



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE ESTADÍSTICA

*ANÁLISIS MULTIVARIANTE PARA EL ESTUDIO DE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y
DE FLUJO DE CALOR, EN UN ECOSISTEMA DE MANGLAR EN PANAMÁ*

ESTUDIANTE: RUTH MADELENE GONZÁLEZ REINA

CÉDULA: 8-948-427

ASESORADA POR: DRA. MITZI CUBILLA MONTILLA

Co-ASESORA: DRA. NATHALIA TEJEDOR FLORES

AÑO LECTIVO 2022

Proyecto de Tesis presentado para
optar por el título de Licenciada de
Ingeniería en Estadística.

Pagina para firma del tribunal examinador

Dedicatoria

A mis padres Julio González y Elicia Rivera por guiarme en el buen camino, a mis hermanas que me impulsaron a seguir, mi pareja por estar siempre presente, mis tías Liciria y Marcela por inundarme de conocimiento e impulso para escoger esta carrera, a mis amigas Yenifer y Juana por ser un motor para no desistir en el camino.

Agradecimientos

Mis agradecimientos a la escuela de estadística por su labor, a mis profesores en especial a la Dra. Mitzi cubilla Montilla y la Dra. Nathalia Tejedor quienes con la gran enseñanza de sus conocimientos hicieron que pueda crecer en este proyecto como profesional, gracias a cada una de ustedes por la dedicación, el apoyo incondicional, la paciencia y la amistad.

Contenido

Introducción.....	12
Capítulo I.....	14
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Pregunta de investigación.....	15
1.2.1. General	15
1.2.2. Especificas.....	16
1.3. Objetivos	16
1.4. Hipótesis.....	16
1.5. Alcance del trabajo	16
1.6. Limitaciones esperadas	17
1.7. Justificación del trabajo	17
Capítulo II.....	18
2.1 Fundamento Teórico: Los Manglares	19
2.1.1 Ecosistema de Manglar	19
2.1.2 Importancia de los manglares para los seres humanos.....	19
2.1.2 Beneficios de los manglares	20
2.1.3. Ecosistemas de Manglar a nivel mundial	21
2.1.3.1. Manejo de los manglares en América Central.....	23
2.1.4 Especies de manglares en Panamá	24
2.2 Fundamento Estadístico: Análisis de Componentes Principales.....	29

.2.1.	Pasos en el análisis factorial de componentes principales	30
.2.1.1.	Calcular la matriz de correlación.....	30
.2.1.2.	Extracción de los factores necesarios para representar los datos	31
.2.2.	Examen de la matriz de correlaciones	32
.2.2.1.	El determinante de la matriz de correlaciones.....	33
2.2.2.	Medida de Kaiser-Meyer-Olkin.....	33
▪	Test de esfericidad de Bartlett	33
2.2.2.	Valores propios y Matriz de carga.....	34
2.2.3.	Rotación de factores.....	35
2.2.4.	Cálculo de las puntuaciones factoriales	36
2.2.4.1.	Método para calcular las puntuaciones	37
Capítulo III	38
3.1.	Diseño y tipo de investigación	39
3.2.	Población.....	39
3.3.	Diseño de la muestra.....	39
3.4.	Definición de variable	39
3.5.	Recolección de los datos	45
3.6.	Procedimiento.....	47
3.7.	Análisis estadístico realizado	48
Capitulo IV	49
4.1.	Presentación y análisis de resultados	50

4.2.	Diagrama de cajas	50
4.3.	VARIABLES METEOROLÓGICAS	52
4.3.1.	Tabla de comunalidades	53
4.3.2.	Matriz de correlación	55
4.3.3.	Prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de Bartlett	55
4.3.4.	ACP.....	56
4.3.5.	Gráfico ACP	59
4.4.	VARIABLES METEOROLÓGICAS RELACIONADAS CON LOS FLUJOS DE ENERGÍA	60
4.4.2.	Matriz de correlación	63
4.4.3.	Prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de Bartlett	64
4.4.4.	ACP.....	65
4.4.5.	Gráfico ACP	68
	Conclusiones.....	70
	Recomendaciones	72
	Referencias Bibliográficas	73
	ANEXOS.....	79

Índice de tablas

Tabla 1. definición de especies de mangle que habitan en Panamá.....	24
Tabla 2. Descripción de las variables meteorológicas	39
Tabla 3. Descripción de las variables de flujo de energía	40
Tabla 4. Definición Conceptual y Operacional de las variables.....	42
Tabla 5. Resumen estadístico. (variables meteorológicas).....	52
Tabla 6. tabla de comunalidades (variables meteorológicas)	54
Tabla 7. Prueba de KMO y Bartlett. (Variables meteorológicas).....	56
Tabla 8. Valores propios y porcentaje de la varianza explicada por cada componente. (variables meteorológicas)	56
Tabla 9. Matriz de carga del ACP. (variables meteorológicas).....	58
Tabla 10. Resumen estadístico. (variables relacionadas al flujo de energía).	60
Tabla 11. tabla de comunalidades (variables de <i>energía</i>).	62
Tabla 12. Prueba de KMO y Bartlett. (flujo de energía).....	64
Tabla 13. Valores propios y porcentaje de la varianza explicada por cada componente. (variables de energía)	65
Tabla 14. Matriz de carga del ACP. (variables de energía)	67

Índice de Figura

Figura 1. Superficie y ubicación de los manglares en la República de Panamá.	28
Figura 2. Transformación de la matriz original en componentes principales	29
Figura 3. Análisis de componentes principales (ACP).	32
Figura 4. Gráfico de Sedimentación del número de componentes a retener.	34
Figura 5. Fórmula para calcular la puntuación de los factores.	36
Figura 6. Localización de la zona de estudio.	45
Figura 7. Ubicación de la zona de estudio.	45
Figura 8. Vista aérea de la Torre de Medición, ubicada en el Manglar Juan Díaz.	46
Figura 9. Esquema de la Torre Meteorológica. Fuente: CIHH.	46
Figura 10. Diagrama de Temperatura del Suelo.	50
Figura 11. Temperatura del aire	51
Figura 12. Diagrama de cajas Velocidad del viento.	51
Figura 13. Matriz de correlación de las variables meteorológicas.	55
Figura 14. Gráfico de Scree.	58
Figura 15. Gráfico del ACP.	60
Figura 16. Matriz de correlación.	64
Figura 17. Gráfico de Scree.	67
Figura 18. Gráfico del ACP.	69

Índice de anexos

Anexo 1: Script utilizado para el análisis de componentes principales en el software estadístico Rstudio	79
Anexo 2: Script utilizado para elaboración de caja de bigotes en el software estadístico en Rstudio	81
Anexo 3. Imágenes tomadas en el manglar de Juan Díaz durante las visitas realizadas al sitio	83

Resumen

Se analiza la importancia de los manglares en la república de Panamá en el sector de Juan Diaz, las variables del ecosistema de manglar y sus aportes al cambio climático, así como los beneficios a futuros que estos nos brindan, su importancia, la cual con el paso de tiempo se han dado cuenta de que es clave para los efectos del cambio climático como su absorción de carbono y mejoras en las temperaturas. El ecosistema de manglar en la zona de estudio es de gran valor ecológico ya que constituye un gran potencial biológico para las especies que allí habitan.

La metodología de la investigación tuvo un enfoque no experimental, donde los datos fueron recolectados en su estado natural a partir de instrumentos de medición específicos. Se busco analizar las distintas variables que producen los manglares y su impacto en el cambio climático, para esto se trabajó los datos provenientes de los sensores instalados en la Torre Hidrometeorológica en los manglares de Juan Diaz, se utilizaron las bases de datos por separado, dividiéndola en dos bases: variables meteorológicas y variables de flujo de calor.

Como siguiente paso, se trabajó un análisis de componentes principales para reducir la cantidad de variables a analizar y encontrar su relación, logrando obtener 4 comunalidades por cada base de datos visualizando cuales tienen mayor relación e influyen en el cambio climático.

Se pudo observar que existe relación en los ecosistemas de manglares y el cambio climático y sus beneficios que puede aportar la conservación de estos ecosistemas. Entre las variables se pudo destacar que la velocidad del viento, temperatura del aire y la temperatura del suelo tienen una mayor relación con el comportamiento de la de temperatura en el manglar.

Introducción

Los manglares son bosques de mangle, unos árboles que viven semisumergidos en las marismas litorales de algunas zonas tropicales y subtropicales. Se forman en bahías, lagunas costeras de aguas salobres y en los estuarios y desembocadura de los ríos. Los manglares juegan un papel importante en la sostenibilidad de los trópicos y subtrópicos y constituyen uno de los sistemas esenciales que brindan múltiples beneficios a las zonas costeras. En muchas regiones del mundo, los manglares contribuyen a la producción de recursos alimenticios y sirven de apoyo para el sostenimiento de la economía. Por tanto, el monitoreo y análisis de las variables meteorológicas presentes en los manglares es fundamental no solo para diversas actividades socioeconómicas, sino también para la previsión de recursos hídricos y alimentarios.

En este sentido, el desarrollo de este trabajo busca generar conocimientos sobre los aportes del manglar para la ciudad de Panamá, ciudad cercana y dependiente de su costa, la cual tiene una gran vulnerabilidad ante el cambio climático. Los efectos del cambio climático a nivel mundial están afectando a los ecosistemas de manglar, en general a su funcionamiento, estos efectos van de la mano con la actividad antropogénica desde la utilización de combustibles fósiles, el incremento de industrias y cambios en el uso del suelo. Es así como, con los datos recolectados durante el periodo de noviembre de 2017 a junio de 2018 en el manglar de Juan Díaz, se busca analizar el comportamiento de las variables climáticas y flujo de calor y establecer relaciones de similitud y disimilitud entre las mismas, para generar información importante que tome en cuenta el comportamiento conjunto de las variables meteorológicas, a partir del análisis multivariante de los datos.

El estudio se ha estructurado en cuatro capítulos. En el Capítulo I se elabora el planteamiento del problema, así como los objetivos, hipótesis, justificación y las limitaciones encontradas. En el Capítulo II se presenta el marco teórico en donde se desarrollan todos los aspectos relacionados con un ecosistema de manglar y la herramienta estadística a ser implementada. En el Capítulo III definiremos el marco metodológico, que comprende el diseño y tipo de investigación, las variables de estudio, la unidad de análisis, describiremos los instrumentos de medición utilizados y el procedimiento para la recolección de los datos, además de la metodología estadística a utilizar, en este caso, el Análisis de Componentes Principales. Finalmente, en el capítulo IV presentamos los resultados y análisis de los datos, para continuar a presentar las conclusiones y recomendaciones producto de la tesis.

Capítulo I

Aspectos generales

1.1. Planteamiento del problema

Los principales factores que actualmente amenazan la existencia de los manglares son los relacionados con el cambio climático. Para determinar estos posibles cambios, la información tiene que estar basada en datos confiables y precisos, ya que es inadecuado cuantificar procesos atmosféricos a mediano o largo plazo sin previamente determinar los posibles sesgos en las mediciones. En este sentido, las estaciones meteorológicas tienen un impacto positivo sobre los manglares, ya que están diseñadas para recolectar series de datos atmosféricos como temperatura, velocidad del viento, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica, entre otros datos, que a su vez ayudan a predecir algunos modelos de clima. En consecuencia, con lo anterior, en los manglares del corregimiento de Juan Díaz, se recolectan datos provenientes de los sensores instalados en la Torre Hidrometeorológica, la cual almacena un conjunto de parámetros detallados de variables meteorológicas, información que no ha sido lo suficientemente explorada y analizada. La torre, situada a 30 metros de altura, realiza mediciones meteorológicas y de gases desde el año 2016.

En consecuencia, esta tesis trata de establecer un criterio de análisis conjunto de variables meteorológicas y de flujo de energía, que valide la obtención de los datos, para que dichos análisis puedan ser usados en decisiones que tengan impacto en el ecosistema de manglar.

1.2. Pregunta de investigación

1.2.1. General

- ¿Qué relación tienen las variables meteorológicas en el manglar ubicado en Juan Díaz en Panamá?

1.2.2. Especificas

- ¿Cuál es la situación de los manglares ubicados en Juan Diaz, Panamá?
- ¿Cómo es el comportamiento de las variables meteorológicas en el ecosistema de manglar ubicado en Juan Diaz, Panamá?

1.3. Objetivos

- Describir el comportamiento multivariante de variables meteorológicas y de flujo de calor medidas en un ecosistema de manglar de Panamá.
- Establecer un modelo de clima que caracterice el ecosistema de manglar de Juan Díaz, en la ciudad de Panamá.
- Analizar las variables que determinan el gradiente climatológico en un ecosistema de manglar.

1.4. Hipótesis

Existe asociación entre las variables meteorológicas, que modifican el clima en un ecosistema de manglar.

1.5. Alcance del trabajo

Con este estudio se espera cuantificar la importancia de las variables meteorológicas que provienen de los ecosistemas de manglar y con ello mejorar las políticas de protección de estos. De esta manera, esperamos entregar a las autoridades responsables del cuidado del ambiente en Panamá, un documento que valide la necesidad de mantener estaciones permanentes para la medición de datos de clima, de energía y de gases en manglares.

1.6. Limitaciones esperadas

La base de datos no está adecuadamente distribuida a través de los años; y hay ausencia de datos en ciertos periodos, por lo que fue necesario realizar una depuración y limpieza completa de la información. Además, las mediciones se realizan diariamente cada 10 minutos, pero en otros momentos se realizan cada 10 milisegundo, con lo cual se reportan miles de datos que hacen más difícil la manipulación de estos. Con todo esto, se realizó adecuación de los datos, antes de proceder a cualquier tipo de análisis.

1.7. Justificación del trabajo

Para evaluar futuros cambios climáticos es vital comprender la evolución temporal del clima. El estudio de los factores ambientales y su influencia sobre la cobertura de bosque de manglar son indudablemente valiosos en el diseño de estrategias de manejo adecuadas. Con el desarrollo de esta investigación se logra conocimiento sobre las variaciones climáticas en un ecosistema de manglar que ayudaría a definir estrategias adecuadas para su conservación.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Fundamento Teórico: Los Manglares

2.1.1 Ecosistema de Manglar

Término comúnmente empleado para identificar a los árboles y arbustos que han desarrollado adaptaciones morfológicas al entorno mareal (por ejemplo, raíces aéreas, glándulas de excreción de sal y vivíparos de semillas), así como al propio ecosistema. (Sánchez et al., 2004). Se sabe también que las raíces de los mangles estabilizan los suelos, reducen la erosión y la contaminación en las costas (Laffoley & Grimsditch, 2009).

Los manglares son bosques siempre verdes tolerantes a la sal que se encuentran a lo largo de costas protegidas, lagunas de aguas poco profundas, estuarios, ríos o deltas en 124 países y zonas tropicales, y que crecen sobre todo en sustratos blandos. El ecosistema de los manglares representa una interfase entre las comunidades terrestres y marinas (Agraz-Hernández et al., 2006) ,que reciben un aporte diario de agua del océano (mareas) y de agua dulce, sedimentos, nutrientes y depósitos de limo de los ríos de las tierras altas. Los manglares pueden formarse como árboles o arbustos en función del clima, la salinidad del agua, la topografía y las particularidades edáficas de la zona en la que existe (Baterías, 2017).

2.1.2 Importancia de los manglares para los seres humanos

La existencia de los manglares nos asegura una gran cantidad de servicios importantes de los cuales nosotros dependemos, la UNESCO se ha propuesto apoyar la conservación de los manglares, fomentando al mismo tiempo el crecimiento sostenible de sus comunidades locales. La inclusión de los manglares en las reservas de biosfera, los lugares del Patrimonio Mundial y los geoparques mundiales de la UNESCO ayuda a mejorar el entendimiento, la gestión y la protección de los ecosistemas de manglares en todo el mundo (Vanegas Montes, 2006). El istmo de Panamá es un puente que conecta ambas Américas; entre fauna y flora

nuestro país disfruta de una amplia colección de especies que se alimenta, vive y se reproduce en los ecosistemas marinos y terrestres existentes en el territorio. Con el paso de los años, la batalla contra la tala, la quema y otras actividades insostenibles para el medio ambiente se ha intensificado, lo que ha levantado la alarma de las organizaciones de protección del medio ambiente y del patrimonio (Giroto Pignot, 2000).

El Istmo de Panamá requiere esta protección ecológica para seguir creciendo y contribuyendo a la economía y la cultura del país. Estas zonas de manglares también brindan impactos positivos en relación al cambio climático y su consecuente aumento del nivel del mar, ya que son los que más dióxido de carbono absorben de la atmósfera y luego lo almacenan en la tierra. Esto es vital, ya que cuando se presenta, la retención de agua de la tierra aumenta y ayuda a controlar las diferentes masas de agua, como las lluvias y las inundaciones; cuanto más carbono se acumule, mayores serán los niveles de almacenamiento en la tierra (Lara, 1999).

2.1.2 Beneficios de los manglares

Blanco-Libreros et al., (2015), señalan que entre los principales beneficios que aportan los manglares se tiene:

- Sirven como hábitat para muchas especies de moluscos, crustáceos y peces durante las etapas tempranas de su vida, antes de que migren a mar abierto.
- Son barrera para amenazas que viene del mar como marejadas, vientos, tormentas tropicales huracanas y tsunamis de forma natural. Esta función es especialmente importante hoy en día, cuando el clima del planeta está cambiando y el nivel del mar está subiendo.

- Los árboles de mangle capturan una significativa cantidad de carbono de la atmósfera y la almacenan en sus raíces, troncos, ramas y hojas. Además, en el suelo del manglar, rico en materia orgánica, también se almacena mucho carbono.
- Un manglar en la boca de los ríos captura gran parte de estos sedimentos. Esto es muy importante porque, cuando el mar se llena de sedimento, los corales y los pastos marinos no reciben suficiente luz que necesitan para sobrevivir, afectando también a peces y a otros seres que dependen de ellos.
- Los manglares evitan que el agua salada del mar llegue a depositarse en los suelos tierra adentro, cosa que desmejora su calidad y los hace no aptos para actividades agropecuarias y/o forestales, esto se conoce como salinización de los suelos (Franco Carrillo & Barrientos Medina, 2017).

2.1.3. Ecosistemas de Manglar a nivel mundial

La extensión global de los ecosistemas de manglares se estimó en 181 000 km² en todo el mundo en 1997, pero cálculos recientes indican que ahora puede ser menos de 150 000 km². Los manglares más desarrollados crecen a lo largo de las costas húmedas protegidas (Chivian & Bernstein, 2015).

Los ecosistemas de manglares del mundo están dispersos en la mayoría de los países tropicales y subtropicales. Los manglares son sensibles a las heladas y las temperaturas bajo cero, por lo que la latitud está determinada por la temperatura del aire y se extiende al norte o al sur de estos límites solo en áreas donde las corrientes costeras alteran el clima, lo que impide que los manglares alcancen su máximo potencial en áreas extremadamente secas, especialmente aquellas afectadas por los efectos secantes de los fuertes vientos que dominan la zona. A nivel regional, los manglares suelen encontrarse a lo largo de las costas donde el oleaje es mínimo.

Como resultado, los manglares tienden a ser la comunidad vegetal dominante en las zonas intermareales asociadas con estuarios, deltas y lagunas (ONU-REDD, 2014).

Alrededor del 20% de los manglares se han perdido en los últimos años, según la ONU (Organización de las Naciones Unidas). Las comunidades de manglares desempeñan una variedad de funciones en el ecosistema general. A través de procesos de degradación microbiana y acumulación microbiana, las partículas de detritus se convierten en una fuente de alimento para una amplia variedad de organismos marinos. Además, la materia orgánica soluble que se descompone en los bosques también fluye hacia el medio ambiente cercano a la costa, donde queda disponible para varios filtradores marinos y estuarinos y carroñeros bénticos. La materia orgánica exportada de los hábitats de los manglares se usa de alguna manera, incluso por los pastizales submarinos y los habitantes de los arrecifes que pueden existir en el área. Se reconoce el papel de los manglares en la producción y el mantenimiento de las pesquerías costeras. De hecho, los manglares ya tienen otras funciones reconocidas en diferentes partes del mundo. En las áreas que experimentan huracanes o tormentas similares todos los años, los manglares se consideran un amortiguador contra las mareas y las marejadas ciclónicas que, de lo contrario, afectarían negativamente las tierras bajas.

En otros lugares, los manglares son famosos por su capacidad para estabilizar las costas sujetas a la erosión y la destrucción. Quizás uno de sus trabajos más importantes sea mantener la calidad del agua. La capacidad de extraer nutrientes del agua en circulación minimiza la posible eutrofización (acumulación de exceso de nutrientes) en las aguas costeras. Además, los sedimentos de manglares salinos y anaeróbicos (hipóxicos) tienen una capacidad limitada para separar y/o desintoxicar contaminantes comunes. Por ejemplo, algunos metales pesados se

segregan como sulfuros insolubles y ciertos contaminantes orgánicos se oxidan o degradan por la actividad microbiana (ONU-REDD, 2014).

2.1.3.1. Manejo de los manglares en América Central

En general, todos los manglares de Centroamérica son de propiedad estatal por ley. Por lo tanto, la propiedad no es un factor que fortalezca o impulse el interés en el uso sostenible a largo plazo de los manglares.

Varios países controlan estas áreas mediante la emisión de permisos y el cobro de tarifas apropiadas por extraer una determinada cantidad de producto. Algunas concesiones forestales a mediano plazo fueron provisionales. Por ejemplo, en Terraba Sierpe (Costa Rica) en, Coopemangle obtuvo una concesión de 200 hectáreas por 10 años. Otros países como Nicaragua, Guatemala y Panamá también están considerando las concesiones forestales como un mecanismo aceptable para promover el uso sostenible. Todas las actividades que convierten los manglares para otros usos se rigen por permisos (Ammour, 1999).

Las comunidades que utilizan directamente los manglares suelen depender directamente de los recursos naturales. Si bien la explotación de manglares no se considera una actividad económica, es una actividad para el consumo familiar y muchas veces una actividad de subsistencia. En este sentido, poblaciones rurales relacionadas con los manglares dependen en gran medida de los manglares. Esta dependencia no significa que estos productos no tengan potencial comercial. La dependencia de estos recursos se ve exacerbada por las condiciones económicas y el desempleo en los países de la región, particularmente en Nicaragua y Honduras. En los países más ricos de la región (Costa Rica y Panamá), el Área de Manglares


está relativamente escasamente poblada, la razón es simple, trabajar en los manglares es difícil y poco atractivo. Por lo tanto, si existe la oportunidad de brindar mano de obra para la agricultura o la industria, como hemos visto en los casos de Costa Rica y Nicaragua, aunque sea temporal, se prefiere la opción (Ammour, 1999).




2.1.4 Especies de manglares en Panamá




Se estima que Panamá tiene la mayor variedad de especies de mangle entre los países del continente americano, donde tenemos 11 de las 65 especies (no híbridadas) identificadas en el mundo (Tarté, 2013) , como se muestra en la tabla 1.




Tabla 1


Definición de especies de mangle que habitan en Panamá.

Tipo de mangle	Nombre científico	Definición	Imagen ilustrativa
Helecho de manglar	Acrostichum aureum	crece en manglares y otros lugares húmedos. tiene hojas que crecen hasta una longitud de 1,8 metros. Las pinnas son de color verde oscuro, coriáceas, alternas y muy espaciadas.	
Helecho de manglar	Acrostichum danaeifolium	crece en suelos inundados a diario por las mareas. Este es un helecho invasor que cubre grandes	

		extensiones dentro de los manglares.	
Mangle salado	Avicennia bicolor	Se encuentra en las costas del océano Pacífico oriental, desde el sur de México hasta Panamá. alcanzan un tamaño de 5–13 m de alto. Hojas ovadas, ovado-oblongas, de 8–11 cm de largo y 4.5–8 cm de ancho.	
Mangle negro	Avicennia germinans	Crece en regiones tropicales y subtropicales de América desempeña un papel clave en el ecosistema del manglar como barrera contra las mareas y resguardo, crianza y protección de la vida silvestre.	

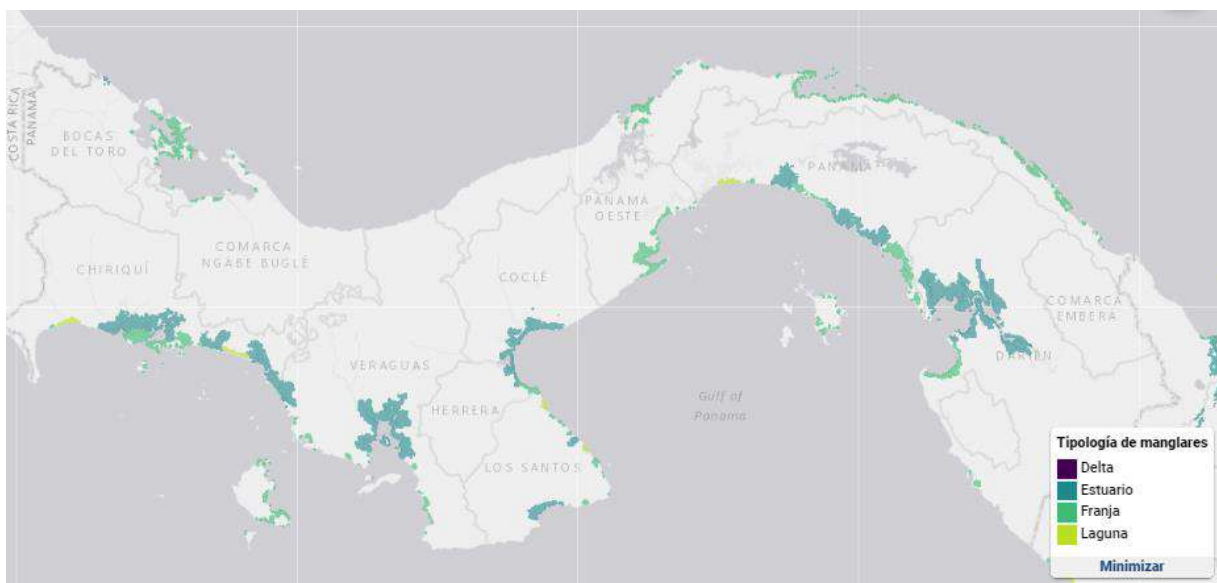
<p>Mangle botón</p>	<p>Conocarpus erectus L.</p>	<p>Crece en las costas, en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, puede crecer hasta convertirse en un árbol de hasta 20 m de altura o más.</p>	
<p>Mangle blanco</p>	<p>Laguncularia racemosa</p>	<p>es la única especie del género monotípico Laguncularia. Esta especie puede crecer en forma de arbusto, o de árbol con una altura de entre 12 a 18 m.</p>	
<p>Alcornoque</p>	<p>Mora oleífera</p>	<p>Se encuentra en manglares, esteros, desembocadura de ríos y bancos de arena. Tiene la facultad de retoñar muy bien y probablemente sus semillas regeneran en buena forma.</p>	

<p>Mangle piñuelo</p>	<p>Pelliciera rhizophorae</p>	<p>Son árboles originarios de Centroamérica desde Honduras a Ecuador. Son arboles generalmente siempre verdes.</p>	
<p>Mangle rojo</p>	<p>Rhizophora mangle</p>	<p>Es el género Rhizophora el más conocido, dominando las partes más anegadas de los ecosistemas manglar y la zona intermareal. Es una especie adaptada a ambientes salinos y tolera mayor salinidad que los otros mangles.</p>	
<p>Mangle caballero</p>	<p>Rhizophora racemosa</p>	<p>Es un árbol pequeño con raíces aéreas que parten de la base del tronco y se hunden en el suelo encharcado. Las hojas son elípticas y opuestas. Las flores son pequeñas, dispuestas en una especie de racimos.</p>	

Mangle marica	Tabebuia palustris	Habita en los manglares de la costa Pacífica, desde Costa Rica hasta el extremo noroccidental de Ecuador. En un Arbusto a arbolito, a menudo retorcido, hasta de 4 m de alto	
---------------	--------------------	--	---

Fuente: información extraída del sitio web: (*Observaciones · NaturaLista Colombia*, n.d.)

Figura 1. Superficie y ubicación de los manglares en la República de Panamá.



Fuente: Worthington & Spalding, (2018)

Respecto a la extensión de los manglares, en la figura 1 se puede ver la mayor extensión de los manglares se encuentra en la costa del Pacífico, principalmente en los golfos de San Miguel,

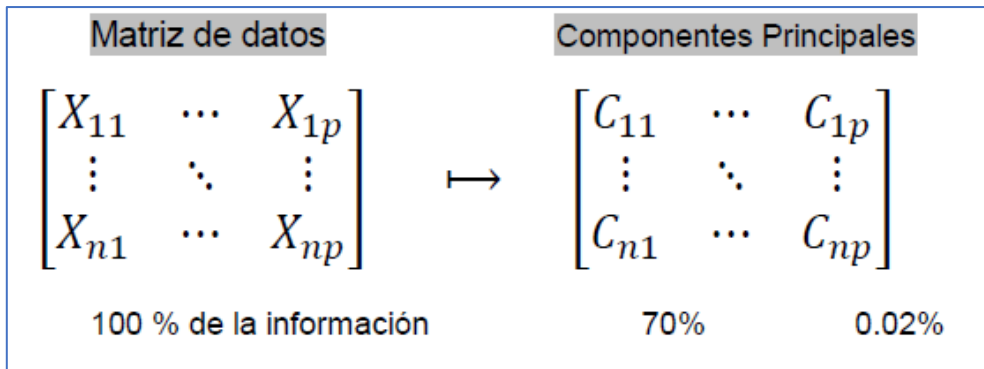
Panamá y Chiriquí, que abarcan 308,12, 568,77 y 501,33 km², respectivamente. En la costa del Caribe, la cobertura de manglares es de 163,82 km², de los que la mayor parte se concentra en la Laguna de Chiriquí, provincia de Bocas del Toro, con una superficie de 118,24 km². Colón Costa Arriba y Guna Yala tienen 15,41 y 30,17 km² de superficie de manglar, respectivamente (Averza, 2010).

2.2 Fundamento Estadístico: Análisis de Componentes Principales

Los grandes grupos de datos están cada vez más extendidos en muchas disciplinas. Para interpretar estos conjuntos de datos, se requieren métodos que reduzcan su dimensionalidad de forma que se pueda interpretar, de modo que se conserve la mayor parte de la información de los datos. Se han desarrollado muchas técnicas con este objetivo, pero el análisis de componentes principales (ACP) es una de las más antiguas y utilizadas. Su introducción se debe a (Pearson, 1901), pero su verdadero desarrollo y aplicabilidad se la debemos a Hotelling (Pérez, 2004). Sin embargo, sus aplicaciones prácticas cobraron fuerza cuando se desarrollaron los medios informáticos necesarios (Anderson & Bass, 1984) La idea del ACP es simple: reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos manteniendo toda la "variabilidad" (es decir, la información estadística) posible (Jolliffe & Cadima, 2016).

La eficacia de utilizar el ACP está en eliminar convenientemente la información redundante; para ello, transforma las variables originales (generalmente correlacionadas), en factores o variables latentes, llamadas componentes principales (CPs) -no correlacionadas- que se corresponden con las direcciones en las que los datos tienen máxima varianza. Estos CPs están ordenadas de manera que los primeros contienen la mayor parte de la información de los datos originales (Figura 2).

Figura 2. Transformación de la matriz original en componentes principales



Fuente: Cubilla-Montilla, M. (2019).

El Análisis de Componentes Principales es una técnica multivariante que ha sido empleada con frecuencia en estudios meteorológicos, ya que permite identificar el comportamiento de variables como: temperatura, presión, velocidad del viento, entre otras (Richman, 1981).

.2.1. Pasos en el análisis factorial de componentes principales

Para reducir la dimensión del conjunto de datos e identificar los componentes principales, los pasos que suelen seguir para este análisis factorial son:

- Examen de la matriz de correlaciones
- Extracción de los factores o componentes
- Rotación de Factores
- Cálculo de las puntuaciones factoriales

.2.1.1. Calcular la matriz de correlación

Dada una matriz de datos X con n filas que representan las observaciones y m columnas que representan las variables, la matriz de varianza-covarianza Σ es $m \times m$ con las varianzas en la diagonal principal y las covarianzas en los elementos fuera de la diagonal. La traza de Σ es la

varianza total de los datos. Si las columnas de X están estandarizadas con media cero y varianza unitaria, los valores de Σ serán los de la matriz de correlación de X con su traza equivalente al número de columnas de X . Un resultado estándar en álgebra lineal afirma que:

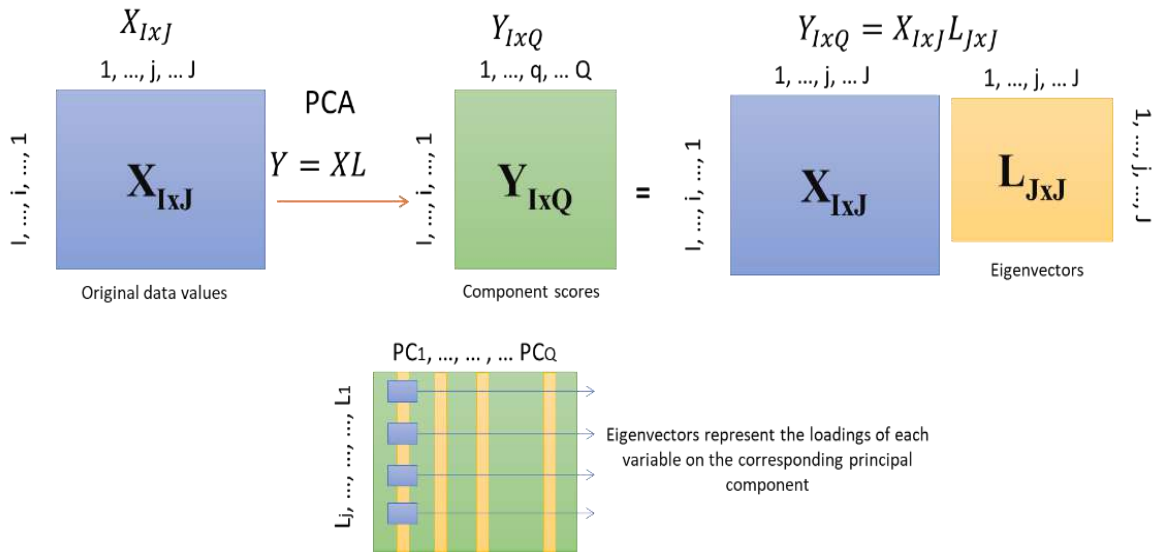
$$LVL^T = R$$

Donde V es una matriz diagonal de valores propios, L es una matriz de vectores propios y la matriz R es simétrica y definida positiva (Harris et al., 2011).

.2.1.2. Extracción de los factores necesarios para representar los datos

Las puntuaciones de los componentes se obtienen multiplicando los valores de los datos originales X por L ; la matriz de correlación de XL es una matriz de identidad. Las puntuaciones de los componentes son, por tanto, una combinación lineal de los valores de los datos originales y, dados los valores de las puntuaciones y las cargas, los valores de los datos originales pueden recuperarse mediante una transformación inversa (Colina Lozares & López-Roldán, 1991)

Figura 3. Análisis de componentes principales (ACP).



Fuente: Tejedor-Flores et al., (2020)

Mediante estos pasos, se pueden identificar los componentes principales. Los valores propios obtenidos se utilizan entonces para determinar el porcentaje de variabilidad contabilizado y reducir la dimensión de los datos.

.2.2. Examen de la matriz de correlaciones

Una vez que se dispone de esta matriz, se procede a examinarla para ver si sus propiedades son adecuadas para realizar un Análisis Factorial. Uno de los supuestos que deben cumplirse para que el Análisis Factorial tenga sentido es que las variables estén muy correlacionadas (Urrutia & Lemus, 2010). Los indicadores estadísticos utilizados para medir la significación del grado de correlación son: el determinante de la matriz de correlaciones, el Test de Esfericidad de Barlett, el Índice de Kaiser, Meyer y Olkin (K-M-O), el Coeficiente de Correlación y el Gráfico de Sedimentación.

.2.2.1. El determinante de la matriz de correlaciones

Un determinante muy pequeño indicará altas intercorrelaciones entre las variables, pero no debe ser cero, ya que esto significaría que algunas de las variables son linealmente dependientes y no se podrían realizar ciertos cálculos necesarios en el Análisis Factorial.

2.2.2. Medida de Kaiser-Meyer-Olkin

Para comprobar el grado de relación entre las variables, se realiza la prueba de Kaiser-Meyer Olkin (KMO), que evalúa el grado en que cada una de las variables es predecible a partir de las demás. Este estadístico se distribuye en valores entre 0 y 1, y cuanto mayor sea el valor, más relacionadas estarán las variables entre sí. (Brooke & Kaiser, 1970) recomienda considerar la matriz apropiada para la factorización cuando el valor de este indicador es mayor o igual a 0,80. Valores de KMO inferiores a 0,50 suponen, por el contrario, la no adecuación del modelo, al haber poca correlación.

- Test de esfericidad de Bartlett

Por otra parte, el test de esfericidad de Bartlett pone a prueba la hipótesis nula de que las variables analizadas no están correlacionadas en la muestra o, dicho de otro modo, que la matriz de correlación es la identidad (las intercorrelaciones entre las variables son cero) (López-Aguado & Gutiérrez-Provecho, 2019).

H_0 : las variables no están correlacionadas.

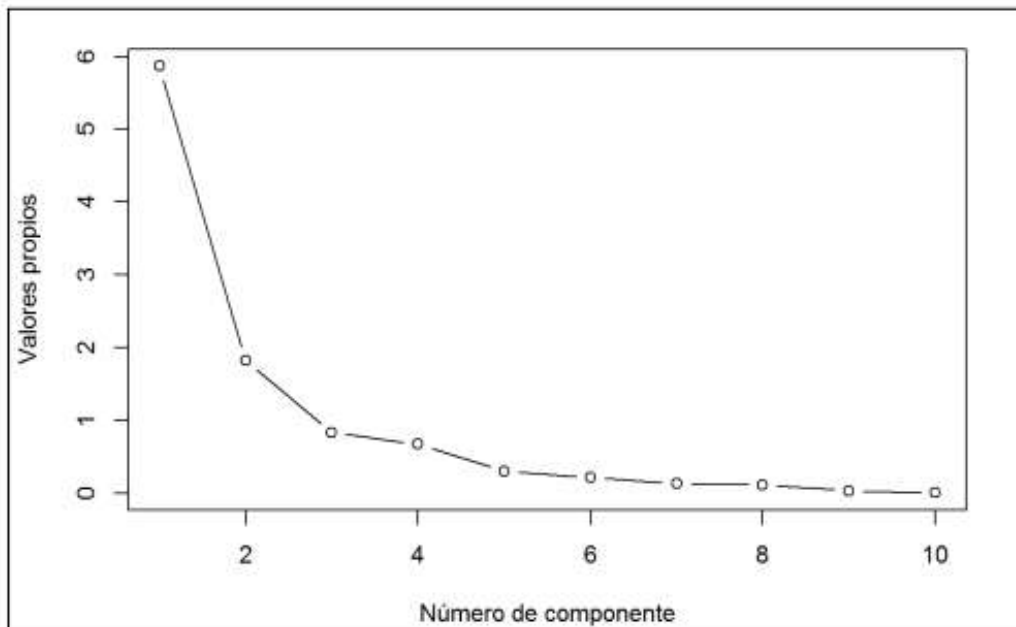
H_1 : existe correlación en al menos una de las variables.

Si se acepta la hipótesis nula, se confirma que las variables no están intercorrelacionadas, por lo tanto, la nube de puntos en el espacio formaría una esfera (*esfericidad*).

- Gráfico de sedimentación

Este gráfico muestra la representación gráfica de la magnitud de los autovalores. El corte en la tendencia descendente sirve de regla para la determinación del número de factores óptimo que deben estar presentes en la solución. El gráfico R es una representación que permite guiar en este proceso, se escogen las componentes cuyos valores propios sean mayores que 1.

Figura 4. Gráfico de Sedimentación del número de componentes a retener.



2.2.2. Valores propios y Matriz de carga

A partir de una matriz de correlaciones, el Análisis Factorial extrae otra matriz que reproduce la primera de forma más sencilla. Esta nueva matriz se denomina matriz factorial. Cada columna es un factor y hay tantas filas como variables originales. Los elementos P_{ij} pueden interpretarse como índices de correlación entre el factor i y la variable j , aunque estrictamente hablando sólo son correlaciones cuando los factores no están correlacionados entre sí, es decir,

son ortogonales. Estos coeficientes se denominan pesos de los factores, cargas, ponderaciones o saturaciones de los factores, estos indican el peso de cada variable en cada factor.

Las cargas factoriales pueden tener un valor máximo de 1, por lo que el valor máximo que puede alcanzar el valor propio es igual al número de variables (Urrutia & Lemus, 2010).

2.2.3. Rotación de factores

Básicamente Consiste en hacer rotar, girar los ejes factoriales hasta que se aproximen al máximo a las a las variables, una forma de conseguirlo es intentando aproximarla al principio de estructura simple (Thurstone, 1935). Según este principio, la matriz factorial debe reunir las siguientes características:

- Cada factor debe tener unos pocos pesos altos y los otros próximos a 0.
- Cada variable no debe estar saturada más que en un factor.
- No deben existir factores con la misma distribución, es decir, los factores distintos deben presentar distribuciones de cargas altas y bajas distintas.

Hay varias formas de rotar un eje. Estos incluyen VARIMAX, QUARTIMAX, rotación diagonal, EQUAMAX y PROMAX. La más utilizada en geoquímica es la rotación VARIMAX. Esto asegura que cada componente rotado se correlacione con solo unas pocas variables. Esta rotación es la más utilizada y funciona bien con una pequeña cantidad de componentes.

QUARTIMAX se utiliza para hacer que cada variable esté altamente correlacionada con un número muy pequeño de componentes cuando el número es grande. Tanto VARIMAX como QUARTIMAX son rotaciones ortogonales. Es decir, se mantiene la restricción de perpendicularidad entre cada eje girado. Sin embargo, si los componentes en sí mismos no dan

una interpretación clara cuando se giran en ángulo recto, aún puede intentar mejorarlos con rotaciones diagonales (Alicante, 2011)

2.2.4. Cálculo de las puntuaciones factoriales

Una vez identificados los factores con alta saturación de variables, se pueden calcular las puntuaciones que los sujetos reciben en esos factores.

El puntaje factorial se calcula a partir de la matriz factorial rotada en base a un modelo de regresión múltiple de acuerdo con la siguiente fórmula:

Figura 5. Fórmula para calcular la puntuación de los factores.

$$F_{ij} = P_{i1} Z_1 + P_{i2} Z_2 + \dots + P_{ir} Z_r = \sum_{l=1}^r F_{il} Z_l$$

Fuente: sitio web

F_{ij} = en la puntuación factorial del individuo j en el factor i.

P_{il} es la ponderación factorial de la variable l en el factor i.

Z_l son las puntuaciones típicas del sujeto con cada variable.

Hay muchas maneras de analizar las puntuaciones de habilidad de un sujeto:

- Saber qué asignaturas son las más raras o las más extremas, es decir, mostrar gráficamente la puntuación de habilidad para cada par de ejes de habilidad hace que sea más fácil identificar casos atípicos.
- Saber dónde se encuentra un determinado grupo o subgrupo de muestras.

- Saber en qué son buenas y en qué no son buenas algunas materias.
- Utilizando la información anterior, explique por qué aparecieron estos factores en el análisis factorial que se realizó.

Las puntuaciones factoriales exactas solo se pueden calcular con rigor si el método de muestreo es el análisis de componentes principales. De lo contrario, la estimación solo se puede hacer usando métodos de correlación. El análisis factorial puede ser un precursor de otros análisis, como el análisis de regresión múltiple o el análisis de conglomerados, donde el conjunto original de variables se reemplaza por los factores de los que se deriva, por lo que es necesario saber qué valores toman los factores.

2.2.4.1. Método para calcular las puntuaciones

Hay varias formas de estimar la matriz F. Las propiedades deseables para validar los factores estimados son:

- Cada factor estimado está altamente correlacionado con el factor real.
- Cada factor estimado no tiene correlación con los demás factores verdaderos.
- Los factores estimados no están correlacionados por pares (o son mutuamente ortogonales si son ortogonales).
- Factores estimados son estimadores imparciales de los factores verdaderos.

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1. Diseño y tipo de investigación

En base al objetivo de estudio, se recurrió a un diseño no experimental, donde los datos fueron recolectados en su estado natural a partir de instrumentos de medición específicos. La investigación es descriptiva, longitudinal y a la vez correlacional.

3.2. Población

La población de estudio está conformada por los datos recolectados en el periodo que va del 23 de noviembre de 2017 al 26 de junio de 2018, en el manglar de Juan Díaz, Ciudad de Panamá.

3.3. Diseño de la muestra

Este trabajo no requiere una selección de muestra, ya que se trabaja con los datos disponibles en el periodo referido.

3.4. Definición de variable

En las tablas 2 y 3 se detallan las variables meteorológicas y de flujo de calor, utilizadas en nuestro estudio por otra parte en la tabla 4 se da una definición de estas variables.

Tabla 2. Descripción de las variables meteorológicas

ID	Variabes	Descripción de la Variable	Unidad de medida
1	WS_S_WVT	Velocidad del viento	m/s
2	WS_6m	Velocidad del viento a 6m de altura (1)	m/s
3	WS_6m (2)	Velocidad del viento a 6m de altura (2)	m/s
4	WS_14m	Velocidad del viento a 14m de altura (1)	m/s
5	WS_14m (2)	Velocidad del viento a 14m de altura (2)	m/s

6	WindDir	Dirección del viento	Deg
7	temp1	Temperatura del aire a 1.5m	dC
8	temp2	Temperatura del aire a 3m	dC
9	temp3	Temperatura del aire a 6m	dC
10	temp4	Temperatura del aire a 9m	dC
11	temp5	Temperatura del aire a 12m	dC
12	temp6	Temperatura del aire a 14m	dC
13	temp7	Temperatura del aire a 16m	dC
14	temp9	Temperatura del aire a 21M	dC
15	RH1	Humedad relativa punto bajo 1.5m	%
16	RH10	Humedad relativa punto alto 24m	%
17	BP	Presión barométrica _pascales	hPa

Tabla 3. Descripción de las variables de flujo de energía

ID	Variables	Descripción de la Variable	Unidad de medida
1	CM3Up_Avg	Radiación de onda corta q incide	W/m2
2	CM3Dn_Avg	Radiación de onda corta q refleja	W/m2
3	CG3Up_Avg	Radiación de onda larga a q incide	W/m2
4	CG3Dn_Avg	Radiación de onda larga q refleja	W/m2
5	CNR4TK_Avg	Temperatura de radiómetro kelvin	K
6	CG3UpCo_Avg	Radiación neta que incide	W/m2

7	CG3DnCo_Avg	Radiación neta que refleja	W/m2
8	SoilT_A_Avg (1)	Temperatura del suelo A_0.5m	deg C
9	SoilT_A_Avg (2)	Temperatura del suelo A_0.10m	deg C
10	SoilT_A_Avg (3)	Temperatura del suelo A_0.15m	deg C
11	SoilT_A_Avg (4)	Temperatura del suelo A_0.25M	deg C
12	SoilT_B_Avg (1)	Temperatura del suelo B_0.5m	deg C
13	SoilT_B_Avg (2)	Temperatura del suelo B_0.10m	deg C
14	SoilT_B_Avg (3)	Temperatura del suelo B_0.15m	deg C
15	SoilT_B_Avg (4)	Temperatura del suelo B_0.25m	deg C
16	shf_Avg (1)	Flujo de calor en el suelo punto A	W/m2
17	shf_Avg (2)	Flujo de calor en el suelo punto B	W/m2

Tabla 4. Definición Conceptual y Operacional de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Velocidad del Viento	La velocidad del viento mide la componente horizontal del desplazamiento del aire en un punto y en un instante determinado (Medina et al., 2017)	La velocidad del viento se mide con el anemómetro instalado en la torre meteorológica.
Dirección del viento	La dirección del viento es el punto del horizonte de donde viene (Medina et al., 2017).	Se mide en grados, desde 0° (excluido) hasta 360° (incluido), girando en el sentido de las agujas del reloj en el plano horizontal visto desde arriba. Valores cercanos a 1° y 360° indican viento del norte, cercanos a 90° viento del este, 180° del sur y 270° del oeste.
Temperatura del viento	La temperatura del viento es “Relación entre la distancia recorrida por el aire y el tiempo que tarda en recorrerlo (Medina et al., 2017).	La temperatura del aire se mide con el termómetro de mercurio, instalado de tal forma que adopte la temperatura del aire, protegiéndolo de la radiación, tanto solar como de la reflejada por el suelo.

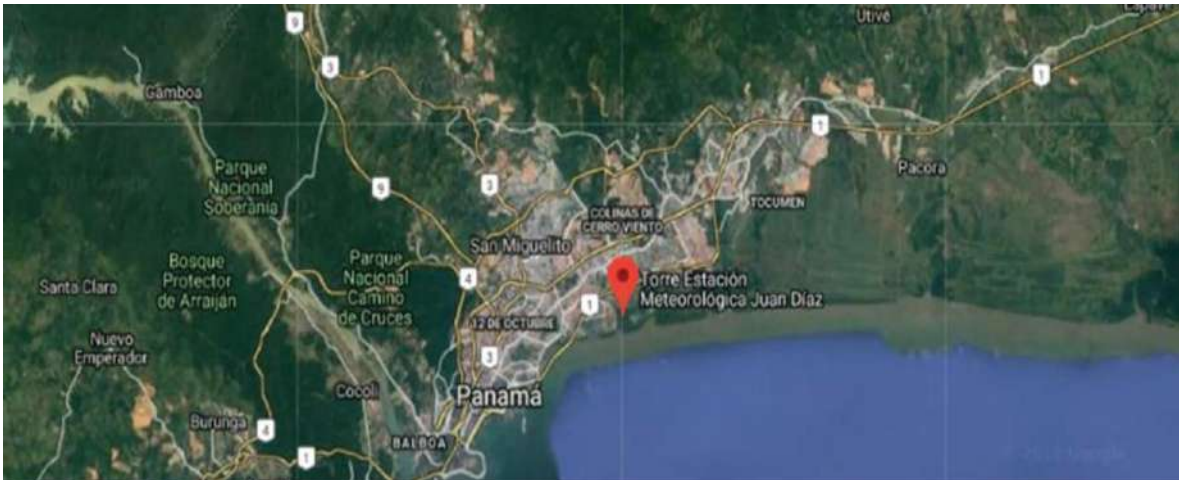
Humedad Relativa	La humedad relativa es “Es la relación entre la tensión de vapor que de hecho existe, expresada en %, y la máxima que puede existir a una temperatura dada (Torregrosa, 2012)”.	Se coloca el higrómetro digital en la torre meteorológica y regresa para leer el valor después.
Presión Barométrica	La presión barométrica es “la presión ejercida por la atmósfera en virtud de su peso sobre una superficie dada; es numéricamente igual al peso de una columna vertical de aire, por encima de la sección de base unidad, que se extiende hasta el límite superior de la atmosfera (Borges, 2011)”.	La presión barométrica se mide con el barómetro instalado en la torre meteorológica.
Radiación de onda corta	La radiación de onda corta se refiere a “radiación de longitudes de onda inferior a 4 micras (Borges, 2011)”.	Con el piranómetro podemos medir la radiación de onda corta, colocándolo en la torre meteorológica
Radiación de onda larga	La radiación de onda corta se refiere a “radiación de longitudes de onda superior a 4 micras	Disponen de un pirgeómetro en la torre de meteorológica que mide la radiación de onda larga

	(Borges, 2011)".	Aquí, también, se usan dos dispositivos, uno para la radiación de la tierra y otro para el reflejo de esta radiación a través de la atmósfera.
Radiación neta	La radiación neta es “la diferencia entre los flujos descendentes y ascendentes de radiación (solar y terrestre) incidente y reflejada o dispersada” (UNTERM, n.d.)	Para su medición se utiliza un instrumento que dispone de cuatro sensores que miden la radiación de onda larga incidente, la de onda larga reflejada, la de onda corta incidente y la de onda larga reflejada.
Temperatura del suelo	La temperatura del suelo es “aquella temperatura observada en el interior del suelo a distintas profundidades (Torregrosa, 2012)".	Mediante un termómetro de suelo instalado en el área de estudio se mide la temperatura del suelo.
Flujo de calor del suelo	Flujo de calor es “la transferencia de energía que se lleva a cabo como consecuencia de las diferencias en la temperatura solamente (Alvarez et al., 2018)".	Se recolecta los datos utilizando un sensor de flujo de calor incrustado en cualquier superficie en el área de estudio.

3.5.Recolección de los datos

El área de estudio se encuentra ubicada en la Bahía de Panamá, en un área cercana a la ciudad, específicamente en el corregimiento de Juan Díaz (ver figura 6).

Figura 6. Localización de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

La captación de los datos se realiza en la estación meteorológica “Campbell Scientific” ubicada en una zona de manglar de Juan Díaz (ver figura 7).

Figura 7. Ubicación de la zona de estudio.



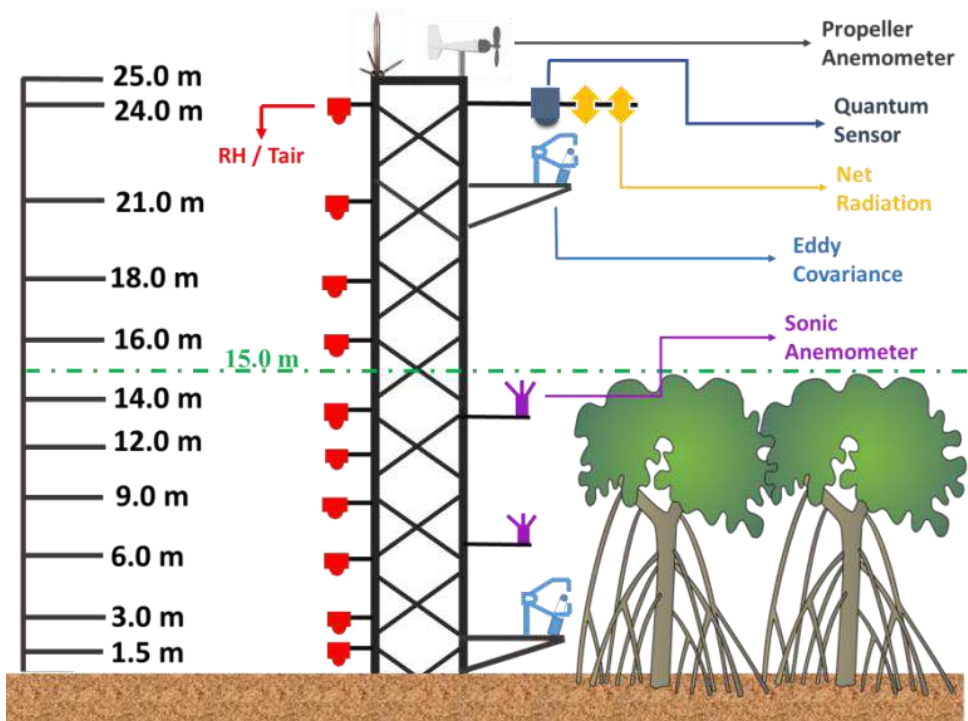
Fuente: Elaboración propia

La torre de treinta (30) metros de altura (ver figura 8), tiene instalados a lo largo de su estructura equipos que realizan mediciones de variables meteorológicas (ver figura 8). Estas mediciones se realizan permanentemente cada 10 minutos durante todo el año y periódicamente se visita la zona para descargar los datos y almacenarlos para su posterior análisis.

Figura 8. Vista aérea de la Torre de Medición, ubicada en el Manglar Juan Díaz



Figura 9. Esquema de la Torre Meteorológica. Fuente: CIHH.



Para este trabajo se nos ha facilito toda la información en memorias portátiles especiales, dada las difíciles condiciones que representa la descarga de los datos. Dicha información corresponde a parámetros meteorológicos y parámetros de flujo de energía. Las variables meteorológicas son parámetros que se encargan de caracterizar el estado del tiempo; a través de su comportamiento permitió conocer la condición atmosférica del manglar en ese momento. Las variables de flujo de calor soportan esa compleja interacción entre la materia orgánica y los organismos que habitan en el ecosistema de manglar.

3.6.Procedimiento

Un primer paso dentro de esta etapa fue conocer y organizar la serie histórica que contenía las variables meteorológicas. Los datos fueron captados mediante sensores almacenados en una torre hidrometeorológica, y las mediciones se realizaban diariamente (cada 10 minutos y cada 10 milésima de segundos), Por lo cual se necesitó unir las bases de datos para

estructurar la base general de forma tal que nos permita realizar los análisis que previamente se han propuesto. Se utilizó el Lenguaje de Programación R para fusionar los registros y proceder con los análisis estadísticos en este mismo programa.

3.7. Análisis estadístico realizado

Como primer paso se realizaron los análisis de estadísticos descriptivos donde los resultados mostraron el valor promedio de los datos, sus valores máximos y mínimos, así como su desviación estándar para conocer que tanto se alejan del valor promedio.

La técnica estadística que se utilizó en el análisis de los datos fue el Análisis de Componentes Principales (ACP). Para analizar tanto las variables meteorológicas, como las de flujo de calor, se realizó un Análisis de Componentes Principales.

Capítulo IV

Presentación y Análisis de los resultados

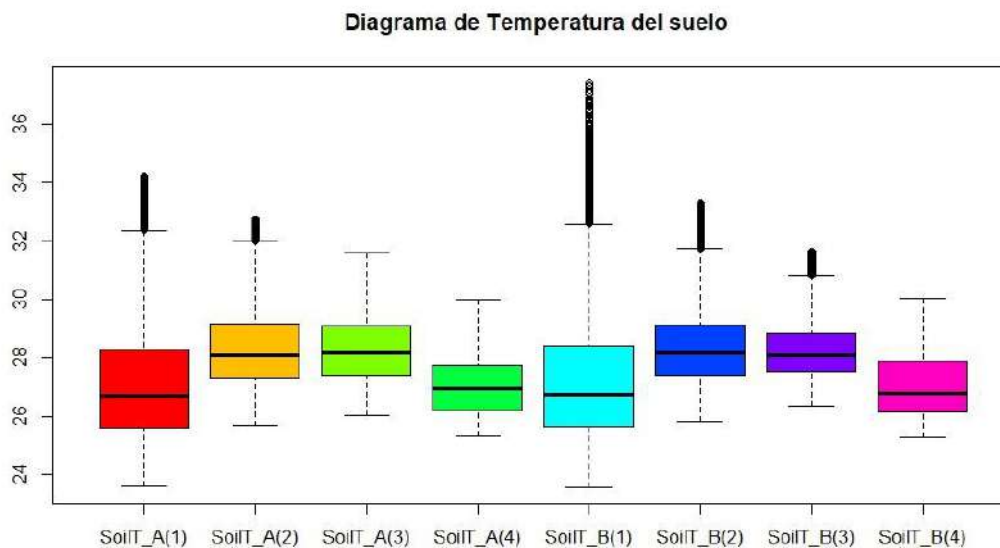
4.1. Presentación y análisis de resultados

En esta etapa del trabajo se brinda una visión del comportamiento de las variables de forma descriptiva. Por lo que se presentan cuadros y gráficos con la información obtenida de los parámetros definidos en el capítulo anterior.

4.2. Diagrama de cajas

El diagrama de caja muestra estadísticos (la mediana, los percentiles 25 y 75 mínimo y máximo), que resultan muy útiles para mostrar la distribución de una variable de escala y una serie de valores (atípicos y extremos) que junto con la mediana y la propia caja proporcionan información bastante completa sobre el grado de dispersión de los datos y el grado de asimetría de la distribución.

Figura 10. Diagrama de Temperatura del Suelo

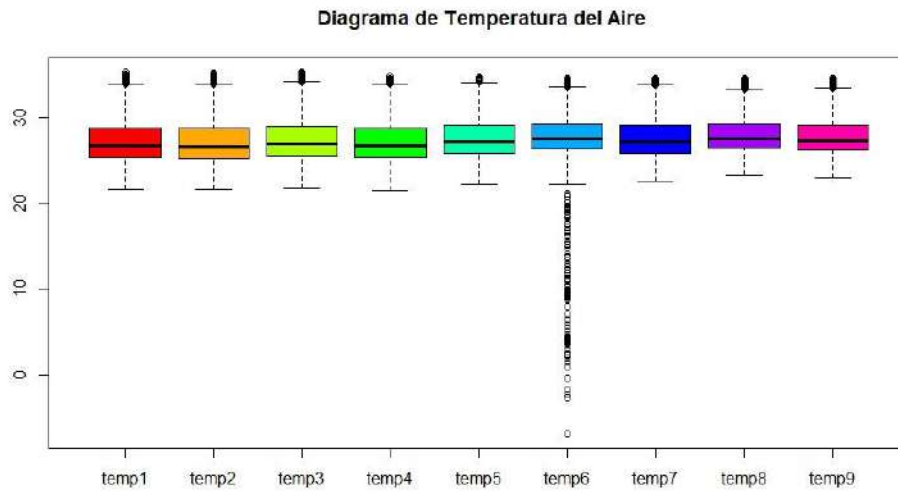


Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de caja para las distintas temperaturas del suelo (figura 10), se puede ver que la distribución de los datos en las distintas variables no están dispersas del valor promedio. No se

eliminaron los datos atipicos ya que se perderia informacion importante por ende se tomaron todos los datos en cuenta.

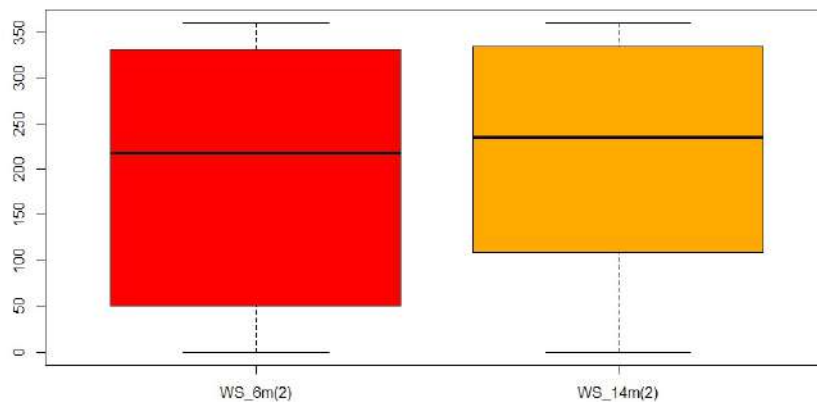
Figura 11. Temperatura del aire



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de caja de las temperaturas del aire (Figura 11), la distribución de los datos en las distintas variables muestra un comportamiento asimétrico donde no varía el promedio de sus valores. Se tomaron en cuenta los valores atípicos para no perder información de importancia en los análisis posteriores.

Figura 12. Diagrama de cajas Velocidad del viento.



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de caja de las temperaturas del aire (Figura 12), la distribución de los datos en las dos alturas muestra un comportamiento asimétrico donde no se ve mucha variación el promedio de sus valores.

4.3. Variables meteorológicas

Desde el punto de vista descriptivo, se observa que el comportamiento de la temperatura a diferentes altitudes tiene poca variabilidad, a diferencia de la presión barométrica (BP) donde su porcentaje de presión baja en la altitud máxima y sube en la altitud mínima, también se puede observar que existe una gran variabilidad entre las variables meteorológicas presentes en un ecosistema de manglar. (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen estadístico. (variables meteorológicas)

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Desviación	Std.
WS_S_WVT	1.7592	0.1960	6.1150	0.9214	
WindDir	4.6133	1.6400	6.0960	1.1682	
WS_6m	0.4942	0.1270	94.7000	1.6663	
WS_6m (2)	193.52	0.01	360.00	133.11	
WS_14m	1.0048	0.0870	3.6650	0.5746	
WS_14m (2)	218.69	0.00	360.00	121.75	
temp1	27.242	21.690	35.300	2.527	
temp2	27.152	21.590	35.250	2.537	
temp3	27.400	21.750	35.310	2.525	

temp4	27.203	21.460	34.840	2.463
temp5	27.660	22.200	34.670	2.351
temp6	27.813	-6.910	34.590	2.604
temp7	27.637	22.570	34.610	2.291
temp8	27.985	23.330	34.580	2.101
temp9	27.789	22.970	34.590	2.165
RH1	80.020	32.770	97.600	13.771
RH10	4.6659	3.0790	5.1970	0.8033
BP	523.54	416.30	952.00	30.52

El propósito de esta investigación es la caracterización de los datos meteorológicos en el ecosistema del manglar. Para ello se utiliza el ACP. Para dar inicio a este análisis, es conveniente realizar una serie de pruebas que indiquen si es estadísticamente conveniente realizar el análisis con los datos disponibles.

4.3.1. Tabla de comunalidades

Examinando los valores de comunalidad se logra evaluar en qué grado los factores explican cada variable. Mientras más cerca de 1 esté la comunalidad, mejor explicarán los factores la variable. En la tabla de comunalidades para las variables meteorológicas (tabla 6), se pueden ver en los resultados de las 18 variables, sus valores de comunalidad son generalmente altos para todas las variables, lo cual indica que los factores contribuyen significativamente al ajuste de ciertas variables.

Tabla 6. tabla de comunalidades (variables meteorológicas)

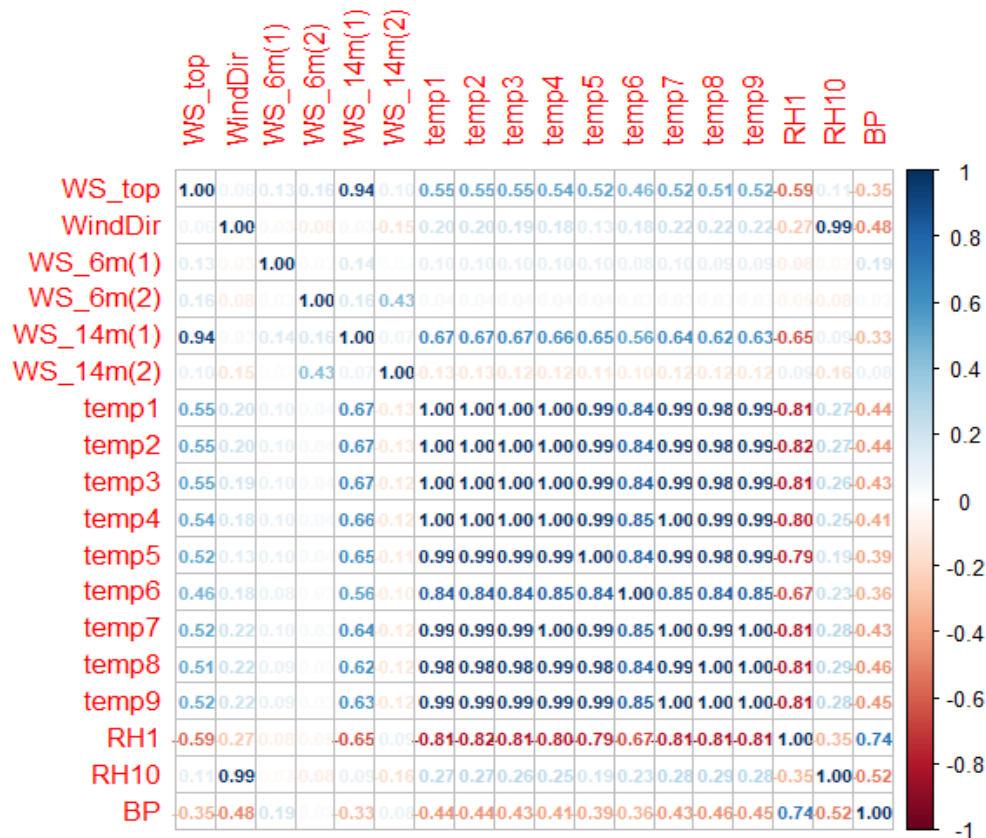
Comunalidades

variable	Inicial	Extracción
WS_S_WVT	1.000	0.676
WindDir	1.000	0.933
WS_6m	1.000	0.894
WS_6m(2)	1.000	0.545
WS_14m	1.000	0.751
WS_14m(2)	1.000	0.593
temp1	1.000	0.985
temp2	1.000	0.986
temp3	1.000	0.986
temp4	1.000	0.984
temp5	1.000	0.980
temp6	1.000	0.751
temp7	1.000	0.983
temp8	1.000	0.972
temp9	1.000	0.979
RH1	1.000	0.792
RH10	1.000	0.944
BP	1.000	0.684

4.3.2. Matriz de correlación

El ACP tiene sentido cuando existe una correlación entre las variables, ya que permite eliminar la información redundante. En la matriz de correlaciones, se observa que la mayoría de las variables están correlacionadas entre sí (Figura 13), lo que resulta apropiado para el análisis posterior. Además, el valor del determinante es 0,00, lo que demuestra que la matriz de correlaciones es diferente de una matriz de identidad.

Figura 13. Matriz de correlación de las variables meteorológicas.



Fuente: Elaboración propia mediante el software estadístico R.

4.3.3. Prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de Bartlett

La tabla 7 presenta los estadísticos correspondientes al estudio de adecuación de la muestra al modelo. Podemos ver que la adecuación de la muestra para este análisis es favorable ya que el

estadístico KMO nos da 0,886, superior a 0,5, lo que indica que la matriz es adecuada para el análisis. La prueba de esfericidad de Bartlett muestra que el nivel crítico es 0,000, por lo que el ajuste de las variables también es adecuado.

Tabla 7. Prueba de KMO y Bartlett. (Variables meteorológicas)

Medida de adecuación del muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin		0.886
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	785634.976
	Df	1
	Sig	0.000

4.3.4. ACP

Analizando la varianza total explicada (Tabla 8), encontramos que el primer componente explica el 58,97 % de la varianza, el segundo componente el 12,41 %, el tercer componente el 8,46 % y el cuarto componente el 5.82% obteniendo con estos cuatro primeros componentes el 85.65 % de la varianza acumulada.

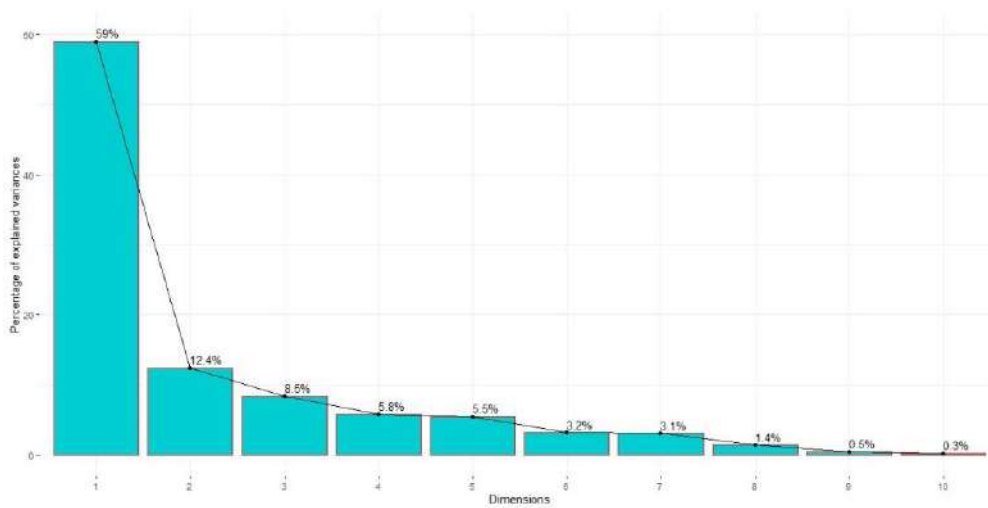
Tabla 8. Valores propios y porcentaje de la varianza explicada por cada componente. (variables meteorológicas)

Componente	Valor propio	Varianza explicada	Proporción acumulada de la varianza
PC1	10.614	58.969	58.969

PC2	2.234	12.409	71.378
PC3	1.522	8.456	79.833
PC4	1.047	5.818	85.651
PC5	0.995	5.529	91.180
PC6	0.578	3.214	94.394
PC7	0.557	3.096	97.490
PC8	0.256	1.424	98.915
PC9	0.091	0.508	99.422
PC10	0.053	0.296	99.719
PC11	0.025	0.139	99.858
PC12	0.013	0.071	99.929
PC13	0.008	0.044	99.974
PC14	0.003	0.015	99.988
PC15	0.001	0.008	99.996
PC16	0.000	0.002	99.998
PC17	0.000	0.001	99.999
PC18	0.000	0.001	100.00

El mismo criterio de obtener cuatro componentes principales se explicaría en el Gráfico de sedimentación, según el cual, a partir de la adición del quinto componente principal, la distribución se aplana (Figura 14).

Figura 14. Gráfico de Scree.



Fuente: Elaboración propia con el programa estadístico R.

La matriz de carga (tabla 9) indica la contribución de cada variable en cada componente. El primer componente puede etiquetarse como "Temperaturas", con valores altos en los diferentes niveles de captura de temperatura. El segundo componente puede etiquetarse como "Presión barométrica", donde sólo esta variable está representada con un valor alto. La tercera componente se correlaciona con las variables de dirección del viento, velocidad del viento y humedad relativa, por lo que podemos etiquetarla como "Viento y Humedad". Y, por último, la cuarta componente se puede etiquetar como "velocidad del viento a 6 metros", ya que solo esta esta variable representada con un valor alto.

Tabla 9. Matriz de carga del ACP. (variables meteorológicas)

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
WS_S_WVT	0.626	0.230	0.449	0.173
WindDir	0.269	-0.877	0.242	0.183
WS_6m	0.100	0.221	-0.026	0.914

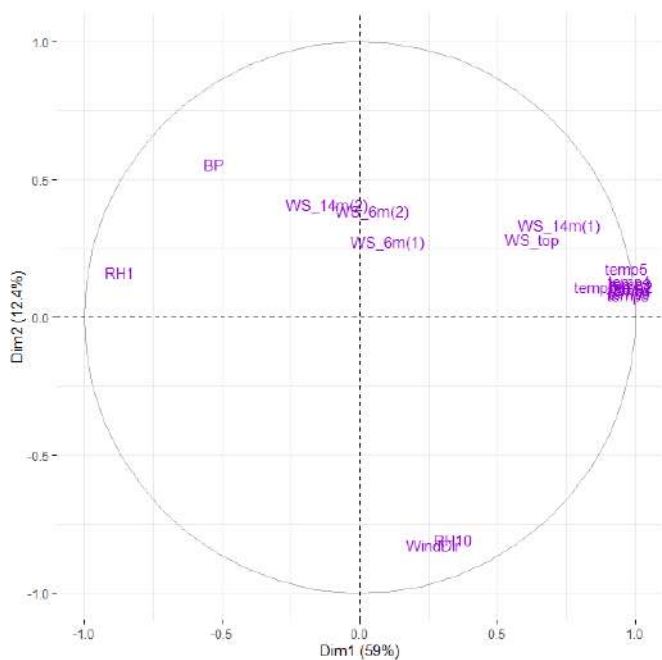
WS_6m (2)	0.045	0.333	0.648	-0.110
WS_14m	0.723	0.281	0.354	0.154
WS_14m (2)	-0.117	0.356	0.664	-0.111
temp1	0.986	0.062	-0.093	-0.026
temp2	0.987	0.059	-0.092	-0.024
temp3	0.985	0.070	-0.099	-0.023
temp4	0.982	0.081	-0.111	-0.025
temp5	0.971	0.126	-0.134	-0.048
temp6	0.858	0.058	-0.104	-0.024
temp7	0.984	0.045	-0.108	-0.029
temp8	0.979	0.027	-0.109	-0.040
temp9	0.982	0.036	-0.107	-0.036
RH1	-0.868	0.112	-0.152	0.042
RH10	0.339	-0.860	0.238	0.181
BP	-0.530	0.502	-0.306	0.240

4.3.5. Gráfico ACP

En la figura 15 las variables de temperatura están representadas por la primera componente. Las variables que están cerca del centro del gráfico no están suficientemente bien representadas por estas componentes, en este caso, todas las variables están bien representadas por estas dos dimensiones excepto las variables de humedad relativa HB1, HB10 y la dirección del viento (Windir). Obsérvese que todas las variables de temperatura del lugar de estudio, medidas a diferentes alturas, están muy bien representadas en la primera componente

y correlacionadas entre sí. Por otro lado, los parámetros de dirección del viento se explican por la segunda componente.

Figura 15. Gráfico del ACP.



Fuente: Elaboración propia con el software estadístico R

4.4. Variables meteorológicas relacionadas con los flujos de energía

Desde un punto de vista descriptivo, observamos que existe una gran variabilidad entre las variables meteorológicas relacionadas con los flujos de energía presentes en un ecosistema de manglar, aunque la temperatura del suelo no presenta mucha diferencia entre las distintas medidas (Tabla 10).

Tabla 10. Resumen estadístico. (variables relacionadas al flujo de energía).

Variable	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación
----------	---------	--------	--------	------------

				Std. Desviación
CM3Up	1.74	-7.20	1209.74	270.79
CM3Dn	2.212	-5.224	406.20	29.50
CG3Up	-40.00	-107.57	31.48	18.30
CG3Dn	0.03	-33.85	18.18	4.08
CNR4TK	300.0	295.1	311.5	3.23
CG3UpCo	428.3	360.9	524.47	20.98
CG3DnCo	459.75	430.18	531.74	17.98
SueloT_A (1)	26.70	23.60	34.19	1.93
SueloT_A (2)	28.08	25.69	32.73	1.33
SueloT_A (3)	28.17	26.03	31.60	1.15
SueloT_A (4)	26.93	25.31	30.00	1.14
SueloT_B (1)	26.75	23.58	37.42	2.17
SueloT_B (2)	28.16	25.83	33.28	1.30
SueloT_B (3)	28.11	26.33	31.63	1.00
SueloT_B (4)	26.77	25.26	30.05	1.16
shf_ (1)	8.12	-2.18	648.9	31.31
shf_ (2)	10.88	-48.52	140.10	20.34

4.4.1. Tabla de comunalidades

En la tabla de comunalidades para las variables de energía (Tabla 11), se pueden ver en los resultados de las 13 variables, sus valores de comunalidad son generalmente altos para todas las variables, lo cual indica que los factores contribuyen significativamente al ajuste de ciertas variables, excepto para la radiación neta que incide (CG3UPCO), donde su comunalidad es de 0.001 que nos dice que los factores que se escoja no contribuyen en su ajuste para esta variable en específico.

Tabla 11. Tabla de comunalidades (variables de *energía*).

Comunalidades

variables	Inicial	Extracción
CM3Up	1.000	0.883
CM3Dn	1.000	0.861
CG3Up	1.000	0.983
CG3Dn	1.000	0.768
CNR4TK	1.000	0.946
CG3UpCo	1.000	0.954
CG3DnCo	1.000	0.001
SoiT_A(1)	1.000	0.953
SoiT_A(2)	1.000	0.962
SoiT_A(3)	1.000	0.951
SoiT_A(4)	1.000	0.861
SoiT_B(1)	1.000	0.957
SoiT_B(2)	1.000	0.968

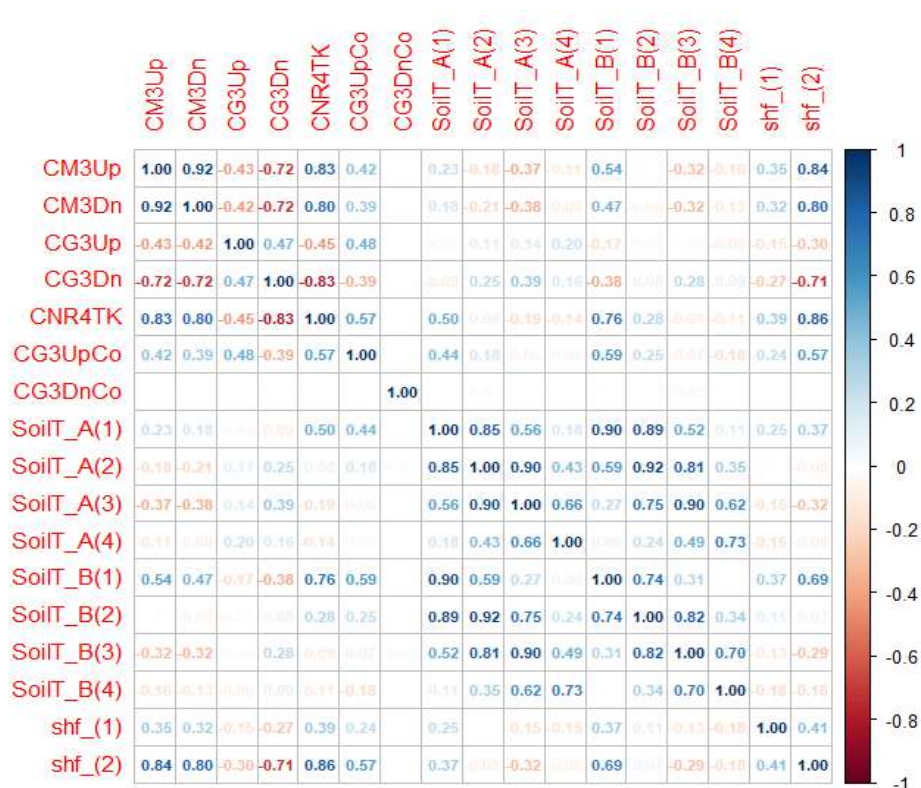
SoiT_B(3)	1.000	0.907
SoiT_B(4)	1.000	0.876
shf_(1)	1.000	0.316
shf_(2)	1.000	0.885

Método de extracción: análisis de componentes principales.

4.4.2. Matriz de correlación

En la matriz de correlaciones, se observa que la mayoría de las variables están correlacionadas entre sí (Figura 16), lo que resulta adecuado para un análisis posterior. Además, el valor del determinante es 0,00, lo que demuestra que la matriz de correlaciones es diferente de una matriz de identidad.

Figura 16. Matriz de correlación.



Fuente: Elaboración propia con el programa estadístico R.

4.4.3. Prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de Bartlett

La tabla 12 presenta los estadísticos correspondientes al estudio del ajuste de la muestra al modelo. Podemos ver que el ajuste de la muestra a este análisis no sólo es deseable, sino que presenta un muy buen ajuste a los datos, ya que el estadístico KMO, que indica la proporción de la varianza que tienen en común las variables analizadas, presenta un valor del 69,7%. La prueba de esfericidad de Bartlett muestra que el nivel crítico es de 0,000, por lo que el ajuste de las variables también es adecuado.

Tabla 12. Prueba de KMO y Bartlett. (flujo de energía)

Medida de adecuación del muestreo de Kaiser-Meyer-	0.697
---	-------

Olkin		
Prueba de esfericidad de	406731,473	785634.976
Bartlett	136	1
	0.000	0.000

4.4.4. ACP

Analizando la varianza total explicada (Tabla 13), encontramos que el primer componente explica el 40,55 % de la varianza, el segundo componente el 28,22 %, el tercer componente el 9,46 % y el cuarto componente el 5,88% obteniendo con estos cuatro primeros componentes el 84,11 % de la varianza acumulada.

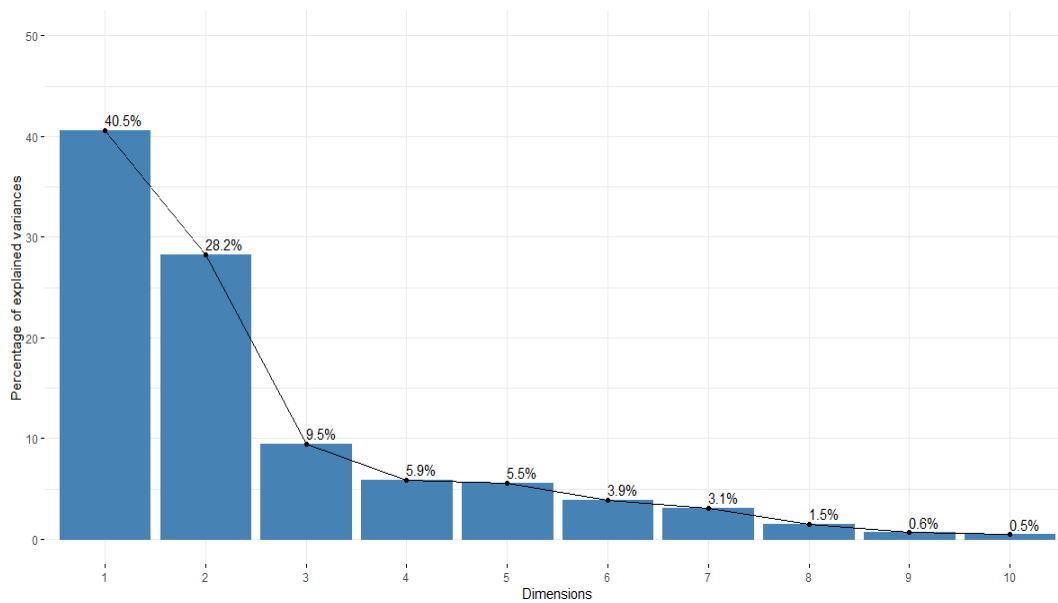
Tabla 13. Valores propios y porcentaje de la varianza explicada por cada componente.
(variables de energía)

Componente	Valor propio	Varianza explicada	Proporción acumulada de la varianza
PC1	6.893	40.550	40.550
PC2	4.797	28.217	68.766
PC3	1.609	9.464	78.230
PC4	1.000	5.882	84.112
PC5	0.942	5.544	89.656
PC6	0.658	3.870	93.526
PC7	0.522	3.070	96.596

PC8	0.248	1.461	98.057
PC9	0.108	0.635	98.691
PC10	0.077	0.450	99.142
PC11	0.064	0.377	99.519
PC12	0.053	0.312	99.831
PC13	0.017	0.100	99.931
PC14	0.007	0.042	99.973
PC15	0.003	0.020	99.993
PC16	0.001	0.006	100.00
PC17	0.000	0.000	100.00

El mismo criterio de obtener cuatro componentes principales se explicaría en el Gráfico de sedimentación, según el cual, a partir de la adición del quinto componente principal, la distribución se aplana (Figura 17).

Figura 17. Gráfico de Scree.



Fuente: Elaboración propia con el programa estadístico R. (variables de energía)

La matriz de carga del ACP (Tabla 14) indica la contribución de cada variable en cada componente. Para mayor claridad, las cargas con una magnitud $> 0,5$ se muestran en negrita. El primer factor puede etiquetarse como "energías", con valores elevados para la radiación de onda corta y los flujos de calor en el suelo. El segundo factor puede etiquetarse como "temperatura del suelo", que tiene valores altos para todas las temperaturas del suelo a cualquier profundidad. El tercer factor sólo se correlaciona con las variables de radiación incidente, por lo que podemos etiquetarlo como el nombre de la variable. Y, por último, el cuarto factor que solo se relaciona con la temperatura del suelo a 0.25 metros.

Tabla 14. Matriz de carga del ACP. (variables de energía)

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
CM3Up	0.911	-0.047	-0.193	0.120

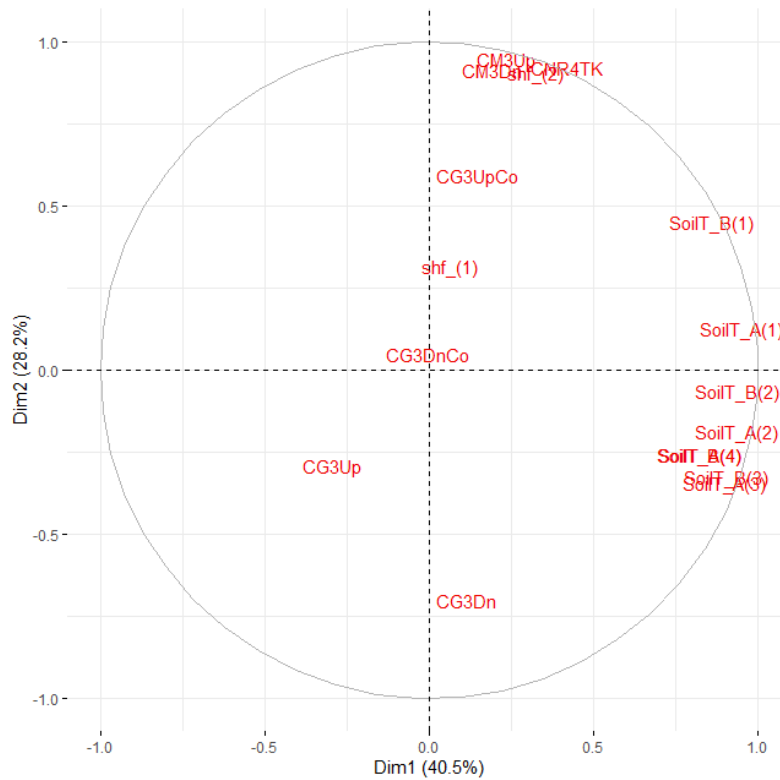
CM3Dn	0.879	-0.075	-0.232	0.168
CG3Up	-0.395	0.056	0.741	0.524
CG3Dn	-0.818	0.114	0.271	-0.117
CNR4TK	0.945	0.213	-0.091	-0.014
CG3UpCo	0.561	0.258	0.594	0.470
CG3DnCo	-0.009	0.026	0.018	-0.011
SoiT_A(1)	0.368	0.849	0.232	-0.209
SoiT_A(2)	-0.117	0.953	0.133	-0.145
SoiT_A(3)	-0.405	0.879	-0.116	0.038
SoiT_A(4)	-0.252	0.534	-0.320	0.640
SoiT_B(1)	0.678	0.674	0.173	-0.117
SoiT_B(2)	0.080	0.941	0.098	-0.257
SoiT_B(3)	-0.334	0.865	-0.209	-0.058
SoiT_B(4)	-0.293	0.532	-0.604	0.377
shf_(1)	0.487	0.057	0.163	-0.224
shf_(2)	0.927	0.059	-0.002	0.152

4.4.5. Gráfico ACP

En la figura 18, las variables energéticas están representadas en las dos primeras componentes. Las variables que están cerca del centro del círculo no están suficientemente bien representadas por estas componentes. En este caso, todas las variables están bien representadas por estas dos dimensiones excepto las variables CG3UP y CG3DnCo que, como se muestra en la tabla anterior, se explican principalmente por los componentes tercero y cuarto. Nótese que

todas las variables de temperatura del suelo del manglar medidas a diferentes profundidades están muy bien representadas en el primer componente y correlacionadas entre sí. Por otro lado, los parámetros de radiación presentes en un manglar se explican principalmente por el segundo componente.

Figura 18. Gráfico del ACP.



Fuente: Elaboración propia con el software estadístico R. (variables de energía)

Conclusiones

1. En este trabajo se ha logrado interpretar el comportamiento de los patrones de temperatura en el ecosistema de manglar ubicado en Juan Diaz, Panamá desde la perspectiva del análisis factorial de componentes principales. Se comprobó que el uso de la técnica es una eficiente herramienta para poder interpretar, explicar y describir el comportamiento de estas variables meteorológicas.
2. Aunque los objetivos de este trabajo se han cumplido, se ha detectado una gran discrepancia en las mediciones de las variables estudiadas, debido al sistema de adquisición de datos en las estaciones. Como señalan algunos autores, la disparidad en las mediciones de las variables meteorológicas puede deberse a la longevidad de los equipos y a la falta de mantenimiento (Medina et al., 2017), pero también puede ser causada por fallos en los sensores o en la alimentación de las estaciones (Delgado-Balbuena et al., 2018).

Las mediciones meteorológicas deben realizarse sistemáticamente con la mayor precisión posible para que las variables obtenidas puedan considerarse homogéneas y representativas.

3. El análisis de componentes principales, aplicado al comportamiento de las variables meteorológicas dentro de un ecosistema de mangla y como influyen en el cambio climático, permitió establecer que existen variable que tiene más influencia con respecto a un ecosistema de manglar, como los son la velocidad del viento y las temperaturas. En cuanto al flujo de energía, la temperatura del suelo y las mediciones de la radiación solar de onda corta y de onda larga son importantes, lo que ha llevado a

los investigadores a estudiar la radiación solar para establecer la eficiencia de los recursos energéticos solares (Fan et al., 2019).

4. Los resultados de los análisis obtenidos en este trabajo, se convertirán en una herramienta para la planeación y prevención del cambio climático, así como planes de prevención para proteger estos manglares los cuales son de suma importancia frente al cambio climático y desastres naturales.

Recomendaciones

- Esta investigación puede ser considerarse como un paso de partida en el estudio integral del ecosistema de manglar de Juan Díaz, dentro de un marco multidisciplinario y de alto nivel científico, que facilite la generación de indicadores estadísticos y la toma de decisiones por parte de los interesados.
- los resultados obtenidos en esta investigación ayudan a aclarar dudas de los múltiples beneficios que estos manglares aportan a la comunidad, así como un impulso para la preservación de estos tipos de ecosistemas que se están viendo afectados por la expansión de territorio para áreas residenciales las cuales no toman en cuenta la importancia de mantener los manglares a salvo.
- La información recolectada en la torre ubicada en el manglar tenía muchas deficiencias las cuales dificultaron en análisis de estas variables, ya que tenía ausencia de datos en ciertos periodos, las mediciones se realizan diariamente cada 10 minutos, pero en otros momentos se realizan cada 10 milisegundo, con lo cual se reportan miles de datos que hacen más difícil la manipulación de estos. Se debe tomar en cuenta las adecuaciones y mejoras a los equipos instalados en la torre para obtener una mejor captura de la información.

Referencias Bibliográficas

Agraz-Hernández, C., Noriega-Trejo, R., & López-Portillo, J. (2006). Guía de campo.

Identificación de los manglares en México. *CENTRO EPOMEX-UAC*.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TT8kbEauhSQ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Agraz,+Noriega,+L%C3%B3pez,+Fl%C3%B3rez,+%26+Jim%C3%A9nez,+2006&ots=ZU28P9-h8H&sig=qOWO30qQnTo0Bg0j84VHcpi7Vpk>

Alicante, U. D. (2011). *Análisis Multivariante con SPSS. Reducción de Datos: Análisis de*

Componentes Principales y Factorial.

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=AN%C3%81LISIS+MULTIVARIANTE+CON+SPSS.+REDUCCI%C3%93N+DE+DATOS%3A+AN%C3%81LISIS+DE+COMPONENTES+PRINCIPALES+Y+FACTORIAL.&btnG=

Alvarez, V., Cardozo, A., & Mujtar, V. el. (2018). *EL UNIVERSO ESCONDIDO BAJO*

NUESTROS PIES: la importancia de conocer y preservar los organismos del suelo.

<https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/102194>

Ammour, T. (1999). Manejo productivo de manglares en América Central. *CATIE, No.7.*

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IbSjL5tWluIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=uso+sostenible+de++manglares+america+central&ots=XcXoFaxCQW&sig=UrYFHRJytZxhhzYpGvnExq95dbc>

Anderson, D. L., & Bass, J. D. (1984). Mineralogy and composition of the upper mantle.

Geophysical Research Letters, 11(7), 637–640.

<https://doi.org/10.1029/GL011I007P00637>

- Averza, A. (2010). *Marino, en el Pacífico de Panamá, para la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP)/Comisión Permanente del Pacífico Sudeste,(CPPS), Actividad 2 ...*. <https://aquadocs.org/handle/1834/7989>
- Baterías, L. (2017). *Asamblea del Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. https://leap.unep.org/sites/default/files/unea-resolutions/UNEPEA.3L.24-EN_0.pdf
- Blanco-Libreros, J. F., Ortiz-Acevedo, L. F., & Urrego, L. E. (2015). Above-ground biomass and carbon reservoirs in Urabá Gulf mangroves (Colombian Caribbean). *Actual Biol*, 37(103), 131–141. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v37n103a02>
- Borges, A. v. (2011). Present Day Carbon Dioxide Fluxes in the Coastal Ocean and Possible Feedbacks Under Global Change. *Oceans and the Atmospheric Carbon Content*, 47–77. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9821-4_3
- Brooke, M. H., & Kaiser, K. K. (1970). Three “myosin adenosine triphosphatase” systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry : Official Journal of the Histochemistry Society*, 18(9), 670–672. <https://doi.org/10.1177/18.9.670>
- Chivian, E., & Bernstein, A. (2015). *Preservar la vida: de cómo nuestra salud depende de la biodiversidad*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mKe-DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=La+extensi%C3%B3n+global+de+los+ecosistemas+de+manglares+se+estim%C3%B3+en+181+000+km2+en+todo+el+mundo+en+1997,+pero+c%C3%A1lculos+recientes+indican+que+ahora+puede+ser+menos+de+150+000+>

km2.+Los+manglares+m%C3%A1s+desarrollados+crecen+a+lo+largo+de+las+costas+h
%C3%BAmedas+pr&ots=CSUagJSTZ-&sig=QQnHXBMC_rGVX5uwJAh60cfGzrU

Colina Lozares, C., & López-Roldán, P. (1991). El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos secundarios. *Papers: Revista de Sociologia*, 37, 031–063. <https://ddd.uab.cat/record/49950>

Delgado-Balbuena, J., Yépez, E. A., Paz-Pellat, F., Ángeles-Pérez, G., Aguirre-Gutiérrez, C., Susana Alvarado-Barrientos, M., Arredondo, T., Ayala-Niño, F., Bullock, S. H., Castellanos, A. E., Cueva, A., Figueroa-Espinoza, B., Garatuza-Payán, J., González-del Castillo, E., González-Sosa, E., Guevara-Escobar, A., Hinojo-Hinojo, C., Kyaw-Tha, P. U., Lizárraga-Celaya, C., ... Watts, C. J. (2018). *Base de datos de flujos verticales de dióxido de carbono en ecosistemas terrestres y costeros en México*. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2954>

Fan, J., Wu, L., Zhang, F., Cai, H., Zeng, W., ... X. W.-... and S. E., & 2019, undefined. (2019). Empirical and machine learning models for predicting daily global solar radiation from sunshine duration: A review and case study in China. *Elsevier*, 100, 186–212. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118307226>

Franco Carrillo, D. A., & Barrientos Medina, R. (2017). Manglares: humedales prioritarios en peligro. *Bioagrobiencias*, 10(01), 26–32. <http://www.ccba.uady.mx/>

Giroto Pignot, P. O. (2000). *Raíz y Vuelo*. <http://repositorio.ucr.ac.cr/handle/10669/77348>

Harris, P., Brunson, C., of, M. C.-I. J., & 2011, undefined. (2011). Geographically weighted principal components analysis. *Taylor & Francis*, 25(10), 1717–1736. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.554838>

- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065). <https://doi.org/10.1098/RSTA.2015.0202>
- Laffoley, D., & Grimsditch, G. (2009). *The management of natural coastal carbon sinks*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NZz1OHYvvO4C&oi=fnd&pg=PR5&dq=Laffoley+%26+Grimsditch,+2009&ots=8fCThNpjlz&sig=5rOvj68RiJ00iySrUPGZwpLAgQk>
- Lara, A. L. (1999). *HISTORICAL EVALUATION OF RIPAR VEGETATION IN THE MARGIN OF THE TUXPAN RIVER AND ITS ECOLOGICAL RESTORATION PERSPECTIVE* *View project* *Formación de capacidades entorno a la restauración de ecosistemas y servicios ambientales View project*. <https://www.researchgate.net/publication/238791769>
- López-Aguado, M., & Gutiérrez-Provecho, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 12(2), 1–14. <https://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/view/27057>
- Medina, L., Varela, R., & Velásquez, F. (2017). Comparación de la temperatura, precipitación, velocidad media y dirección del viento medidas por dos estaciones meteorológicas, ubicadas en Punta de Piedras, isla de Margarita. *Memoria de La Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 74(181–182), 61–80.
- Observaciones · NaturaLista Colombia*. (n.d.). Retrieved July 5, 2022, from <https://colombia.inaturalist.org/observations>
- ONU-REDD, O. R. (2014). *ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LOS MANGLARES DEL ECUADOR*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>

- Pearson, K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space . *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11), 559–572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Pérez, E. (2004). *El mundo rural latinoamericano y la nueva ruralidad*. 20, 180–193. <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105117734017.pdf>
- Richman, M. B. (1981). Obliquely rotated principal components: An improved meteorological map typing technique? *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 20(10), 1145–1159. https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/20/10/1520-0450_1981_020_1145_orpcai_2_0_co_2.xml
- Sánchez, H., Ulloa, D., Tavera, H., & Cabanzo, D. (2004). *Restauración de Manglares del Caribe Colombiano*. Bogotá DC: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Restauraci%C3%B3n+de+Manglares+del+Caribe+Colombiano&btnG=
- Tarté, A. (2013). Manglares de Panamá-Importancia, Mejores Prácticas y Regulaciones Vigentes. *Autoridad Nacional Del Ambiente y Autoridad de Los Recursos Acuáticos de Panamá*. <https://aquadocs.org/handle/1834/8043>
- Tejedor-Flores, N., Vicente-Galindo, P., & Galindo-Villardón, P. (2020). GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS APPROACH TO EVALUATE ELECTRICITY CONSUMPTION BEHAVIOUR. *Books.Google.Com*. <https://doi.org/10.2495/SC200091>

- Thurstone, L. L. (1935). *The vectors of mind: Multiple-factor analysis for the isolation of primary traits*. <https://psycnet.apa.org/psycinfo/2004-16228-000/>
- Torregrosa, V. (2012). *Diccionario etimológico de meteorología y naturaleza*. https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/7953/3/Dic_Etimo_MeteyNaturaleza.pdf
- UNTERM. (n.d.). Retrieved May 25, 2022, from <https://unterm.un.org/unterm/portal/welcome>
- Urrutia, J. A., & Lemus, R. P. (2010). Componentes principales en la determinación de estaciones con Patrones homogéneos de temperatura en el Chocó. *Scientia et Technica*, 2(45). <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/315>
- Vanegas Montes, G. M. (2006). *Ecoturismo instrumento de desarrollo sostenible*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/149>
- Worthington, T., & Spalding, M. (2018). *Mangrove restoration potential: A global map highlighting a critical opportunity*. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_10

ANEXOS

Anexo 1: Script utilizado para el análisis de componentes principales en el software estadístico Rstudio

```
# analisis de ACP variables meteorológicas
```

```
library(readr)
```

```
library(dplyr)
```

```
library(lubridate)
```

```
library(FactoMineR)
```

```
library(factoextra)
```

```
library(readxl)
```

```
Vmeteorologicas <- read_excel("C:/Users/Usuario/Desktop/Script/Vmeteorologicas.xlsx")
```

```
str(Vmeteorologicas)
```

```
# Realiza el ACP
```

```
res.pca <- PCA(Vmeteorologicas, graph = FALSE)
```

```
# Extrae valores propios y varianza
```

```
VarianzaExpl <- get_eig(res.pca)
```

```
VarianzaExpl <- round(VarianzaExpl, 3)
```

```
VarianzaExpl
```

```
# Grafico de sedimentacion
```

```
fviz_screplot(res.pca, addlabels = TRUE, ylim = c(0, 50))
```

```
# Grafico de componentes
fviz_pca_var(res.pca, geom.var = "text",
             col.var = "deeppink4", axes=c(1,2), pointsize=1.5)

# Grafica de Correlacion entre las variables y las componentes
fviz_pca_var(res.pca, col.var="contrib", # indica por colores el valor d elas contribuciones
             gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
             repel = TRUE
# Evita que se solapen los nombres de las variables
)
```

Anexo 2: Script utilizado para elaboración de caja de bigotes en el software estadístico en Rstudio

```
#Grafico de bigotes
```

```
energia<-Venergia[,c(8,9,10,11,12,13,14,15)]
```

```
View(energia)
```

```
boxplot(x = energia, main = "Diagrama de caja para la temperatura del suelo",  
        ylab("Grados celcius"), xlab("Temperatura del suelo"),  
        col = rainbow(ncol(energia)))
```

```
neta<-Venergia[,c(6,7)]
```

```
View(neta)
```

```
boxplot(x = neta, main = "Radiación neta",  
        ylab("Grados celcius"), xlab("Temperatura del suelo"),  
        col = rainbow(ncol(neta)))
```

```
radiacion<-Venergia[,c(16,17)]
```

```
View(radiacion)
```

```
boxplot(radiacion, main = "Flujo de calor en el suelo",  
        ylab("Grados celcius"), xlab("Temperatura del suelo"),  
        col = rainbow(ncol(radiacion)))
```

```
Vmeteorologicas <- read_excel("C:/Users/Usuario/Desktop/Script/Vmeteorologicas.xlsx")  
str(Vmeteorologicas)
```

```
#Grafico de bigotes
```

```
temperatura<-Vmeteorologicas[,c(7,8,9,10,11,12,13,14,15)]
```

```
View(temperatura)
```

```
boxplot(x = temperatura, main = "Temperatura del aire",  
        ylab("Grados celcius"), xlab("Temperatura del Aire"),  
        col = rainbow(ncol(temperatura)))
```

```
velaire<-Vmeteorologicas[,c(4,6)]
```

```
View(velaire)
```

```
boxplot(x = velaire, main = "Velocidad del aire",  
        ylab("m/s"), xlab("altura"),  
        col = rainbow(ncol(temperatura)))
```

Anexo 3. Imágenes tomadas en el manglar de Juan Díaz durante las visitas realizadas al sitio









