:

$$PPN = 1.66 \times \log 10 ETRM - 1.66$$

El resultado que se arroje pertenece al valor de la materia seca que se estima en kg/m<sup>2</sup> de la productividad primaria neta en dicho medio. Además, con esta fórmula al ser aplicadas a los datos ráster de la Evapotranspiración Real anual, se obtendrá una aproximación aceptable de acuerdo con la distribución espacial de PPN según el potencial climatológico para el suelo medio (Anexo 2).

### **Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico se procedió a establecer el comportamiento de las variables continuas como lo son la temperatura media, temperatura media anual y la Productividad Primaria Neta, con el fin de correlacionarlas y determinar las tendencias que lleguen a expresar las variables, para esta parte se tomaron las medidas de asociación lineal como es el del Coeficiente de Pearson, debido a que el uso de la correlación es igual al grado de agrupación que existe en estas dos variables(34).

El Coeficiente de Pearson (r) sé lo conoce como el que mide el grado de Agrupación Lineal entre dos variables de carácter cuantitativo como pueden ser (x, y).

Si la correlación da valor positivo, la agrupación que existe entre X, Y es proporcionalmente directa, esto refleja que a medida que la variable X aumenta la variable Y también lo hace; y viceversa.

Si  $r = 1$ , la correlación es perfecta.

Donde r sea negativa, la correlación entre las variables x, y es proporcionalmente inversa, esto indica que a medida que X acrecienta Y reduce; y viceversa.

Donde  $r = -1$ , la correlación es inversa perfecta.

Donde  $r = 0$  la correlación es inexistente.

**Tabla 1** *Tabla de valores y criterios del Coeficiente de Pearson.*

Valor	Criterio
R = 1,00	Correlación grande, perfecta y positiva
0,90 ≤ r < 1,00	Correlación muy alta
0,70 ≤ r < 0,90	Correlación alta
0,40 ≤ r < 0,70	Correlación moderada
0,20 ≤ r < 0,40	Correlación muy baja
r = 0,00	Correlación nula
r = -1,00	Correlación grande, perfecta y negativa

A su vez se usó el método de regresión lineal para la determinación del comportamiento de las variables mediante un modelo. Al existir dos variables o más que puedan estar relacionadas entre sí, es importante conocer si existe correlación entre ellas, el cómo se relacionan, y en base a este modelo sus efectos puedan ser pronosticados de una variable con relación a otra(35).

Se utilizó la regresión lineal como un modelo predictivo para determinar como a partir de una temperatura mensual determinada, se podría separar una Productividad Primaria Neta calculada.

### **Subdivisión de la Productividad Primaria Neta de acuerdo con sus componentes**

Una vez que se determinó toda la materia que llegó a producir la vegetación, el paso que se procedió a seguir fue la realización de la estimación de la división de esta producción de acuerdo con los tipos de la vegetación. Dentro de esta producción se destinó a las hojas, ramas, floración, etc.

Para la estimación a la parte dirigida de la producción herbácea, a cada una las características primordiales del mapa de ocupación se les designaran presencia cuantitativa de los pastizales.

### **Calculo para la Capacidad de carga cinética y ganadera**

Para el calculo de esta capacidad de carga en el área fue necesario tomar en cuenta ciertas variables. Para la obtención de la capacidad de carga cinética se calculó la presión ganadera que ha sido ejercida y su época, además de que fue necesario estimar las necesidades de hierba de las especies cinéticas(36).

Para esto se utilizó la siguiente formula (Anexo 3):

$$Carga\ cinetica = \frac{\frac{cabezas\ de\ ganado\ x\ dias}{ha}}{pr}$$

Donde:

ha= hectáreas del área de estudio

días= 365 días del año

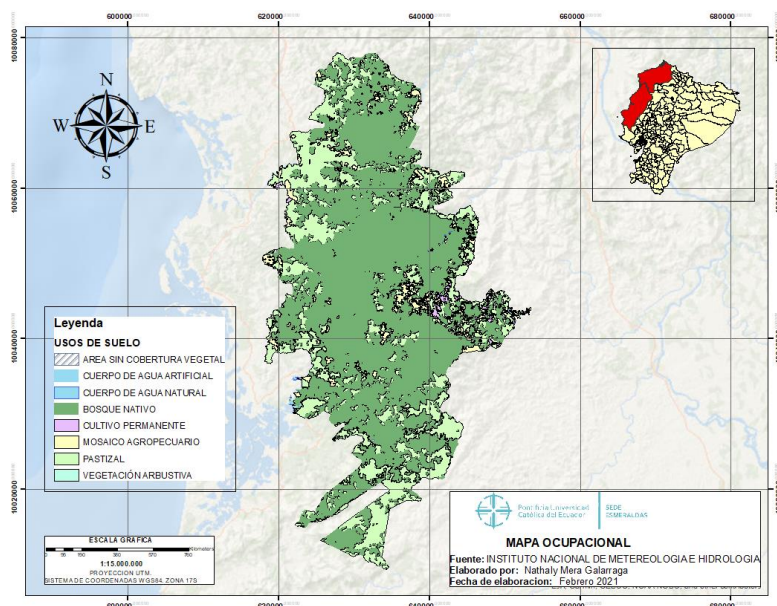
pr= precipitación en mm

### **Generación de los mapas temáticos**

Una vez que se contó con las imágenes y el análisis de la productividad primaria en relación con el clima, se procedió a crear mapas temáticos mediante el diseño de impresión de ArcGIS, las cuales indicaron las áreas del REMACH en dónde se ha producido más la actividad agrícola y ganadera y como esto ha afectado al suelo. Los mapas fueron de las variables identificadas como el de la temperatura, evapotranspiración, precipitación y Productividad Primaria Neta.

## 4. Capítulo IV: Resultados

### 4.1. Identificación los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas

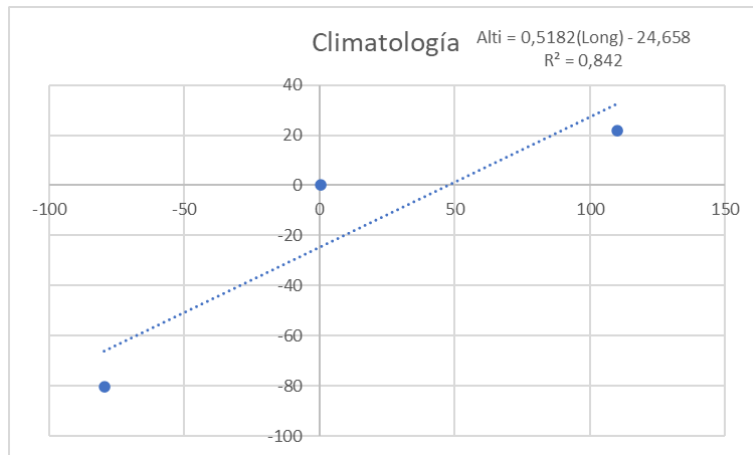


*Figura 2* Mapa ocupacional actividades agrícolas y ganaderas.

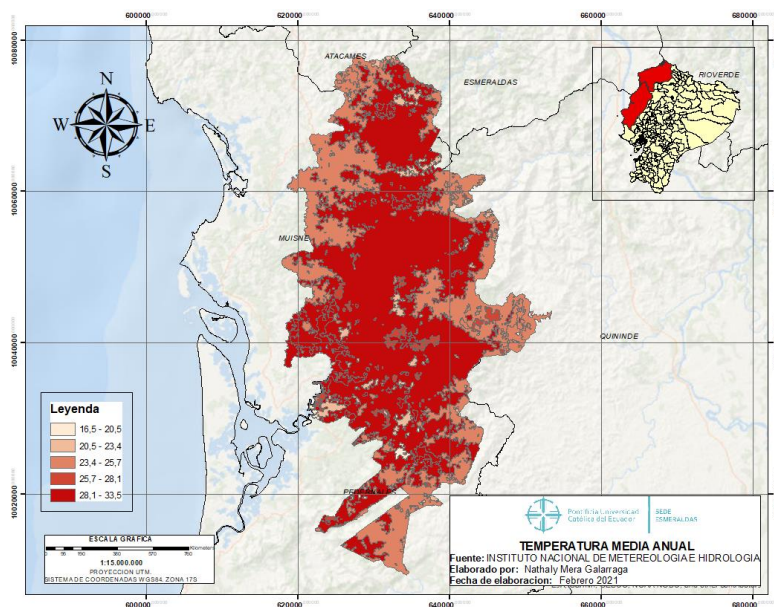
Por medio del uso de las herramientas de Sistema de información geográfica e imágenes satelitales la identificación de las actividades agrícolas y ganaderas se realizó un mapa ocupacional global de los diez años, en la que se evidencia que el uso de suelo para el cultivo permanente que hace referencia a la parte agrícola que no es tan amplio como en el caso de los pastizales que hacen referencia a la ganadería donde se puede observar que es mucho mayor, al igual que el mosaico agropecuario (**Figura 2**).

### 4.2. Relación entre la variabilidad climática y la productividad primaria

Al realizar la base de datos con los datos de cada estación se obtuvo una regresión lineal (**Figura 3**), en la que se muestra la relación que tienen las dos estaciones. Después se procedió a insertar estos resultados en el ARCGIS en conjunto con las imágenes satelitales, donde se obtuvieron los mapas de precipitación anual y temperatura media anual, demostrando el gradiente altitudinal de cada uno, además de las temperaturas y precipitaciones promedios entre las dos estaciones meteorológicas.

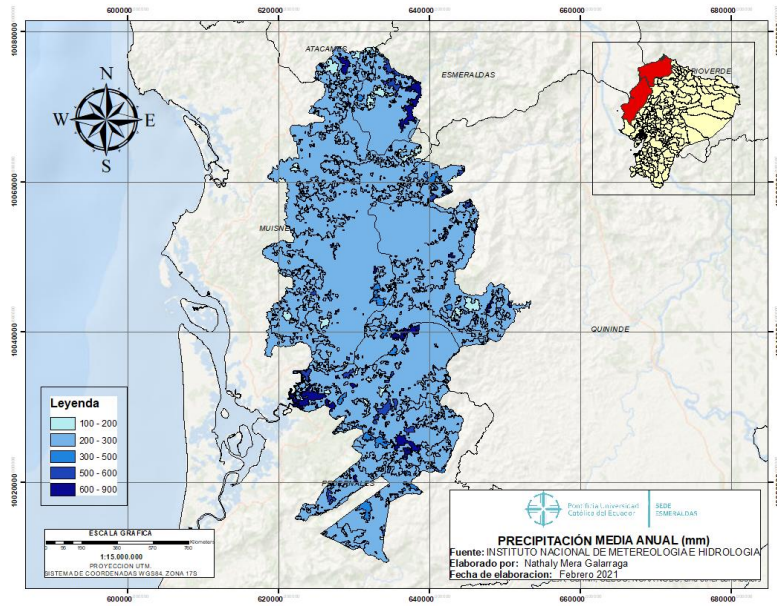


**Figura 3** Regresión lineal de la climatología de las estaciones meteorológico donde  $x$  es la longitud; y es latitud.



**Figura 4** Temperatura media anual (°C)

La imagen de la temperatura (**Figura 4**), presentó temperaturas desde los 16 °C como mínima hasta los 33.4 °C como máxima, observando que la temperatura de entre 28.1 a 33.4 se presenta con mayor frecuencia en la zona norte y céntrica de la Reserva Ecológica Mache Chindul.

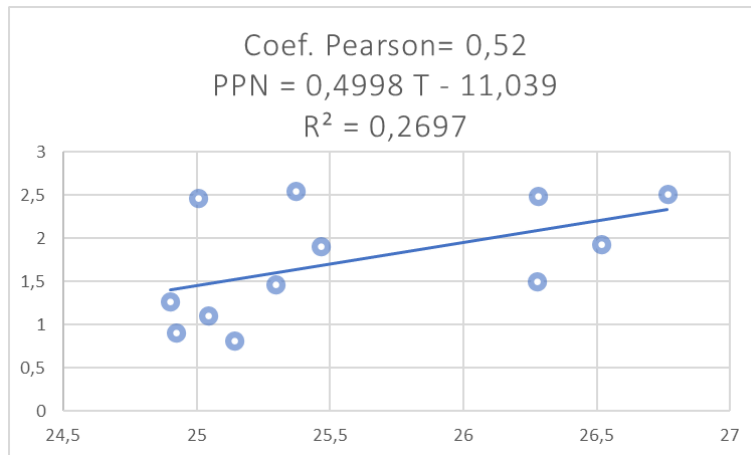


**Figura 5** Precipitación anual (mm).

En la imagen de la precipitación (**Figura 5**) presenté precipitaciones que varían desde los 100 mm como mínimo y los 900 mm como máximo, observando que la precipitación media anual de la REMACH en su mayoría oscila entre los 300 y 500 mm.

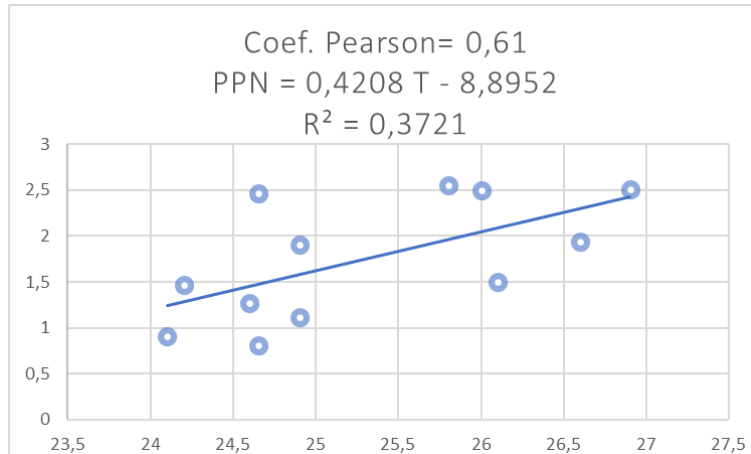
Al tener completos los datos de temperatura y precipitación obtuve la Evapotranspiración potencial con la fórmula de Thorthwaite en el que es necesario primero tener la temperatura media mensual anual, a que es una constante ( $0.00000675 \times I^3 . 0.0000771 \times I^2 + 0.01792 \times I + 0.49239$ ) y del índice de calor.

Después se obtuvo Evapotranspiración Real anual, donde se fue utilizada la temperatura media mensual anual y la precipitación media mensual anual, luego se obtuvo el mapa temático.



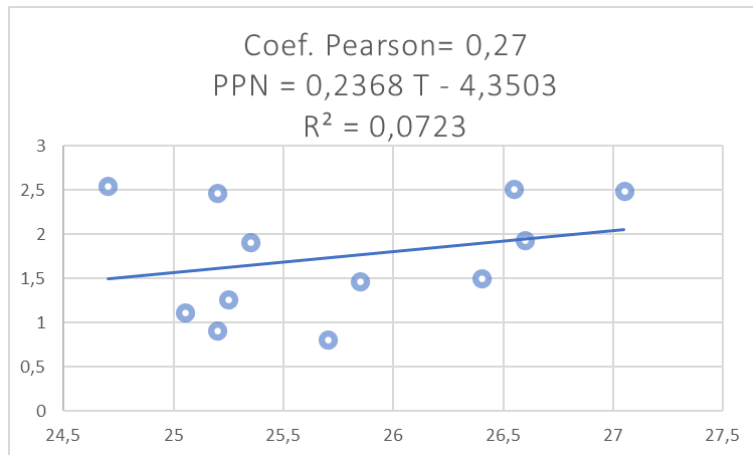
**Figura 6** Correlación entre la PPN (Y) y Temperatura media mensual anual siendo variable (X).

En la imagen de la correlación entre la PPN y temperatura media mensual (TMA) (**Figura 8**) presentó una correlación baja con una relación débil. En la regresión lineal se puede observar que, a menor temperatura más alta en la productividad primaria neta, en este caso 2,5 kg/m<sup>2</sup> para los 25 °C.



**Figura 7** Correlación entre la PPN (y) y Temperatura media mensual (x) 2010.

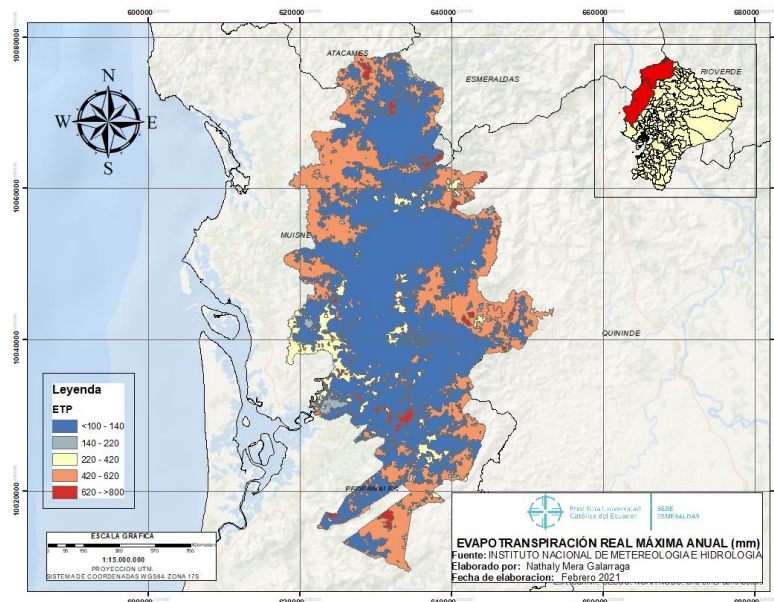
En la imagen de la correlación del año 2010 (**Figura 9**) presentó una correlación moderada y una relación débil. En cuanto a la regresión lineal se puede seguir observando que entre menor temperatura mayor es la PPN.



**Figura 8** Correlación entre la PPN (y) y Temperatura media mensual (x) 2019.

En la imagen de la correlación del año 2019 (**Figura 10**) presentó una correlación muy baja con una relación débil, pero siendo independientes entre sí. Donde la PPN es de 2,5 kg/m<sup>2</sup> con la temperatura mínima que va desde los 24,7 °C. Lo que indica que a menor temperatura mayor productividad primaria neta.

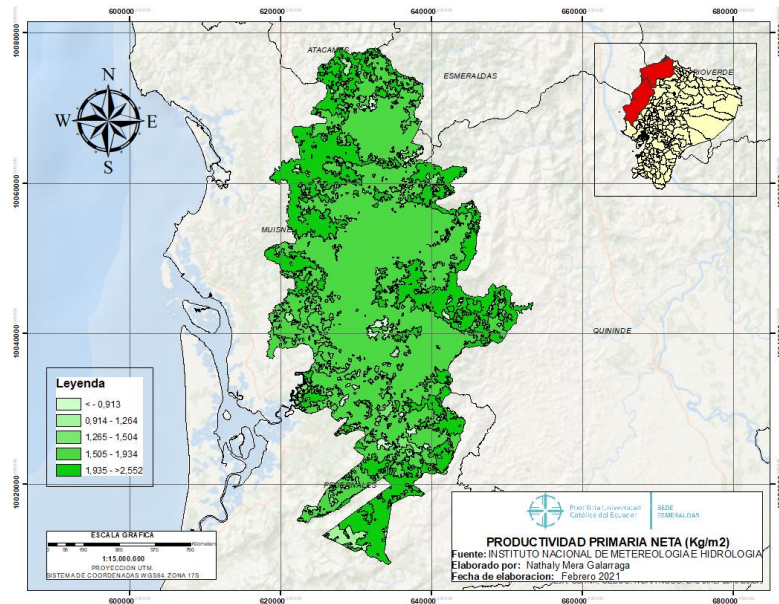
### 4.3. Generación de mapas temáticos



**Figura 9** Evapotranspiración Real anual (mm).

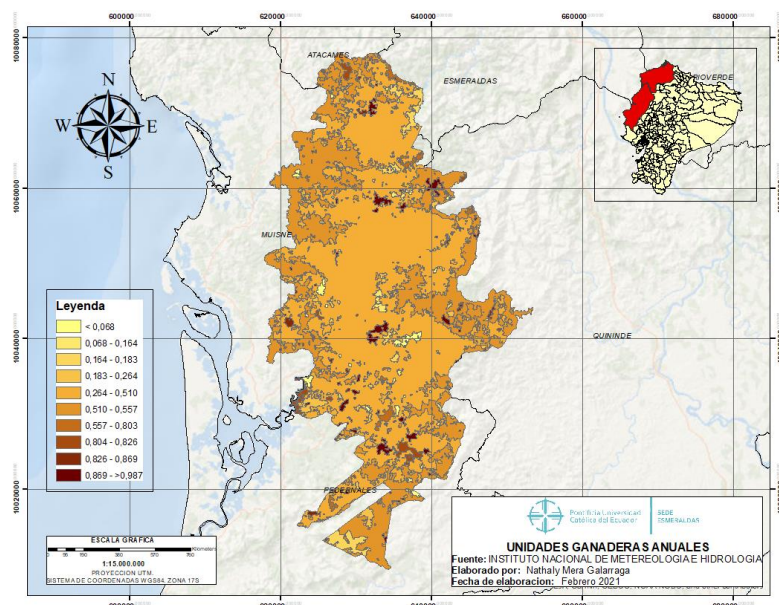
En la imagen de la Evapotranspiración Real anual (**Figura 6**) presentó Evapotranspiración que varía entre menor igual a 120 mm como mínimo y mayor

igual a 800 mm como máximo, observando que hay más evapotranspiración de 120 mm a 140 mm en mayor parte del área de estudio.



**Figura 10** Productividad Primaria Neta kg/m<sup>2</sup>.

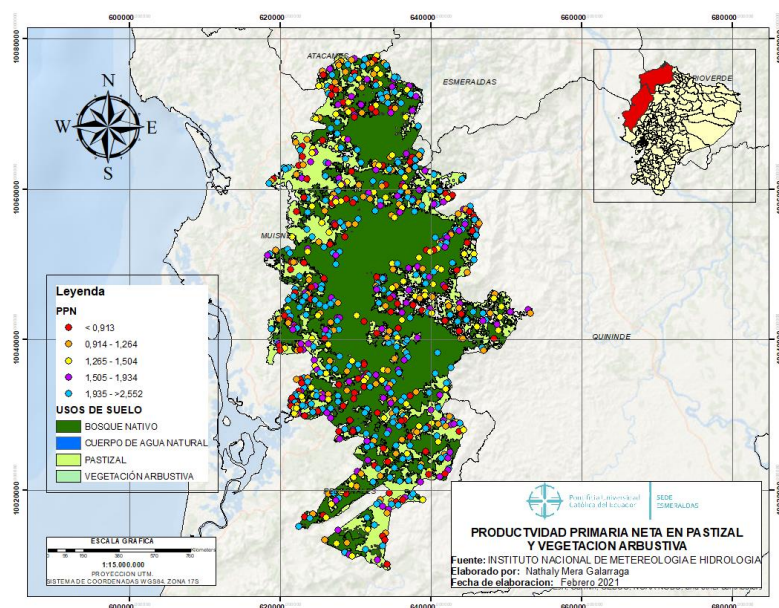
En la imagen de la Productividad Primaria Neta (**Figura 7**) presenté productividad primaria neta (PPN) de entre 0,913 como mínimo hasta 2,552 como máximo, observando que la mayor cantidad de PPN en la Reserva Ecológica Machi Chindul (REMACH) oscila entre el 1,265 hasta 1,501 kg/m<sup>2</sup>.



**Figura 6** Carga Cinética Ganadera.

En la imagen de Carga Cinética Ganadera anuales mensuales (**Figura 11**) presentó una carga ganadera media de entre el 0,264 al 0,510 DDH/100mm y con mayor carga en las zonas de pastizales con 0,56 a 0,80 DDH/ 100mm del área de estudio. Se observó que al ser una reserva ecológica los índices de carga cinética ganadera son relativamente altos por lo que se ve la incrementación de la barrera agropecuaria, generando la producción de pastizales para el consumo del ganado en el área.

#### 4.4. Contraste de los efectos de las actividades agropecuarias y la productividad primaria neta



**Figura 7** Identificación de los efectos ganaderos y agrícolas en la Reserva Ecológica Mache Chindul.

En el mapa (**Figura 12**) también se puede observar la cantidad de productividad primaria escasa en las zonas de pastizal que es en el que se encuentran la carga ganadera y en el cultivo también existe baja productividad primaria solo que a diferencia de la ganadería este tiene menos hectáreas de uso dentro de la reserva ecológica, dando a notar que la franja agropecuaria va en crecimiento dentro del área de estudio.

## 5. Capítulo V: Discusión

El uso de las herramientas SIG y de las imágenes satelitales para el análisis de la Productividad Primaria Neta son las más usadas ya que ofrecen grandes beneficios a la hora de realizar un análisis a diferencia de los métodos *in situ*(4), lo cual coincide con lo que se realizó el presente trabajo de investigación, debido a que facilitó este análisis de la PPN porque se necesita de una visita de campo para la medición del terreno lo que puede resultar limitante y prohibitivo y más en el caso de las áreas protegidas en cuanto al tiempo, acceso y recursos, como es el caso del área de estudio que es una Reserva Ecológica.

La identificación de las actividades agrícolas y ganaderas se realizaron por medio de imágenes satelitales y una base de datos geográficos que fue proporcionado por el Ministerio del Ambiente y Agua en las que se encuentran los datos de pastizales y cultivo, en la que realizó un mapa de ocupación en las que se tomó en cuenta los pastizales en lo que representa una porción notable de hectáreas, y cultivos permanentes mostrando que en los cultivos tienen menos hectáreas utilizadas, aun así, contribuye a un impacto notable en el suelo de la Reserva Ecológica, por lo que concuerda con el estudio de Muñoz en la REMACH, en la que utilizaron imágenes satelitales Landsat 7 para estimar la cobertura vegetal entre ellas los pastizales, cultivo, etc., en el que se estimó que dentro del área de estudio el incremento del cultivo de pasto, cultivos, tala e incremento de la población ha ocasionado la baja producción primaria neta (32).

La presente investigación, pudo identificar con facilidad el análisis de la PPN en cuanto a las actividades agrícolas y ganaderas en la REMACH; lo que coincide con Novillo(33), ya que usa las herramientas SIG para estudio, investigación y posterior creación de un modelo de Productividad Primaria Neta y como esta puede ayudar a conocer las zonas que han sido afectadas por las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, además de ser una guía de referencia para la prevención y control en el crecimiento de la franja agropecuaria.

Para la relación existente entre la productividad primaria neta y la variabilidad climática dentro del área de estudio, se realizó un modelo para su estimación con una regresión lineal con las dos estaciones meteorológicas elegidas, con la finalidad de crear una serie de diez años de los datos. La relación que se obtuvo

mediante el análisis estadístico definió las temperaturas medias anuales y las precipitaciones anuales. La evapotranspiración potencia, evapotranspiración real anual que se obtuvieron mediante la fórmula de Thornthwaite, y al contar con estos datos se procedió a utilizar la fórmula de Rosenzweig para la Productividad Primaria Neta del área, mientras que en el estudio de Novillo(33) emplearon una regresión lineal para crear una serie de veinte años con más de 5 estaciones obteniendo con este resultado mapas de precipitación y temperatura. En el caso de la obtención de los demás datos se utilizaron las mismas formulas.

Según el estudio de Morales realizada en México(26), donde utilizó el análisis estadístico para poder ver la relación que existe entre la PPN y la temperatura, en su caso la relación entre estas dos variables es alta lo que quiere decir que estas dos variables son relacionables y que mientras a menos temperatura mayor Productividad Primaria Neta. Al tener estos datos referentes a la PPN y la Temperatura media mensual anual se aplicó el método estadístico de correlación Coeficiente de Pearson y regresión lineal, una con los datos medios mensuales anuales donde a menor temperatura mayor productividad primaria neta y los otros dos con los años 2010 y 2019 en los que se estimó que a menor temperatura variando entre los 25 °C a 26.5 °C, mayor es la productividad primaria neta variando entre 2,5 kg/m<sup>2</sup>, pero todas con relación moderada-bajo.

Esto como facilidad a la hora de crear los mapas de temperaturas, evapotranspiración y precipitaciones, donde se evidencia temperaturas de entre los 23 °C como mínimo y a los 33 °C como máximo, la precipitación entre los 100 a 200 mm como cantidades mínimas y de 600 a 900 mm y en la evapotranspiración se encuentra de 120 mm como mínimo y mayor igual a 800 mm como máximo dentro de la Reserva Ecológica,

En el estudio de Novillo (33) para la productividad primaria tuvo estrecha relación con la temperatura y precipitaciones. Al realizar el mapa temático se tomaron en cuenta estas variables dando como resultado que la cantidad de Productividad Primaria Neta producida es de 1,265 hasta 1,501 kg/m<sup>2</sup>.

En la carga cinética ganadera se obtuvieron los datos necesarios a partir del número de hectáreas utilizadas para esta actividad que fue proporcionada por el MAAE de su base de datos geográficos y de la precipitación media mensual

anual. El mapa temático a partir de estos datos arrojó que hay una cantidad considerablemente alta de productividad de pastizales lo que representa un incremento en la franja ganadera dentro de la Reserva Ecológica Mache Chindul disminuyendo de esta forma la PPN en estos lugares de pastoreo por parte del ganado, mientras que el estudio de Novillo(33) en su área de estudio no se encuentra amenazado por esta actividad ya que es baja la producción de pastoreo y alta la Productividad Primaria neta.

El mapa base en el que se contrastó la PPN con las actividades agropecuarias mostró que las actividades agrícolas y ganaderas tienen presencia latente dentro del REMACH. El que más presenta actividades en el área es la ganadería debido a la alta presencia de pastizales, lo que representa una baja producción primaria en estas zonas. Coincidiendo con la investigación de Maldonado y Zamora (16) donde se demuestra que el cambio de la cobertura vegetal por medio de estas actividades hacen que la PPN no se genere como debería.

## 6. Capítulo VI: Conclusiones

- Se identificaron las actividades agrícolas como el cultivo permanente y semipermanente y actividades ganaderas como el cultivo de pastizal para el ganado en la Reserva Ecológica Mache Chindul con imágenes satelitales de un periodo de diez años 2010-2019, en las que se observó los cambios de la productividad primaria a medida que estas actividades crecían dentro de la reserva, ocasionando problemas en la cobertura vegetal.
- El análisis estadístico de Coeficiente de correlación y Regresión Lineal determinaron que el área de estudio la Productividad Primaria Neta y la temperatura tienen relación moderada- muy baja entre sí, y que cuando exista menor temperatura mayor será la PPN.
- El análisis de la Productividad Primaria Neta en contraste con las actividades agropecuarias determinó que hay un aumento notable en el crecimiento de la frontera agrícola, ganadera y pecuaria dentro del REMACH ocasionando que la generación de PPN sea escasa y que el suelo del área se degrade con mayor rapidez, debido a que cuenta con cantidades considerables de pastizal que se determinó en el cálculo de la carga cinética ganadera.

## 7. Capítulo VII: Recomendaciones

- La difusión de estas identificaciones de actividades agropecuarias en la Reserva Ecológica Mache Chindul para que las autoridades empleen soluciones referentes a la extensión de estas actividades, evitando que ocurran problemas en la producción de PPN.
- Al poder existir otros factores que no permitan que la relación entre la PPN y la temperatura sea perfecta, es recomendable que para próximos estudios se tomen en cuenta más variables físicas las cuales se relacionen con la Productividad Primaria Neta.
- Las regulaciones que son competencia de las autoridades pertinentes no decaigan y que se fortalezcan para poder parar con el crecimiento de la franja agropecuaria y que con el tiempo la Productividad Primaria Neta no sea escasa en las zonas donde se realizan estas actividades.

## Bibliografía

1. Quinto H, Ramos Y, Abadía D. La Caída De Hojarasca Como Un Bosque Pluvial Tropical En. 2007;28–41.
2. Gomez I, Gallopín G. del mundo en relación a factores ambientales. Ecol Austral [Internet]. 1991;1:24–40. Available from: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral\\_v001\\_n01\\_p024.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v001_n01_p024.pdf)
3. Iñigues D. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CENTRO ADMINISTRATIVO Y TURÍSTICO DE LA RESERVA ECOLOGICA MACHE CHINDUL, LOCALIZADO EN EL SECTOR LA “Y” DE LA LAGUNA, CANTON QUININDÉ PROVINCIA DE ESMERALDAS. Phys Rev E [Internet]. 2011;24. Available from: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/377/4/Muñoz\\_Zapata\\_Adriana\\_Patricia\\_Artículo\\_2011.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/377/4/Muñoz_Zapata_Adriana_Patricia_Artículo_2011.pdf)
4. Muñoz JL, Cuasquer E, Moncayo O, Delgado D. Protección del Ambiente Aplicación de percepción remota para la detección de cambios en la cobertura boscosa de la reserva ecológica. Protección del Ambient. 2016;(16):76–93.
5. Basili C, Sanchez S. Comportamiento de la Producción Primaria Neta Aérea, del Carbono Orgánico del Suelo y del Nitrógeno total en estepas de halófitas bajo pastoreo. J Soc Am. 1935;27(1):263–263.
6. Raya J, Ramírez J, Aguirre C, Covarrunbias J. consecuencias del Cambio Climatico. Inspiration.org. 2013;1.
7. Días J. Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Univ Complut Madrid [Internet]. 2015;(Junio):77. Available from: [https://eprints.ucm.es/id/eprint/31423/1/TFM\\_Juan\\_Diaz\\_Cervignon.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/31423/1/TFM_Juan_Diaz_Cervignon.pdf)
8. Anrango P. Programa de desarrollo agroturístico para la comunidad “La Y de la laguna” Reserva Ecológica Mache Chindul Quinindé-Esmeraldas. 2013.
9. Karin Zárate C. Manual para la Gestión Operativa de las Áreas

- Protegidas de Ecuador. 2013;1–194. Available from:  
<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/04-Manual-para-la-Gestión-Operativa-de-las-Áreas-Protegidas-de-Ecuador.pdf>
10. Smith GA, Ritter D, Tuggle WP, Dudley N (Editor), Paladines R, Lopez L, et al. TURISMO Y ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS EN COSTA RICA\_ ENFRENTAMIENTO O CONCERTACIÓN type of tourist ULATE [Internet]. Vol. 2, International Journal of Scientific Management Tourism. 2008. 448–468 p. Available from:  
<https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/PAPS-016-Es.pdf>
  11. Yáñez P. Las áreas naturales protegidas del Ecuador: características y problemática general. WorksBepressCom [Internet]. 2016;(May). Available from: <https://works.bepress.com/patricio-ynez/7/download/>
  12. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Areas Protegidas del Ecuador: socio estrategico para el desarrollo. 2016;20. Available from:  
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Areas+Protegidas+del+Ecuador.pdf/390b099f-6f57-4d38-bf17-cea3a138caf5>
  13. Inzunza J. Metereología Descriptiva. 2007;35–57. Available from:  
[http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/metodologia\\_descriptiva/cap2.pdf](http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/metodologia_descriptiva/cap2.pdf)
  14. Jiménez RMR, Capa ÁB, Lozano AP. Meteorología Y Climatología [Internet]. 2009. Available from: <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
  15. DÍAZ I, CERONI M, LÓPEZ G, ACHKAR M. ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA INTENSIFICACIÓN SPACE-TEMPORAL ANALYSIS OF AGRARIAN INTENSIFICATION AND ITS INCIDENCE IN NET PRIMARY PRODUCTIVITY . METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR URUGUAY 2000-2011 AGRARIENNE ET DE SON INCIDENCE SUR LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE N. Rev Electron del Medio Ambient. 2011;24–40.
  16. Maldonado Alba NJ, Zamora Morantes GM. Estimación de la productividad primaria neta en coberturas de bosque seco tropical a partir de imágenes satelitales landsat 8 OLI TIRS. 2017;97. Available from:  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5398/2/MaldonadoAlba>

NellyJohana2017.pdf

17. Encalada F. EL ACUERDO MULTIPARTES ENTRE LA UNIÓN EUROPEA Y ECUADOR: IMPACTO EN EL SECTOR GANADERO ECUATORIANO. 2017;91(c):399–404.
18. Moreira M. ANÁLISIS DEL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN DE CARNE DE VACUNO EN EL CANTÓN ESMERALDAS. 2014.
19. Costa I, Castro T, García R, Romojaro C, Mesa del Castillo L, Victoria F. LA INICIATIVA DE ECORRESPONSABILIDAD AGRICULTURA MURCIANA COMO SUMIDERO DE CO<sub>2</sub>. 2010;
20. Iturralde Fiallo JI. Colegio de Administración y Economía Importancia del Sector Agrícola en una Economía Dolarizada José Ignacio Fiallo Iturralde Importancia del Sector Agrícola en una Economía Dolarizada José Ignacio Fiallo Iturralde. 2017.
21. Buzai GD. Sistema de información geográfica (SIG): Teoría y aplicación. 2013. 312 p.
22. Sáenz Saavedra N. Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones. Ing e Investig. 1992;(28):31–40.
23. IGN. Conceptos cartográficos. IGN UPM-LatinGEO [Internet]. 2014;21. Available from:  
[http://www.ign.es/web/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos\\_Cartograficos\\_def.pdf](http://www.ign.es/web/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf)
24. Casagrande Campoverde EJ. Universidad católica de santiago de guayaquil. 2014;1–125.
25. Tiedemann JL. sistemas pastoriles de Panicum maximum derivada de NDVI MODIS y su respuesta ante sequías. 2011;(1987):99–111.
26. Cepeda-Morales J, Galoxiola-Castri G, Durazo R, De la Cruz-Orozco M. Productividad primaria modelada, 1998–2006. 2006;(3918):1998–2006.
27. Blanco L. Patrones espaciales y temporales de la productividad primaria neta aérea herbácea y leñosa en el Chaco Árido (Argentina). 2017;221.
28. Constitución de la Republica del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Incluye Reformas [Internet]. 2015;1–136. Available from: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
29. SCDB. Convenio sobre Diversidad Biológica. Secr Conv Biol Divers

- [Internet]. 1992;1–34. Available from:  
<http://www.cbd.int/convention/convention.shtml>
30. Asamblea Nacional Ecuador. Código del ambiente. 2017;1–92. Available from: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
  31. International Standard - Geographic Information. Iso19115. 2003;2019.
  32. Muñoz J, Andrade M, Gonzales B. Cambio Multitemporal De La Cobertura Vegetal Y Fragmentación En La Reserva Ecológica “Mache-Chindul” Ecuador. *Eur Sci Journal, ESJ*. 2016;12(30):152.
  33. Novillo Camacho C, Beneitez J, Calcerrada RR. Modelo de estimación de la productividad primaria neta para determinar actividades forestales sostenibles a escala regional. 2006;339–51.
  34. Ortega M. EL COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS RANGOS DE SPEARMAN CARACTERIZACION. *Rev Habanera Ciencias Médicas*. 2009;8.
  35. Támara LG. Correlación y regresión. *Análisis Explor datos*. 2019;143–78.
  36. Hacker RB, Smith WJ. An evaluation of the DDH/100 mm stocking rate index and an alternative approach to stocking rate estimation. *Rangel J*. 2007;29(2):139–48.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2	Calculo de Carga Cinetica Ganadera													
3	media mensual anual	Hectareas	Cabeza de ganado	/100				DDH/100mm						
4	ENERO	295,9	1800	500		2,96		34,26						
5	FEBRERO	333,5	900	120		3,34		14,59						
6	MARZO	306,03	15300	1500		3,06		11,69						
7	ABRIL	315,04	126000	20000		3,15		18,39						
8	MAYO	139,15	16200	2000		1,39		32,38						
9	JUNIO	76,45	900	120		0,76		63,66						
10	JULIO	134,83	900	120		1,35		36,09						
11	AGOSTO	44,3	270000	50000		0,44		152,58						
12	SEPTIEMBRE	29,25	9900	750		0,29		94,54						
13	OCTUBRE	54,81	7200	800		0,55		73,99						
14	NOVIEMBRE	33,59	78300	7000		0,34		97,14						
15	DICIEMBRE	72,56	900	120		0,73		67,07						

Imagen 3. Calculo de la Carga Cinética Ganadera

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	C
1	FID	Shape *	OBJECTID	codigo_de	cobertura	cobertura0	cobertura1	anio_de_r	area_sup€	Shape_Le	Shape_Ar				
2	0	Polygon ZM	1	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	21600	780	21600				
3	1	Polygon ZM	2	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	3600	300	3600				
4	2	Polygon ZM	3	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	68400	1440	68400				
5	3	Polygon ZM	4	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	25200	465,579768	4206,69077				
6	4	Polygon ZM	5	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	21600	709,23754	15124,9254				
7	5	Polygon ZM	6	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	18000	660	18000				
8	6	Polygon ZM	7	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	25200	900	25200				
9	7	Polygon ZM	8	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	900	120	900				
10	8	Polygon ZM	9	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	16200	840	16200				
11	9	Polygon ZM	10	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	11700	480	11700				
12	10	Polygon ZM	11	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	11700	480	11700				
13	11	Polygon ZM	12	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	514800	2959,26687	317927,27				
14	12	Polygon ZM	13	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	12600	600	12600				
15	13	Polygon ZM	14	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	784800	383,56225	1744,84694				
16	14	Polygon ZM	15	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	1267200	4874,24437	509621,785				
17	15	Polygon ZM	16	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	16200	660	16200				
18	16	Polygon ZM	17	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	41400	1680	41400				
19	17	Polygon ZM	18	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	18900	660	18900				
20	18	Polygon ZM	19	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	222300	3900	222300				
21	19	Polygon ZM	20	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	16200	314,33677	4362,37756				
22	20	Polygon ZM	21	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	34200	1140	34200				
23	21	Polygon ZM	22	FF010	CULTIVO PERMANE	TIERRA AGROPECUARI	CULTIVO PERMANENT	2014	22200	1020	22200				

Imagen 4. Base de datos del servicio Sistema de administración de inventario en línea del MAAE ([http://ide.ambiente.gob.ec/geoserver/mae\\_ide/wms](http://ide.ambiente.gob.ec/geoserver/mae_ide/wms))