



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES CON
MENCION EN MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES**

**INFLUENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
BANANO EN LA PROVINCIA DEL EL ORO (ECUADOR)**

AUTOR

CARLOS MIGUEL ENRIQUEZ LAPO

Modalidad de Titulación

Online

TUTOR

SALOMON BARREZUETA UNDA

COTUTOR

IRÁN RODRÍGUEZ DELGADO

MACHALA EL ORO ECUADOR

2023

PENSAMIENTO

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”

Nelson Mandela

DIDICATORIA

Con dedicación especial a DIOS quien es mi faro y siempre ha estado a mi lado, cargándome en los momentos más difíciles de mi vida; a la memoria de mis padres Miguel Enriquez y Rosa Lapo a quienes llevo en mi corazón por su amor incondicional y por traerme a esta vida y darme principios y valores como ser humano; a mis hermanos que me han acompañado y apoyado en todo momento; y muy especialmente a mi esposa Estela Verónica Macías y mis hijos Alexander, y Miguel Enriquez, que han sido los motores, mi motivación, y mi gran tesoro en el día a día.

AGRADECIMIENTOS

Es mi deseo poder expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica De Machala Facultad De Ciencias Agropecuarias, por acogerme nuevamente,

Muy especialmente a mi Hermana Piedad Victoria, Wilmer, Luís Enriquez quienes fueron un pilar fundamental en la decisión de mi estudio de cuarto nivel. Y a los maestros de la facultad quienes hicieron posible con sus conocimientos, transferirnos herramientas que serán aplicadas en su momento en la sociedad para un mejor desarrollo del País.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Carlos Miguel Enríquez Lapo con C.C. 0704504315, declaro que el trabajo de “Influencia de factores climáticos en la producción de banano en la provincia de el oro (ecuador), en opción al título de Magister en Maestría En Recursos Naturales Renovables Con Mención En Manejo Y Preservación De Los Recursos Naturales, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

CARLOS MIGUEL ENRIQUEZ LAPO

C.C. 0704504315

Machala, 2023/08/09

REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Carlos Miguel Enriquez Lapo
Título del ejercicio: Articulo_cientifico
Título de la entrega: PROYECTO_TITULACION_Enriquez_Carlos_1_1_3.docx
Nombre del archivo: PROYECTO_TITULACION_Enriquez_Carlos_1_1_3.docx
Tamaño del archivo: 1.26M
Total páginas: 44
Total de palabras: 7,123
Total de caracteres: 38,781
Fecha de entrega: 06-oct.-2023 07:04a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2187474727



PROYECTO_TITULACION_Enriquez_Carlos._1_1_3.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 5 words

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Salomón Barrezueta Unda con C.I. 0703397810; tutor del trabajo de titulación **“Influencia De Factores Climáticos En La Producción De Banano en la provincia del El Oro (Ecuador) ”**, en opción al título de Magister en Recursos Naturales Renovables con Mención en Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.



Salomón Barrezueta Unda
C.I. 0703397810

Machala, 2023/Octubre/6

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Carlos Miguel Enriquez Lapo con C.I. 0704504315,—autor del trabajo de titulación “**Influencia De Factores Climáticos En La Producción De Banano en la provincia del El Oro (Ecuador)**”, en opción al título de Magister en Maestría En Recursos Naturales Renovables Con Mención En Manejo Y Preservación De Los Recursos Naturales, declaro bajo juramento que:

El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:

a—Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoCommercial* – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.



CARLOS MIGUEL ENRIQUEZ LAPO

C.I. 0704504315

Machala, 2023/10/02

RESUMEN

El cambio climático representa una amenaza significativa para el sector agropecuario en todo el mundo. El objetivo principal de la investigación fue analizar la relación entre los factores climáticos y la producción de banano Cavendish gigante se utilizó datos meteorológicos de la finca Santa Mónica durante el periodo 2018-2022. Se realizó un análisis estadístico descriptivo con los valores que se extrajeron de la estación meteorológica y de la producción de banano en el período mencionado, para ello se utilizó datos de una estación automática de FieldClimate. Los resultados revelan que la temperatura y la producción de banano se encuentran correlacionadas de forma positiva, con rendimientos óptimos a temperaturas superiores de 25°C, sin embargo, se produce una disminución por encima de 35°C. La humedad relativa y la precipitación, en cambio, afectan negativamente la producción. Un exceso de humedad relativa por encima del 75% puede propiciar la proliferación de plagas y enfermedades fungosas, lo que reduce el rendimiento, debido a la limitada duración del estudio del periodo 2018 al 2022, no se pudo desarrollar un modelo estadístico predictivo de productividad

PALABRAS CLAVE: Cambio climático; producción agrícola; recursos naturales.

ABSTRACT

Climate change poses a major risk to the global farming industry. This study examines how specific weather conditions impact the growth of bananas (*Musa AAA*), Var. Cavendish. The research assesses factors such as air temperature, humidity, rainfall, solar radiation, wind speed, and banana yield per hectare. The goal of this study is to examine how weather conditions affect the growth of giant Cavendish bananas, and to utilize meteorological data to enhance agricultural practices at Santa Monica farm from 2018-2022. The analysis method involved reviewing data on the production of bananas during this time, including information from the Ministry of Agriculture and Livestock and an automatic FieldClimate station, to determine consistency and connections. The findings indicate that there is a positive correlation between temperature and the production of bananas. The highest yields are achieved at temperatures exceeding 25°C but decrease when the temperature rises above 35°C. On the contrary, relative humidity and rainfall have a negative impact on yield. An excess of relative humidity above 75% can encourage the growth of pests and fungal diseases, leading to a decrease in yields. Similarly, precipitation does not exhibit a positive influence on yield.

KEYWORDS: Climate change; agricultural production; natural resources

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	16
-------------------	----

Planteamiento del problema	17
OBJETO DE ESTUDIO: Influencia del clima en la producción de banano.	18
JUSTIFICACIÓN.....	18
Hipótesis.....	18
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO 1.....	19
MARCO TEÓRICO	19
1.1 Origen del banano	19
1.2 Fisiología del banano	20
1.3. Taxonomía: Tipo, Genoma y subgrupo de musáceas	20
1.4 Factores climáticos.....	21
1.5 Temperatura	21
1.6 Precipitación.....	22
1.7 Viento.....	22
1.8. Evapotranspiración.....	22
1.9 Radiación solar.....	23
1.10 Humedad relativa	24
CAPÍTULO 2.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1 Ubicación geográfica del área en estudio.....	24
2.2 Metodología	25
2.3. Recolección de datos.....	25
2.4 Análisis estadístico.....	26
CAPÍTULO 3.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
3.1 Promedio de temperatura	27
3.2 Producción de cajas mensuales por hectárea del periodo 2018 al 2022.....	32
3.3 Precipitación.....	34
3.4 Humedad relativa (%)	36
3.5 velocidad del viento (km/h).....	37
3.6 Radiación solar.....	39
3.7 Evapotranspiración.....	42
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Promedio de Temperatura del aire °C mes por año.29

Figura 2. Promedio de temperatura del aire del año 2022 y producción de cajas 22XU	31
Figura 3. Promedio de temperatura anual	32
Figura 4. Producción de cajas mensuales del periodo 2018 - 2022.....	34
Figura 5. Dispersión agrupada de producción.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Promedio de la precipitación anual/mes.....	36
Figura 7. Regresión de la producción de banano Vs Precipitación.¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8. Promedio mensual de la Humedad relativa del periodo 2018-2022.....	37
Figura 9. Velocidad del viento (km/h) mensual del periodo 2018 a 2022 2023.....	39
Figura 10. promedio de la radiación solar.	41
Figura 11. Correlación de producción Vs Radiación solar.¡Error! Marcador no definido.	
Figura 12. Evapotranspiración mensual (mm).....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del banano	20
Tabla 2. Variables de estudio.....	26
Tabla 3. Promedio de temperatura del aire (°C) mensual por año.....	28
Tabla 4. Promedio de Temperatura del aire mensual/año y producción mensual/ha, 2022.....	30
Tabla 5. Promedio de Temperatura Máxima en °C del periodo 2018 al 2022.....	32
Tabla 6. Producción de cajas mensuales por ha.....	33
Tabla 7. Promedio de Precipitación mensual del periodo 2018 al 2022.....	34
Tabla 8. Promedio mensual de Humedad relativa (Hr) del periodo 2018 a 2022.	36
Tabla 9. Promedio mensual del viento del periodo 2018 a 2022.....	38
Tabla 10. Promedio de Radiación solar (Mj/m ²).....	40
Tabla 11. Promedio Producción.....	42
Tabla 12. Efecto de la evapotranspiración (mm) mensual del periodo 2018 al 2022..	43

GLOSARIO

Precipitación. – es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmosfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, agua nieve, granizo.

Temperatura. – es una magnitud referida a la noción de calor medible mediante un termómetro.

Humedad relativa. – se refiere al vapor de agua que se encuentra presente en la atmosfera. El valor procede de la evaporación de las masas de agua terrestre y, en menor medida, de la evapotranspiración desde suelos y plantas.

Radiación solar. – Es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático, en la actualidad, se ha convertido en un factor crítico que impacta directamente en los sistemas de producción a nivel global. Esta variación en el climático ha generado repercusiones graves como el aumento de la temperatura del océano y la aparición de sequías más intensas, impactando significativamente la agricultura y representando una amenaza para la seguridad alimentaria global (Chamba *et al.*, 2017). Entre 2006 y 2016, los países en desarrollo experimentaron pérdidas del 26% en su sector agrícola debido a estos fenómenos (FAO, 2016).

El origen de este cambio radical principalmente en cambios en el uso del suelo impulsado por la expansión de las áreas agrícolas para satisfacer las demandas alimenticias crecientes y abastecer el mercado global, desencadenando la pérdida masiva de agrobiodiversidad en regiones afectadas por la expansión tanto agrícola como urbanística.

Este cambio en el suelo desencadena la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y el amoníaco (NH₄) (CEPAL, 2015). Las emisiones han resultado en un aumento de las temperaturas en aproximadamente 1,1°C desde la época preindustrial. Esta tendencia al alza en las temperaturas persistirá, intensificando la frecuencia de sequías y teniendo un impacto cada vez más significativo en la actividad agrícola (AghaKouchak *et al.*, 2021).

En el Ecuador el cambio climático a tenido efectos devastadores en las zonas rurales, en especial en las provincia de la costa (Elberi, *et al.*, 2015). Uno de los sistemas de producción más afectado es la producción de banano, sea por la sequía o el exceso de agua ocasionado por las precipitaciones. En este aspecto, el banano (*Musa spp.*) es un cultivo de gran valor económico y social para el país, por su aporte en las exportaciones y en la generación de empleo (Sanmartín *et al.*, 2023), también porque contribuye a la sostenibilidad económica y social de algunas comunidades rurales (Petsakos *et al.*, 2018).

Planteamiento del problema

La falta de datos precisos y el desconocimiento de las tendencias climáticas pueden llevar a elecciones erróneas, aumentando el riesgo de pérdidas económicas y de

producción. En este contexto, el cambio climático plantea un desafío urgente para las fincas bananeras. Las alteraciones impredecibles en los patrones climáticos amenazan la estabilidad de los cultivos. Esta incertidumbre climática dificulta la toma de decisiones en la gestión agrícola. Por tanto, Es imperativo implementar estrategias basadas en información climática confiable para salvaguardar las fincas bananeras y garantizar su sostenibilidad en un entorno climático cambiante. (Castro *et al.*, 2019).

OBJETO DE ESTUDIO: Influencia del clima en la producción de banano.

JUSTIFICACIÓN.

Ecuador tiene alrededor de 162,236 ha y cuenta con 4,473 productores de fruta (Ministerio De Comercio Exterior, 2017). En la provincia de El Oro se sitúa la mayor parte de los pequeños productores de banano, aproximadamente el 42 % del país. Entre 4,000 a 4,500 productores que representan una producción de 1900 a 2040 cajas/ha/año. En el año 2013, alrededor de 2,5 millones de personas dependían de la industria bananera. Por lo tanto, este sector se rige como un pilar fundamental en la dinámica económica del país.

El banano es un pilar económico, generador de empleo y componente vital en las exportaciones ecuatorianas. Un análisis detallado del clima permitirá adaptar prácticas agrícolas, anticipar riesgos y mejorar la resiliencia del cultivo. La importancia económica y social del banano en la región subraya la necesidad de comprender cómo el clima afecta la producción.

En el contexto del cambio climático, es esencial evaluar cómo evolucionan los patrones climáticos en El Oro. Esto proporcionará la base para ajustar las prácticas agrícolas y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la producción de banano. La investigación también contribuirá a la adopción de prácticas sostenibles, reduciendo la huella ambiental y promoviendo la conservación.

Dado que Ecuador es un actor importante en el comercio internacional de banano, comprender cómo el clima local afecta la calidad y cantidad de la cosecha es crucial. Esta información permitirá a los productores ecuatorianos ajustar sus estrategias y mantener estándares de calidad, asegurando la competitividad en el mercado global.

Hipótesis Las variaciones climáticas ejercen una influencia significativa en la producción de banano.

Objetivo general

Evidenciar la influencia de los factores climáticos en la producción de banano Cavendish gigante, mediante el análisis de datos meteorológicos y productivos en la finca Santa Mónica (Cantón Machala) durante el periodo 2018 – 2022.

Objetivos específicos

- Explorar los elementos climáticos registrados en la zona El Retiro, mediante la creación de gráficos y tablas para identificar patrones, tendencias y variaciones en las condiciones climáticas a lo largo del tiempo.
- Analizar los elementos climáticos que incidencia en la producción de banano mensual/ha/año en la finca mediante la toma de muestras estadísticas que inciden en la producción de cajas por hectárea para fortalecer su rendimiento de producción contribuyendo al medio ambiente.
- Comparar los diferentes elementos climáticos registrados en la parroquia El Retiro y la producción de banano en el periodo 2017-2022.

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

1.1 Origen del banano

El banano y el plátano (*Musa* spp.) son hierbas perennes monocotiledóneas gigantes que se encuentran en los trópicos húmedos y subhúmedos en altitudes de bajas a medias. Se originaron principalmente en el sureste de Asia, con centros secundarios de diversidad en África Occidental y Central (subgrupo Plantain) y en las tierras altas de África Oriental (subgrupo Lujugira). Pertenecen al género *Musa* (Ramirez *et al.*, 2020).

1.2 Fisiología del banano

Indica que la intensidad de la transpiración varía con la temperatura y con el viento o con la humedad atmosférica, pero muy específicamente con la intensidad de la luz, pues parte de la energía captada (radiación) por la clorofila se emplea en producir la evaporación del agua en las hojas. Este fenómeno va ligado a la fotosíntesis (INTAGRI, 2018).

La producción de las plantas es el resultado de los factores ambientales actuando sobre un proceso fotoquímico (la fotosíntesis). La energía radiante que no es usada en la fotosíntesis se transforma en energía calórica y se emplea para la evaporación del agua desde la planta en el proceso de la transpiración (Bernal E, 2016).

La producción de banano se puede llevar a cabo por todo el año, pero depende del clima para su crecimiento, nuestro país cuenta con dos ciclos que son: lluvias y sequías, debido a esto se necesita implementar un sistema de riego para los meses que son de escasa lluvia, ya que la plantación necesita una cantidad de 1200 a 2000 mm de agua anualmente, y una temperatura mayor a los 20 °C anuales (Sánchez, 2018).

(Palacios *et al.*, 2019) Manifiesta que las temperaturas altas provocan el cierre de las estomas, y reduce la fotosíntesis. Temperaturas bajas retrasan el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes. Durante periodos largos de sequía, la excesiva evaporación provoca una rápida deshidratación de las hojas, marchites de las vainas y ruptura del pseudotallo, ayudada, claro está por condiciones adversas de humedad relativa, radiación solar y temperatura.

1.3. Taxonomía: Tipo, Genoma y subgrupo de musáceas

La taxonomía del banano está clasificada por el (LifeMap, 2020) de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del banano

Reino	Vegetal
División:	Espermatophyta
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae;
Género:	<i>Musa</i>
Especies:	Musaceae;

Fuente: LifeMap (2020).

La clasificación genética de las especies *Musa acuminata* silvestre es diploide ($2n=22$) siendo del grupo cromosómico AA, mientras que los trípodas que provienen de ellas AAA incluyendo cultivares Cavendish y Gros Michael; diferente de los híbridos con un juego cromosómico AAB o ABB que corresponde a los plátanos machos, cultivados para consumo cocido (LifeMap., 2020).

1.4 Factores climáticos

La temperatura adecuada de la planta banano oscila entre los 26°C a 27 °C, si la temperatura es menor a 18 °C el crecimiento se detiene e incluso ocasiona daños graves. El cultivo necesita de 120 a 150 mm de precipitación mensual y entre 1200 a 2000 mm anual, su carencia afecta directamente el rendimiento (Gómez, 2021).

A partir de ello, uno de los factores determinantes que afecta el clima, es el calentamiento global causado por el aumento de CO₂, Este hecho amenaza a los ecosistemas mundiales, afectando el desarrollo sostenible y el bienestar de la humanidad. Los estudios científicos han determinado que si las concentraciones atmosféricas de CO₂ continúan por encima de 350 partes por millón (ppm), el planeta se enfrentará a desastres humanos y naturales irreversibles, para ello el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés (IPCC) en su 4° Informe publicado en 2007, estableció que para asegurar una

estabilidad climática a largo plazo es necesario que la temperatura global no supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales. (Távora M, 2020).

1.5 Temperatura

El rango de temperatura óptima para el crecimiento del cultivo de banano se encuentra generalmente entre los 25 a 27°C en el día. En estas temperaturas, la planta tiende a desarrollarse de manera más saludable y producir frutas de mejor calidad. y con temperaturas nocturnas de 16 a 18°C. que se consideran temperaturas bajas pueden inhibir su crecimiento. Temperaturas superiores a los 35°C, pueden ser perjudiciales para la planta causando un estrés por calor, lo que afecta negativamente su desarrollo. (Torres, *et al.*, 2019 a).

1.6 Precipitación.

Es el segundo factor más importante, aunque en las zonas en que se ubica existe humedad y precipitación constante. Mensualmente la planta de banano requiere de 120 a 200 mm de agua y adicionalmente se pueden auxiliar con riegos si se reconocen épocas de sequía en la zona.(INTAGRI, 2018).

1.7 Viento

El banano es una planta muy susceptible a vientos moderados o excesivos. Vientos leves de 20Kmlh producen la rasgadura de la hoja en flecos, pero se consideran soportables. De 20 a 40 km./h la ruptura de la hoja es considerable en queda totalmente en flecos, lo cual puede reducir hasta un 20 % los rendimientos en peso del producto. A más de 40 km./h se produce en desraizamiento de la planta o quebradura del pseudotallo y a más de 55 km/h se produce una destrucción total. Un caso especial en el banano es el "Blow down", que son ráfagas de vientos veloces que pasan por ciertas fajas de la plantación provocando daños (tumbando y desraizando), con lo que se pierde total esa generación de madres, por lo que hay que esperar el rebrote o crecimiento de hijuelos jóvenes. Una de las formas de reducir los daños ha sido el reemplazo de "Valery" por "Grand nain" de porte más bajo, pseudotallo más robusto y con una resistencia 5 veces mayor a los vientos que "Valery" (Torres, *et al.*, 2019 b).

1.8. Evapotranspiración

La evapotranspiración (ET) es un parámetro muy importante en el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos (Lázaro *et al.*, 2022). Este parámetro

constituye la columna vertebral del diseño agronómico de todo sistema de riego, a través del cual se dimensionan redes de canales, redes de tuberías, reservorios (Ortiz y Chile, 2020). Además, facilita la planificación de la operación de un sistema de riego (calendario y turnos de riego), y permite planificar la gestión de los recursos hídricos (Cuadra y García, 2016).

La estimación del K_c con base en el clima local, la variedad y las condiciones de manejo del riego para el banano ayudará a mejorar la programación del riego y la eficiencia del uso del agua, seguido de buenos rendimientos. Por ello, el uso del lisímetro aportará información útil para estimar la evapotranspiración del cultivo (ET_c) y cuantificar el K_c a lo largo de todo el ciclo del cultivo, además de satisfacer las necesidades hídricas del banano, racionalizando su uso y su disponibilidad hídrica en el suelo (Neira *et al.*, 2020).

1.9 Radiación solar

El sol es una fuente primaria de energía radiante, caracterizada por propagar sus ondas a través del espacio. Por su parte, las plantas teniendo la capacidad de sintetizar todas las sustancias esenciales para su metabolismo a partir de sustancias inorgánicas, actúan como excelentes captadores de la radiación solar. Por ello, mediante la fotosíntesis son capaces de transformar la energía radiante en energía química. Así, quedan asociadas a los compuestos orgánicos de la biomasa (Torres *et al.*, 2019 c).

La radiación es la fuente más importante de energía y tiene relación prácticamente con todos los procesos fisiológicos de la planta. La radiación solar puede medirse en forma instantánea en: Radiación global (W/m^2), RFA ($\mu mol/m^2s$), RFA (W/m^2), y Luz visible (Lux). Cuando se integra este valor a través del tiempo, se expresa la cantidad de energía acumulada en determinado periodo. Normalmente se hace en minutos, horas o en un día completo. De esta manera, una radiación global de $1 W/m^2$ durante un segundo es igual a $1 J/m^2/s$; entonces en 1 hora tendríamos $3,600 J/m^2/h$.

Suponiendo que en una hora se tuviera una radiación global media de $400 W/m^2$, esto equivale a $400 J/m^2/s$, y a $1,440,000 J/m^2/h$. Un millón de Joules equivalen a 1 MJ, entonces esa cifra equivale a $1.44 MJ m^2/h$. Si esa fuera la radiación media durante 12 horas del día, entonces la radiación acumulada en todo el día sería de $17.3 MJ m^2/día$. Ya anteriormente se había mencionado que la radiación fotosintéticamente

activa equivale al 45 – 50 % de la radiación global, que para fines prácticos se usa más comúnmente la mitad. En el cuadro 3 y 4, se muestran las equivalencias entre las unidades de medición y las necesidades de radiación en 3 cultivos bajo invernadero, respectivamente. Como puede percatarse, cada cultivo o variedad difiere en sus necesidades de radiación. La fruta de banano requiere radiaciones globales y fotosintéticas activa (285 cal/cm²) y menores de 25Mj/m² (600 cal/cm²) (Jiménez J, 1998).

1.10 Humedad relativa

La humedad relativa es el valor que indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida (conocida como saturación), se expresa en tanto por ciento (%). La humedad relativa al 100% nos indica que la masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua en su seno, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convertirá en agua líquida o en cristallitos de hielo, según las condiciones ambientales (Távora M, 2020 a).

La necesidad de consumo de agua de riego por las plantas es influenciada directamente por la humedad relativa, es decir a mayor humedad del aire las necesidades de riego son menores y a medida que el aire está más seco las necesidades de riego son mayores, cuando hay una baja evapotranspiración asociadas a humedad relativa alta, la absorción de agua por las raíces disminuye y se reduce de manera importante la absorción de nutrientes, la humedad relativa también influye en el comportamiento de las plagas y enfermedades (Távora M, 2020 b)

(Castro Tamayo et al., 2019). Los efectos del cambio climático en los últimos años se han considerado como una amenaza no solo desde el punto de vista ambiental sino social económico por su impacto en los diferentes sectores sobre todo en la agricultura.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación geográfica del área en estudio

La investigación se llevó a cabo en la Parroquia Rural El Retiro, Cantón Machala. Las coordenadas geográficas son las siguientes: Latitud 3°21'56.6"N, Longitud 79°53'41.1"W (Figura 1).

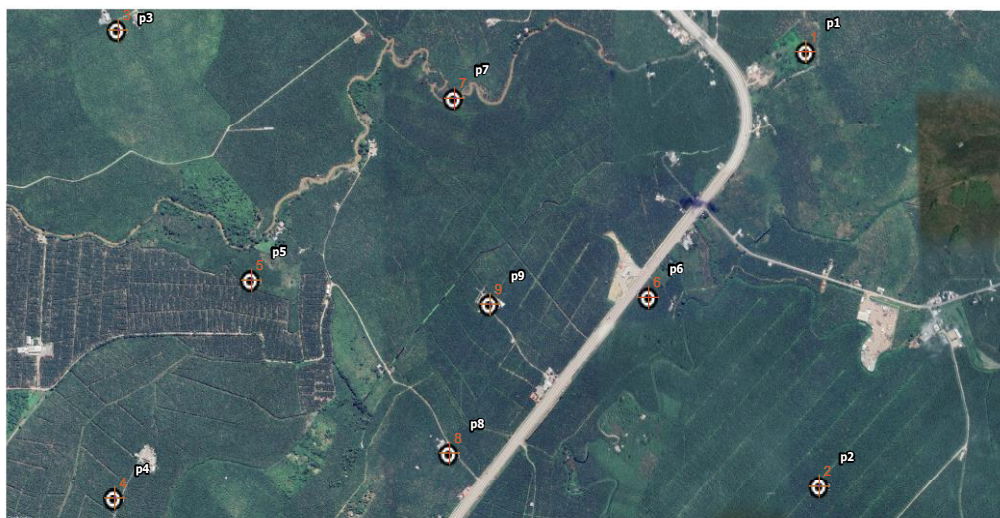


Figura 1. ubicación de la zona en estudio

Fuente: Google earth

La zona de estudio presenta una temperatura que varía durante la temporada seca o meses fríos de junio a diciembre de 23°C a 25°C, en la temporada lluviosa o de los meses cálidos, enero a mayo, se observan temperaturas que alcanzan un promedio mensual comprendido entre los 26°C > 28°C y una precipitación anual 250 a 500 mm Plan de desarrollo, 2015 Altitud 5 m.s.n.m. Suelo es un inceptisol con buen drenaje, clases texturales predominante franco limoso. Una humedad relativa de 70% hasta 80%

2.2 Metodología

La metodología consiste en la recopilación, identificación y selección de datos de las variables a investigar, revisión bibliográfica de teorías o estudios anteriores, reportes estadísticos, información de internet. Este estudio analiza el comportamiento de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, radiación solar y evapotranspiración de cada año de producción del cultivo de banano (*Musa* spp. Var. "Cavendish", luego se han obtenido gráficos referidos a productividad, temperatura, humedad relativa y precipitación.

2.3. Recolección de datos

La zona de El Retiro se tomaron los datos de una estación meteorológica tipo Field Climate. El levantamiento de información de las variables en estudio fue: Temperatura, Precipitación, Humedad relativa, evapotranspiración, Radiación solar, velocidad del viento y producción de cajas/mensual/ha/año (Tabla 1). El periodo registro de datos fue de 5 años que comprenden desde el 2018 al 2022.

Tabla 2. Variables de estudio

Variable	Unidad
Precipitación	mm
Velocidad del viento	m/s
Radiación solar	w/m ²
Evapotranspiración (mm)	mm
Número de cajas	22xu de 19.5 kg /ha/año

Fuente: Enriquez 2023

Con los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería se realizó la recopilación de información de la productividad, rendimiento y los precios de la caja convencional 22XU. Siendo este el ente regulador o encargado de establecer los precios al mercado con respecto a los costos de productividad y acorde al mercado internacional.

2.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se centró en el uso de medidas descriptivas clave, como las medias, proporciones y la varianza. La media aritmética se calculó para entender el valor promedio de las variables estudiadas, proporcionando una indicación general del comportamiento central de los datos. Las proporciones se emplearon para evaluar relaciones entre diferentes variables, permitiendo entender la proporción de una variable con respecto a otra en el contexto del estudio agro ecosistémico.

Además, se exploró la varianza como medida de dispersión, buscando comprender la extensión de la variabilidad de los datos en relación con la media. Esta medida descriptiva es crucial para identificar la consistencia o variabilidad de las observaciones, ofreciendo insights sobre la estabilidad o fluctuación en la producción de banano en la Finca Santa Mónica.

CAPÍTULO 3.
RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Promedio de temperatura

La tabla 3 los datos de la temperatura del aire comprendida entre los años 2018 y 2022 muestra una variación estacional en las lecturas mensuales. Se identifican valores más altos en los meses de enero a abril, registrando picos durante estos periodos en cada año. En particular, el año 2019 destaca con las temperaturas más altas en general, siendo abril el mes con la lectura más elevada (27,18°C). Por otro lado, mayo de 2019 y 2022 muestran las temperaturas más bajas en los meses agosto y octubre, con valores respectivamente de 22,36°C y 22,15°C.

En términos generales, se observa una tendencia de incremento de temperatura hacia el periodo de enero a abril y un descenso gradual hacia los meses de mayo y junio. Posteriormente, se mantiene una estabilidad en las temperaturas durante los meses intermedios del año, para luego descender nuevamente hacia finales del año.

Los años 2021 y 2022 presentan, en su mayoría, temperaturas más bajas en comparación con los años precedentes. En contraste, 2020 se destaca por tener valores más altos en varios de los meses. Estos patrones resaltan una variabilidad estacional y anual en las temperaturas del aire, lo que puede influir en diversas actividades, como la producción agrícola y en la planificación de cultivos.

Tabla 3. Promedio de temperatura del aire mensual por año.

Meses	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	26,17	26,58	26,98	26,04	25,39
Febrero	26,58	26,35	27,09	26,73	25,97
Marzo	26,75	26,35	27,10	26,68	26,52
Abril	26,87	27,18	27,16	26,81	26,21
Mayo	25,59	26,5	26,44	24,51	24,92
Junio	24,21	23,61	24,61	23,84	23,24
Julio	23,18	23,61	23,09	23,45	22,57
Agosto	22,92	22,36	22,95	23,24	23,14
Septiembre	23,09	22,62	23,40	23,41	22,91
Octubre	23,16	23,13	23,79	23,56	22,15
Noviembre	23,25	23,75	23,75	22,95	22,53
Diciembre	24,82	25,11	24,90	24,49	24,79

Fuente: Elaboración propia.

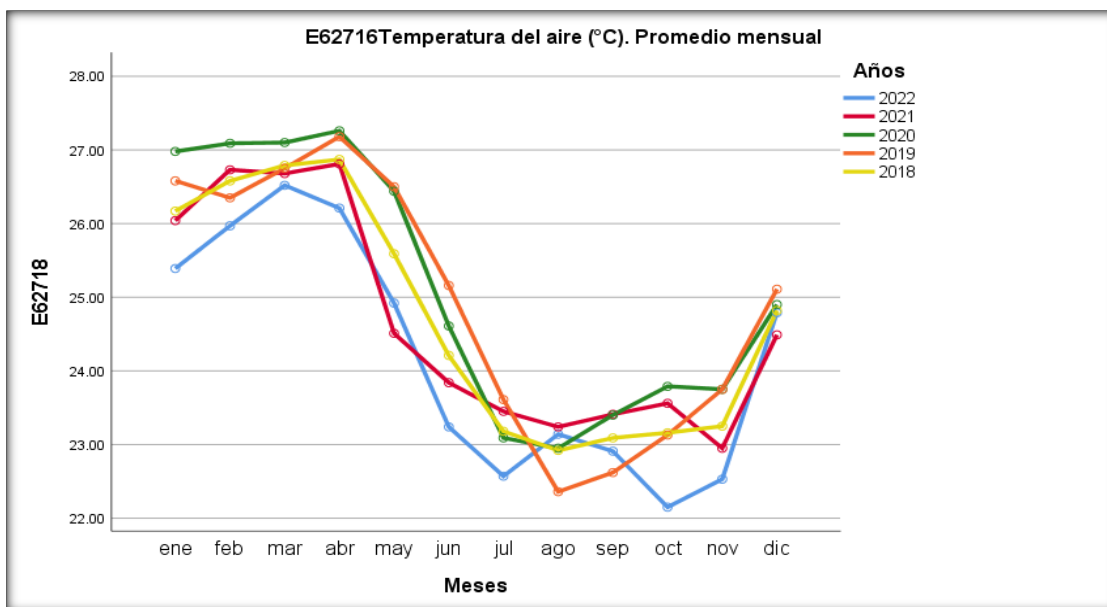


Figura 1. Promedio de Temperatura del aire °C mes por año.

Fuente: Enriquez 2023.

La tabla 4 muestra los datos mensuales de temperatura del aire y la producción de cajas de banano (22XU) por hectárea para el año 2022. Se evidencia una variación considerable en las temperaturas a lo largo de los meses, lo que puede tener implicaciones en la producción agrícola.

Los meses de enero a mayo muestran un incremento progresivo en la temperatura, alcanzando su pico máximo en la temperatura del aire, en marzo con 26,52°C. Este valor de temperaturas más altas se asocia con una producción de banano relativamente estable y favorable, de 219,78 a 228,47 cajas por hectárea.

Sin embargo, a partir de junio a noviembre, se observa una disminución considerable en la temperatura, alcanzando un mínimo en el mes de octubre de 22,15°C. Esta reducción en la temperatura coincide con una disminución, en la producción de banano, alcanza su punto más alto en mayo con 228,47 cajas por hectárea. La disminución en la temperatura durante los meses siguientes, junio a noviembre, parece tener un impacto en la producción, reflejándose en una reducción significativa en el rendimiento por hectárea.

Octubre marca el punto más bajo en la temperatura del año, con 22,15°C, lo que coincide con una producción de 163,56 cajas por hectárea. A pesar de un ligero aumento

en la temperatura en el mes de diciembre, la producción no alcanza los niveles anteriores a mayo, lo que sugiere una posible influencia de la temperatura en la productividad del cultivo de banano.

Estas variaciones mensuales en la temperatura del aire parecen influir en la producción de banano, mostrando una relación inversa entre la temperatura y la cantidad producida, resaltando la sensibilidad de este cultivo a los cambios climáticos estacionales.

Tabla 4. Promedio de Temperatura del aire mensual/año y producción mensual/ha, 2022.

Mes	Temperatura (°C)	Producción (Cajas 22XU)
Enero	25,39	187,00
Febrero	25,97	208,47
Marzo	26,52	207,42
Abril	26,21	219,78
Mayo	24,92	228,47
Junio	23,24	144,53
Julio	22,57	123,59
Agosto	23,14	174,34
Septiembre	22,91	152,17
Octubre	22,15	163,56
Noviembre	22,53	137,74
Diciembre	24,79	209,54

Fuente: Elaboración propia.

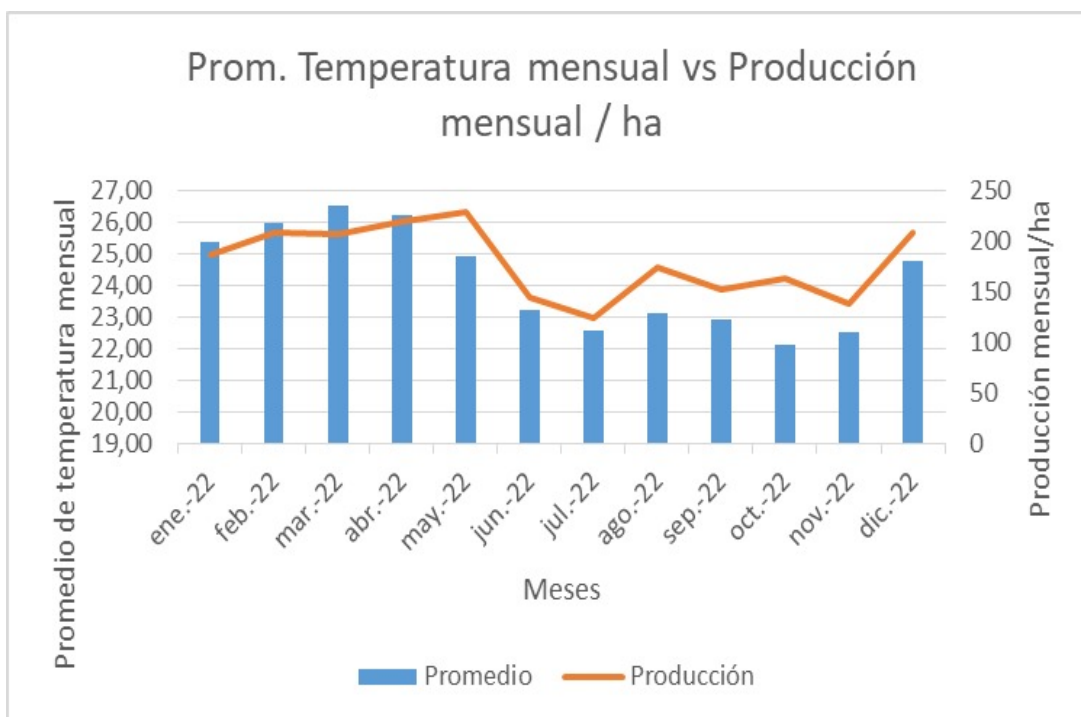


Figura 2. Promedio de temperatura del aire del año 2022 y producción de cajas 22XU

La tabla 5 y figura 4, presenta los promedios anuales de temperatura máxima en grados Celsius (°C) para el periodo comprendido entre 2018 y 2022. Se observa una variación ligera en los valores de temperatura máxima a lo largo de estos años.

El año 2020 registró el promedio más alto de temperatura máxima con 25,62°C, seguido por 2019 con 25,40°C. Este valor es favorable para el desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, la cual requiere temperaturas entre 25°C y 28°C. Torres (2019) enfatiza el impacto determinante de la temperatura (25-27°C durante el día) en el crecimiento y desarrollo del banano.

Por otro lado, 2018 y 2022 se mantuvieron ligeramente por debajo de estos valores con promedios de 24,97°C y 24,70°C, respectivamente. Asimismo, 2021 muestra una temperatura máxima promedio de 25,17°C.

Estos promedios indican a lo largo del periodo analizado, que no se evidencia una variación significativa en la temperatura máxima promedio anual. Aunque existen fluctuaciones entre los años 2018 y 2022, la diferencia entre los valores es mínima, mostrando cierta estabilidad en las temperaturas máximas a lo largo de estos años.

Tabla 5. Promedio de Temperatura Máxima en °C del periodo 2018 al 2022

Año	Temperatura Máxima (°C)
2022	24,70
2021	25,17
2020	25,62
2019	25,40
2018	24,97

Fuente: Elaboración propia.

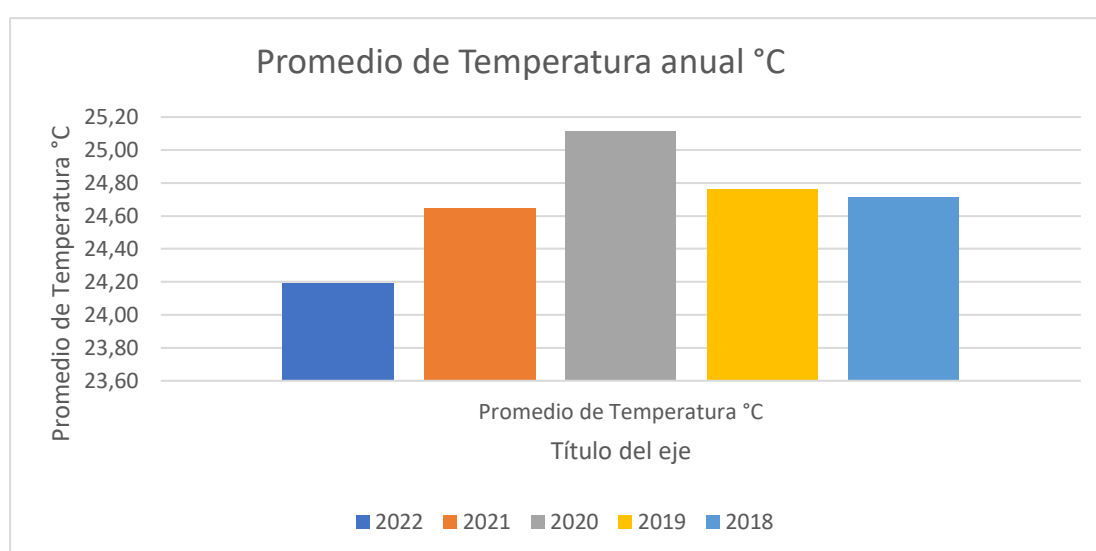


Figura 4. Promedio de temperatura anual

Fuente: elaboración propia.

3.2 Producción de cajas mensuales por hectárea del periodo 2018 al 2022.

La producción de banano del periodo comprendido entre 2018 al 2022, en el año 2022 en el mes de julio se obtuvo una producción de 123,59 cajas mensuales por hectárea (Tabla 6,-Figura 4). En la figura 1 se puede corroborar que en los meses de marzo, abril y mayo la producción va en aumento conjuntamente con la temperatura. Al aumentar la temperatura aumenta la producción. La Tabla 6 muestra la producción mensual de cajas de banano a lo largo de los años 2018 a 2022. Se observa una variabilidad en la producción mensual, con fluctuaciones notables en diferentes periodos.

En general, los meses de mayo, en particular el año 2020, destacan como los periodos con la producción más alta, alcanzando un máximo de 300,14 cajas en mayo de 2020. Posteriormente, se observa una tendencia a la baja en la producción durante los meses de junio a septiembre en la mayoría de los años estudiados, indicando una disminución en la cantidad de cajas producidas en esos periodos.

A lo largo de los años, se pueden identificar patrones estacionales en la producción. Por ejemplo, enero y diciembre suelen registrar niveles relativamente altos, aunque con cierta variabilidad entre los años. Por otro lado, julio tiende a mostrar una producción menor en comparación con otros meses.

Tabla 6. Producción de cajas mensuales por ha.

Meses	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	232,61	191,50	209,72	220,52	187,00
Febrero	202,32	201,91	201,64	197,13	208,47
Marzo	266,20	232,57	200,52	181,71	207,42
Abril	230,75	234,47	234,92	199,71	219,78
Mayo	264,49	249,71	300,14	219,76	228,47
Junio	184,42	145,90	193,82	166,36	144,53
Julio	168,00	137,41	130,29	147,62	123,59
Agosto	237,34	203,20	197,21	191,03	174,34
Septiembre	184,99	126,52	169,04	162,12	152,17
Octubre	169,11	186,25	186,07	178,47	163,56
Noviembre	159,87	138,76	137,53	128,72	137,74
Diciembre	230,25	225,76	208,69	215,02	209,54

Fuente: Elaboración propia.

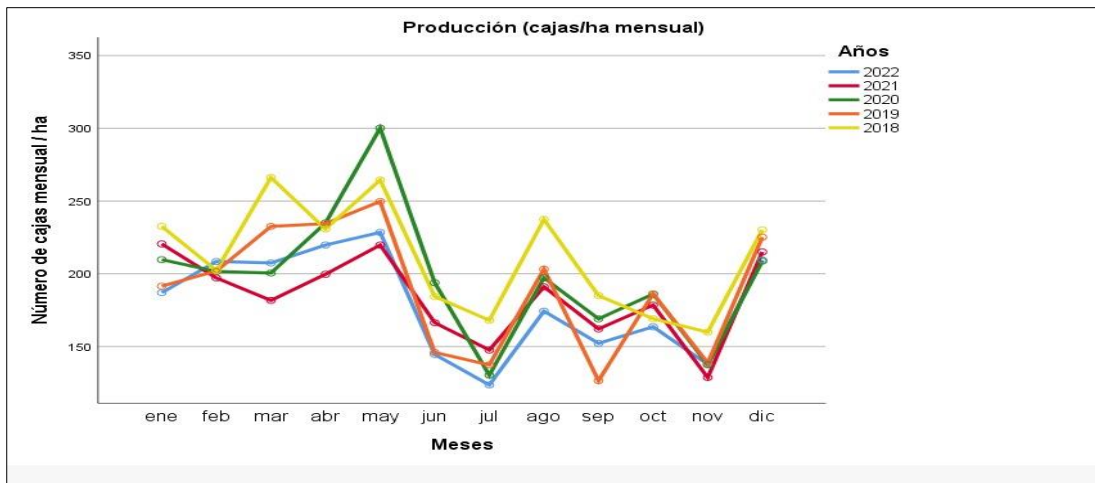


Figura 5. Producción de cajas mensuales del periodo 2018 - 2022.
Fuente: Elaboración propia.

3.3 Precipitación

En la tabla 7, se observan variaciones significativas en la sumatoria de precipitación anual, siendo 2018 y 2019 años con registros más elevados en comparación con 2020, 2021 y 2022. En marzo de 2021 se registró el pico más alto de precipitación con 377 mm. Se destaca que la mayoría de la precipitación se concentra entre enero y marzo, seguida por una marcada disminución de lluvias de abril a diciembre.

Según (INTAGRI, 2018) las necesidades hídricas del banano oscilan entre 1200 mm y 2000 mm durante su ciclo fenológico, o aproximadamente de 120 a 180 mm mensuales. Se observa que, de abril a diciembre, la precipitación no alcanza el requerimiento mínimo mensual (13%) para cubrir las necesidades hídricas. Esto indica la insuficiencia de lluvias para satisfacer las demandas hídricas de las plantaciones, lo que implica la necesidad de aplicar riegos programados en la finca para complementar este déficit (ver Tabla 7 Figura 6).

Tabla 7. Promedio de Precipitación mensual del periodo 2018 al 2022.

Meses	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Enero	132,00	140,00	1,88	97,50	108,75
Febrero	138,00	168,92	214,92	61,46	73,00
Marzo	237,40	183,09	97,14	377,63	201,80
Abril	56,00	49,14	29,17	44,79	99,40
Mayo	17,00	22,08	11,88	20,63	37,40
Junio	16,30	16,67	6,88	23,48	24,60
Julio	21,20	26,04	7,70	28,11	21,40
Agosto	14,82	18,07	12,08	15,63	17,40
Septiembre	16,86	11,66	15,64	18,08	16,20
Octubre	25,00	37,70	20,41	17,29	24,20
Noviembre	23,00	33,96	16,41	26,66	15,40
Diciembre	22,34	44,67	22,86	34,58	15,20
Sumatoria	726,92	752,00	456,97	765,84	654,81

Fuente: Elaboración propia.

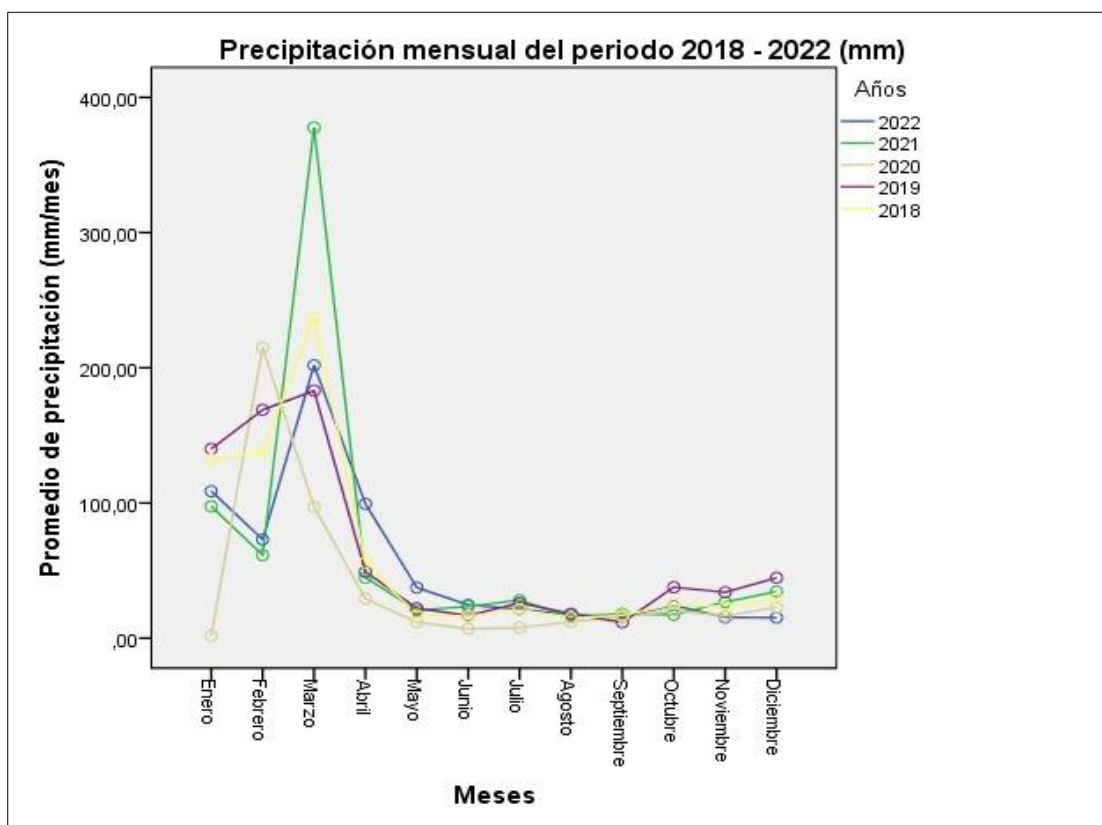


Figura 6. Promedio de la precipitación mes/año.

Fuente: Enriquez 2023.

3.4 Humedad relativa (%)

La humedad relativa en los meses de junio, julio y agosto presento un porcentaje promedio de 95,07% (Ver Tabla 8 figura 7) valor alto, pero congruente con la zona en estudio. Estos valores resultan negativos debido a que, si la humedad relativa es mayor a los 80%, la producción es propensa a sufrir enfermedades como el incremento de *Mycosphaerella fijiensis*. Távara (2020.,) manifiesta que a mayor humedad del aire las necesidades de riego son menores y a medida que el aire está más seco las necesidades de riego son mayores, cuando hay una baja evapotranspiración asociadas a humedad relativa alta, la absorción de agua por las raíces disminuye y se reduce de manera importante la absorción de nutrientes, la humedad relativa también influye en el comportamiento de las plagas y enfermedades.

Tabla 8. Promedio mensual de Humedad relativa (Hr) del periodo 2018 a 2022.

Meses	2022	2021	2020	2019	2018
Enero	87,00	86,6	87,13	83,75	80,36

Febrero	84,36	85,49	88,61	84,93	81,21
Marzo	85,82	85,65	88,51	85,29	86,54
Abril	86,62	86,05	88,5	84,07	86,31
Mayo	89,95	95,56	92,29	87,55	91,34
Junio	91,15	93,9	95,33	91,94	93,08
Julio	91,22	93,32	97,33	93,36	93,81
Agosto	88,81	92,5	92,56	93,28	91,79
Septiembre	87,55	92,83	91,15	92,42	90,99
Octubre	88,66	93,09	91,82	94,39	91,99
Noviembre	83,49	93,84	88,88	94,21	90,1
Diciembre	75,56	90,77	90,47	92,18	87,25

Fuente: Datos estación meteorológica PessI Instruments /Kale (2018-2022)

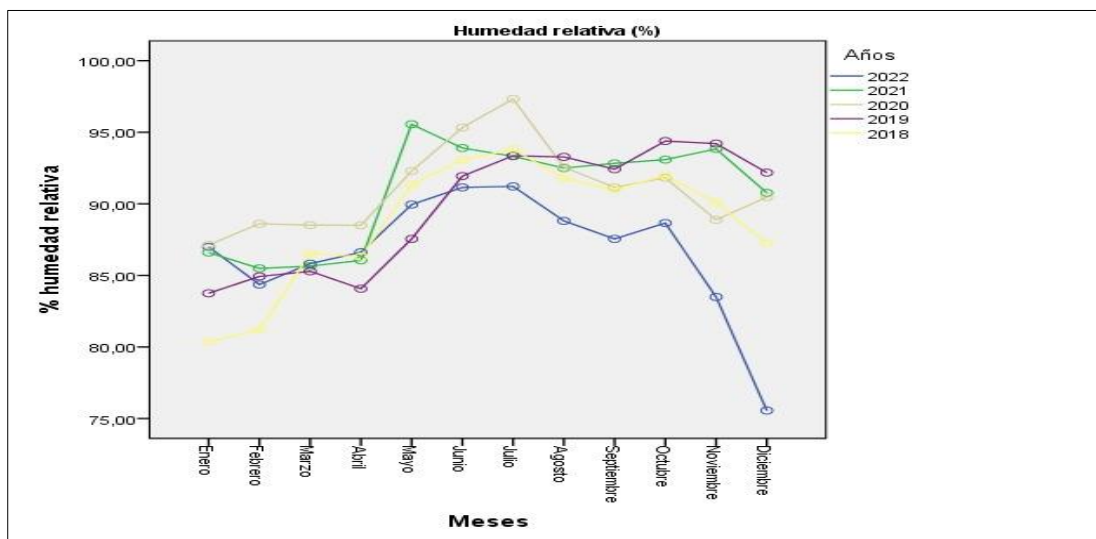


Figura 7. Promedio mensual de la Humedad relativa del periodo 2018-2022.
Fuente: Elaboración propia.

3.5 velocidad del viento (km/h).

En los meses febrero marzo del año 2020 el mayor valor obtenido de velocidad de viento fue de 0,46 km/h (Tabla 9 Figura 8). Este promedio es favorable para el

manejo del banano ya que no es una velocidad considerable que transporte a esporas de *Mycosphaerella fijiensis*, siendo cuando sobre pasa los 20 km/h.

Tabla 9. Promedio mensual del viento del periodo 2018 a 2022.

Meses	2022	2021	2020	2019	2018
Enero	0,01	0,37	0,34	0,28	0,21
Febrero	0,04	0,45	0,45	0,24	0,27
Marzo	0,1	0,42	0,47	0,4	0,32
Abril	0,07	0,32	0,32	0,33	0,26
Mayo	0,02	0,13	0,29	0,19	0,16
Junio	0,03	0,14	0,21	0,13	0,13
Julio	0,02	0,19	0,1	0,12	0,11
Agosto	0,06	0,16	0,16	0,12	0,12
Septiembre	0,03	0,17	0,19	0,14	0,13
Octubre	0,02	0,19	0,21	0,1	0,13
Noviembre	0,07	0,15	0,25	0,1	0,14
Diciembre	0,09	0,05	0,28	0,23	0,16

Fuente: Datos estación meteorológica Fieldclimate (2018-2022).

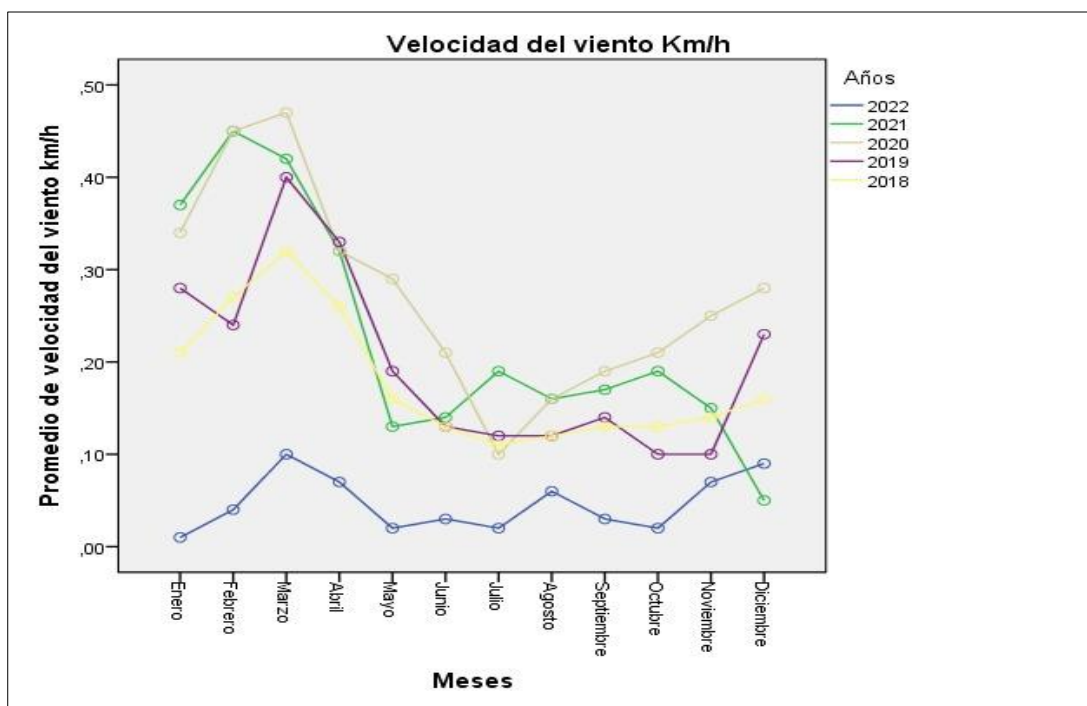


Figura 8. Velocidad del viento (km/h) mensual del periodo 2018 a 2022 2023.
Fuente: Elaboración propia.

3.6 Radiación solar

En la Tabla 10 y Figura 9 presentadas, se muestra el registro de las radiaciones (Mj/m²) anuales. El análisis de la radiación solar promedio mensual entre los años 2018 y 2022 revela fluctuaciones en la cantidad de radiación recibida en la región estudiada. Durante el año 2020, se identifica como el año con el promedio de radiación solar más alto (5,95 kWh/m² por día), seguido por el año 2019 con 5,43 kWh/m² por día. Por otro lado, el año 2022 muestra el promedio de radiación solar más bajo con 5,03 kWh/m² por día.

Este valor es inferior al promedio registrado en los años anteriores, sugiriendo una posible disminución en la cantidad de radiación solar recibida en la región para este período. Los meses de mayor radiación solar suelen ser marzo y abril en los años estudiados, con valores más altos en 2020 y 2021, respectivamente. En contraste, noviembre aparece como el mes con los valores más bajos de radiación solar en la mayoría de los años analizados.

Estos resultados evidencian una variabilidad anual y mensual en la radiación solar promedio a lo largo de estos años, lo cual puede tener implicaciones significativas en los procesos climáticos y el entorno medioambiental de la región estudiada.

Tabla 10. Promedio de Radiación solar

Meses	2022	2021	2020	2019	2018
Enero	5,82	6,54	7,45	7,05	6,66
Febrero	6,74	7,44	7,59	7,09	7,04
Marzo	7,54	7,37	7,15	6,92	7,20
Abril	7,19	7,16	8,30	7,79	7,61
Mayo	4,66	4,37	6,59	5,77	5,35
Junio	3,61	4,11	4,80	4,46	4,25
Julio	3,35	4,58	3,84	4,66	4,11
Agosto	4,45	4,28	5,61	4,37	4,68
Septiembre	4,40	4,15	4,79	4,76	4,53
Octubre	4,56	4,07	5,04	3,82	4,12
Noviembre	4,28	3,61	5,44	3,57	4,23
Diciembre	4,77	4,56	4,81	4,94	4,77
Promedio	5,03	5,19	5,95	5,43	5,38

Fuente: Datos estación meteorológica Pessi Instruments /Kale (2018-2022).

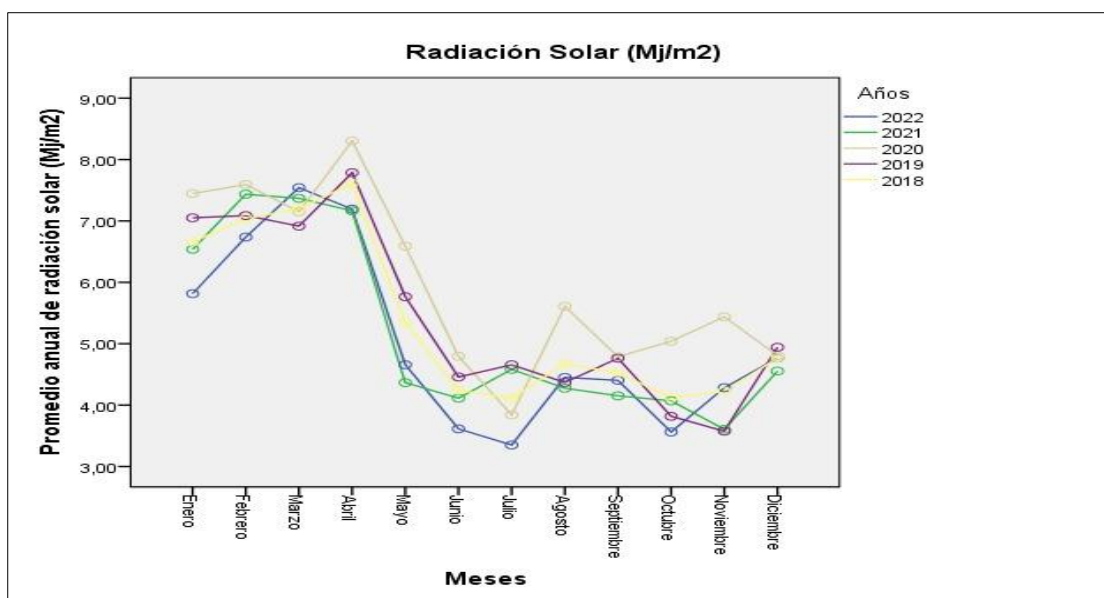


Figura 9. promedio de la radiación solar.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 proporciona datos mensuales de producción de banano en kilogramos recogidos durante los años 2018 a 2022. En los años 2018 y 2019, se muestra una tendencia donde los primeros meses (enero a marzo) generalmente tienen valores más altos de producción, seguidos por una disminución en los meses de abril a junio, y una recuperación parcial en julio. Sin embargo, a partir de agosto, la cantidad de banano tiende a disminuir continuamente hasta diciembre. En contraste, los años 2020 y 2021 que exhiben patrones variados con fluctuaciones irregulares en varios meses entre mayo a noviembre.

El año 2022 muestra un inicio con valores de producción relativamente bajos durante los primeros meses, con una tendencia de ligera recuperación hacia el final del año, similar a los patrones observados en los años anteriores.

Esta variabilidad mensual y anual en la producción a lo largo de estos años proporciona información relevante para la toma de decisiones en la planificación agrícola, gestión de recursos hídricos y otros campos relacionados con el medio ambiente.

Tabla 11. Promedio Producción Kg.

Meses	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	232,61	191,50	209,72	220,52	187,00
Febrero	202,32	201,91	201,64	197,13	208,47
Marzo	266,20	232,57	200,52	181,71	207,42
Abril	230,75	234,47	234,92	199,71	219,78
Mayo	264,49	249,71	300,14	219,76	228,47
Junio	184,42	145,90	193,82	166,36	144,53
Julio	168,00	137,41	130,29	147,62	123,59
Agosto	237,34	203,20	197,21	191,03	174,34
Septiembre	184,99	126,52	169,04	162,12	152,17
Octubre	169,11	186,25	186,07	178,47	163,56
Noviembre	159,87	138,76	137,53	128,72	137,74
Diciembre	230,25	225,76	208,69	215,02	209,54

Fuente: Elaboración propia

3.7 Evapotranspiración

La evapotranspiración (ET) es un parámetro muy importante en el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos (Lázaro, 2022). Los registros de evapotranspiración desde el año 2018 hasta el 2022 revelan fluctuaciones significativas en la pérdida de agua en la región estudiada (Tabla 12). Durante el 2018, se observa que el mes de abril exhibe la evapotranspiración más alta (3,09 mm), mientras que junio presenta el valor más bajo (2,77 mm).

En el año 2019, se destaca marzo como el mes con la evapotranspiración más alta (3,14 mm), mientras que junio muestra el valor más bajo (1,81 mm). Para el 2020, abril registra la evapotranspiración más alta (3,43 mm), mientras que junio presenta el valor más bajo (1,97 mm). En el año 2021, noviembre muestra la evapotranspiración más alta (1,64 mm), mientras que mayo exhibe el valor más bajo (1,88 mm). Finalmente, en el año 2022, noviembre destaca con la evapotranspiración más alta (4

mm), mientras que junio muestra el valor más bajo (1,81 mm). Las diferencias en la pérdida de agua podrían estar influenciadas por factores climáticos, como las temperaturas elevadas o la disponibilidad de humedad en el suelo.

Tabla 12. Efecto de la evapotranspiración (mm) mensual del periodo 2018 al 2022.

Meses	2022	2021	2020	2019	2018
Enero	2,47	2,77	3,21	2,85	2,5
Febrero	1,3	3,14	3,16	2,87	3,2
Marzo	1,7	3,14	3,07	2,92	2,86
Abril	3,6	3,07	3,43	3,28	3,09
Mayo	2,5	1,88	2,81	2,45	2,44
Junio	2,3	1,81	2,98	1,97	2,77
Julio	1,9	1,89	2,93	1,93	2,34
Agosto	2,3	1,85	2,29	1,86	2,15
Septiembre	3,2	1,86	2,07	2,03	2,14
Octubre	2,4	1,86	2,18	1,71	2,09
Noviembre	4	1,64	2,3	1,72	2,06
Diciembre	2,3	2,04	2,11	2,14	2,22

Fuente: Elaboración propia.

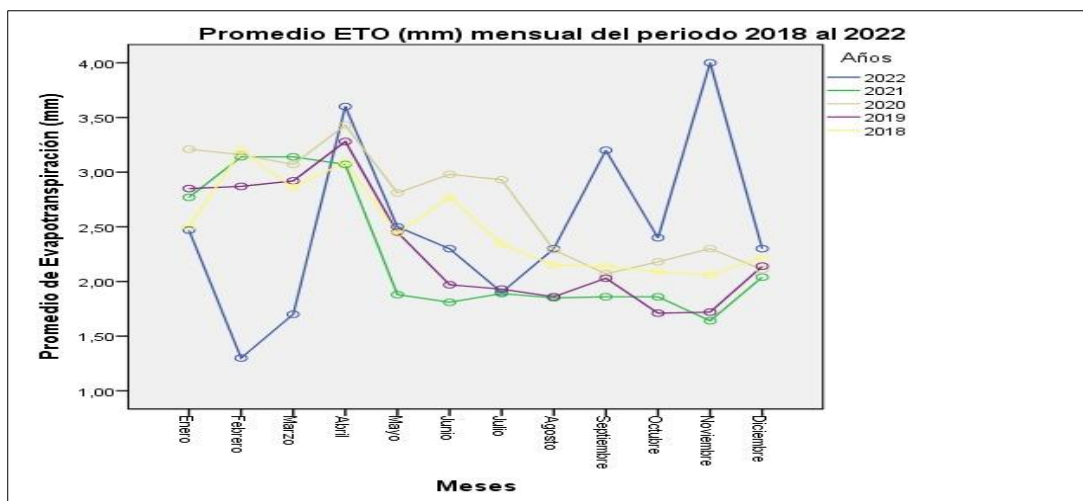


Figura 10. Evapotranspiración mensual (mm).

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Con fundamentos a las investigaciones climatológicas, citas bibliográficas, tablas y graficas los resultados obtenidos del presente estudio y las consideraciones establecidas se pueden concluir con lo siguiente:

La temperatura del aire es óptima para el cultivo del banano y la precipitación fue muy escasa, pero el manejo adecuado de un sistema de riego presurizado suple la demanda hídrica. Las variables de radiación solar, humedad relativa y viento fueron las adecuadas para el cultivo del banano, pero también las propicias para incidencia de *Mycosphaerella fijiensis*.

No se pudo establecer una relación directa entre las variables climatológicas y la producción, pero se confirmó que las condiciones son adecuadas para producir banano en el sitio en estudio siempre que el manejo se realice con un sistema de riego.

RECOMENDACIONES

1. Mantener los registros de temperatura para incrementar los datos y poder desarrollar un modelo predictivo.
2. Tomas de referencia varias estaciones meteorológicas de toda la zona banana del sur del Ecuador para identificar variaciones que sugieran un cambio importante en la producción de banano.
3. Realizar un estudio de la emisión foliar que es una variable muy importante con relación a la temperatura y radiación sol.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, A. (2020). Factores climaticos. *Meteorología*, 102. Obtenido de <http://dspace.utv.edu.ec>

Castro et al. (2019). Análisis económico de los costos de producción bajo la influencia del cambio. 22. Obtenido de [Https://cienciamatriarevista.org.ve](https://cienciamatriarevista.org.ve)

Andrade, A. (2020). Factores climaticos. *Meteorología*, 102. Obtenido de <http://dspace.utv.edu.ec>

Casco, I. A. (2016). Impactos del cambio climático en la agricultura y seguridad alimentaria. (M. Colegio de Postgraduados Mexico, Ed.) *Revista Iberoamericana de bioeconomia y cambio Climático*, 18. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941750032/>

Chamba et al. (2017). El cambio climatico. 66. Obtenido de www.fondodeculturaeconomica.com

Elberi, et al., 2015. (2015). Cambio Climartico y Sostenible Del Banano En El Ecuador. 298. Obtenido de <https://www.fao.org>

FAO. (2018). Colaboración con el fondo para el Medio Ambiente Mundial.

FAO. (2018). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. 115. Obtenido de <https://cienciamatriarevista.org.ve>

Gómez, R. (2021). *Análisis multicriterio para determinar la fertilización del cultivo de banano (Musa acuminata AAA)*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

INEC. (2020 a). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Intagri. (2018). *Requerimientos de Clima y Suelo para el cultivo de banano*. 4. Obtenido de <https://www.intagri.com>

Jiménez Farelo. (1998). *INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCION*.

Jimenez J, F. (1998). *Influencia de algunos factores climaticos en la producción del Banano*.

Lázaro, F. C. (2022). *Evaluación of six empirical evapotranspiration equations - case study*. págs. 27(3=, 272-280. Obtenido de <https://revistas.uteq.edu.ec>

LifeMap. (2020). Obtenido de Centro Nacional de Infrmación Biotecnologica NCBI: <http://lifemap-ncb.univ-lyon1.fr/>

LifeMap. (2020). *Mapa de vida*. Obtenido de Centro Nacional de Biotecnológica NCBI: <http://lifemap-ncbi.univ-lyon1.fr/>

Ministerio De Comercio Exterior. (2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec>

Paul, T. H. (2020). *Efectos del cambio climático en la productividad del*. pág. 115. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/>

Perea, S. J. (2020). *Evaluación del omportamiento del cambio climatico en el sector bananero y su Influencia en la Economía De Machala*. 81. Obtenido de <cia.uagraria.edu.ec>

Petsakos et al. (2018). Comprender las consecuencias de los cambios en las fronteras de producción de raíces, tubérculos y banano. *ELSEVIER*, 56. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.05.005>

Ramirez et al. (2020). Descripción de los factores de impacto ambiental generados por el monocultivo de banano (*Musa acuminata* AAA). El Triunfo, Ecuador Universidad Agraria del Ecuador. 18. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es>

Sanmartín et al. (2023). EFECTO NUTRICIONAL FOLIAR DE SILICIO PARA EL CULTIVO DE BANANO (*Musa* spp.) EN ECUADOR. *AGRONOMIA COSTARRICENSE*, 47. Obtenido de OAI: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/oai>

Távora Hernández, Milbort paul. (2020). Efectos del cambio climático en la productividad del. 115. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe>

Torres, et al. (2019 a). Evaluación de la calidad Exportable de racimos de Banano Tratados con Protectores Biodegradables e Infusión de Laurel Rosado. 12. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/310>

Villaseñor. (2020). RESPUESTA ÓPTIMA ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS DEL BANANO (*Musa* spp.). *Scielo*, 10. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-14rodv80014>

Zhiminaicela et al. (2020). La producción de banano en la provincia de el Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de ciencias aplicadas*, 7. Obtenido de <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/download/327/350#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20bananera%20a%20nivel,de%20tonelada>

A. AghaKouchak, A. Mirchi, K. Madani, G. Di Baldassarre, A. Nazemi, A. Alborzi, H. Anjileli, M. Azarderakhsh, F. Chiang, E. Hassanzadeh, LS Huning, I. Mallakpour, A. Martínez, O. Mazdiyasni, H. Moftakhari, H. Norouzi, M. Sadegh, D. Sadeqi, AF Van Loon, N. Wanders, Sequía antropogénica: definición, desafíos y oportunidades. *Rev. Geophys.* 59 (2021), doi: 10.1029 / 2019RG000683.