

Relación de la precipitación vs floración de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en la plantación Brisas en el municipio de Cumaral - Meta.

keily Joahana Barragan Rendon, Kjbarraganr@unadvirtual.edu.co;

Amparo Liliana Escobar , Alecovar@unadvirtual.edu.co;

Luis Eduardo Bonilla Murillo, Lebonillamu@unadvirtual.edu.co;

Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato, Yetfersson.serrato@unad.edu.co.

RESUMEN

El estudio del caso de la precipitación tiene como finalidad dar a conocer el "Análisis de la Interacción entre la Precipitación y la Floración en el Cultivo de Palma de Aceite". En la región palmera de Cumaral - Meta, donde la lluvia sigue un patrón con un solo pico, se experimentan tanto períodos de sequía como momentos de lluvias intensas. Estos cambios afectan la producción de la palma de aceite. Para entender cómo la lluvia influye en la floración, se llevó a cabo un estudio para correlacionar la cantidad de agua disponible con la producción del cultivo. Por tanto, se realizó en la zona palmera de Brisas, en el municipio de Cumaral - Meta, que tiene un clima cálido. Se examinaron los datos de lluvia registrados en la plantación y se compararon con los registros de floración femenina en distintos lotes durante el período 2020-2022.

Palabras claves: Floración, palma de aceite, precipitación, producción, correlación.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar la relación de la precipitación vs floración de palma de aceite en la plantación brisas del municipio de Cumaral - Meta.

Objetivos específicos.

- Analizar la importancia de la precipitación en la producción del cultivo de palma de aceite.
 - Identificar patrones climáticos y su correlación en la floración en cultivo de palma de aceite.
 - Evaluar el impacto del estrés hídrico en el cultivo de palma de aceite.
-

INTRODUCCIÓN

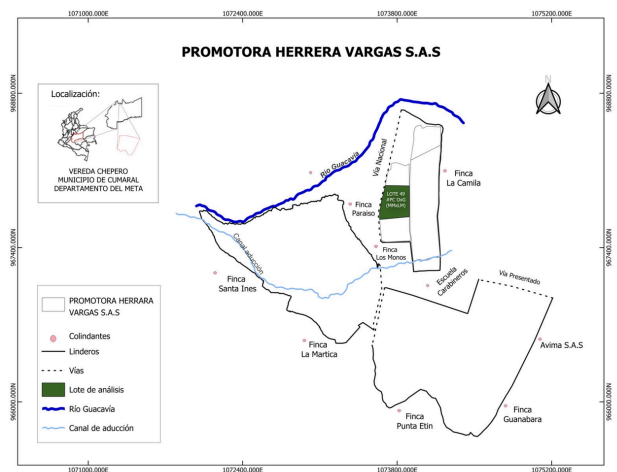
La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) es caracterizada por ser una de las principales fuentes de aceite vegetal a nivel mundial, y su cultivo representa una actividad económica esencial en muchas regiones tropicales. En 2012, La producción mundial de palma de aceite abarcó aproximadamente 14,2 millones de hectáreas, con Colombia contribuyendo con 452.435 hectáreas distribuidas en cuatro regiones productoras, convirtiéndose en el quinto país con mayor producción de aceite de palma, con 3,2 toneladas por hectárea (Fedepalma, 2012).

Conocer los estadios fenológicos de un cultivo permite mejorar las prácticas agronómicas, optimizando los tiempos de aplicación de insumos, facilitando estrategias preventivas para el manejo de enfermedades y plagas, y realizando a tiempo tareas como la polinización y la cosecha (Salazar et al., 2006). La palma de aceite posee un único punto de crecimiento, o meristemo apical, del cual surge una sucesión continua de yemas foliares. El desarrollo inicial de la hoja es muy lento, generalmente tomando de dos a tres años desde su inicio hasta que los folíolos se abren en el centro de la corona. Bajo condiciones ambientales favorables, estas hojas se abren y una nueva hoja, llamada flecha, se alarga y ocupa su lugar (Henry, 1955; Corley & Tinker, 2003).

La plantación Brisas Cumaral, situada en el departamento del Meta, constituye un caso de estudio ideal para analizar la influencia de factores climáticos sobre la producción de este cultivo, específicamente la relación entre la precipitación y la floración de la palma de aceite.

La floración de la palma de aceite es un proceso crítico que determina el rendimiento de la planta, ya que de ella dependen la formación de frutos y, consecuentemente, la producción de aceite. Este proceso puede ser altamente influenciado por variables climáticas, siendo la precipitación uno de los factores más determinantes. La distribución y cantidad de lluvias afectan directamente la disponibilidad de agua en el suelo, la humedad relativa y las condiciones microclimáticas, que son esenciales para el desarrollo adecuado de las inflorescencias.

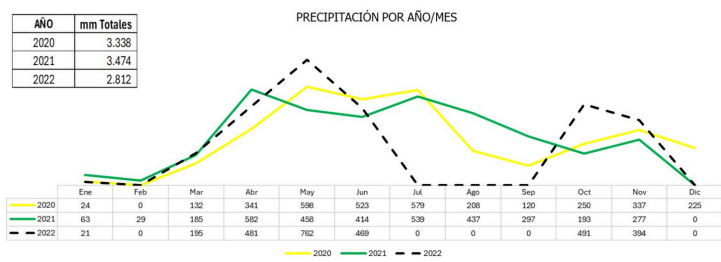
figura 1. Mapa localización área de estudio.



Fuente. Elaboración propia, 2024

En la plantación Brisas Cumaral, las variaciones en los patrones de precipitación pueden tener efectos significativos sobre la floración de la palma de aceite, también es relevante entender que estudios previos han mostrado que tanto el exceso como la deficiencia de precipitaciones pueden causar un efecto negativo. Por un lado, un déficit hídrico puede llevar a un estrés hídrico en las plantas, disminuyendo la capacidad de floración y de los frutos. Por otro lado, un exceso de precipitaciones puede causar problemas de encharcamiento y promover enfermedades fúngicas que también afectan negativamente la floración.

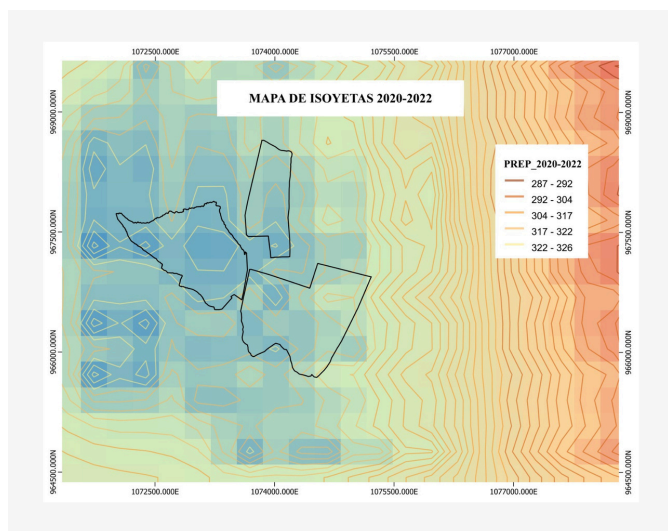
figura 2. Grafica de correlación de las precipitaciones año 2020 al 2022



Fuente. Elaboración propia, 2024

Se comparan las precipitaciones de los tres años, destacando los meses con menor y mayor precipitación, así como el consolidado total anual en milímetros. En 2021 se registraron 3,474 mm, seguido por 2020 con 3,338 mm, y 2022 con la menor precipitación de 2,812 mm.

figura 3. Curvas de precipitación año 2020 al 2022



Fuente. Elaboración propia, 2024

Representación de curvas de precipitación de febrero de 2020 a octubre de 2022 para identificar y analizar su impacto en la floración, se comprobó que 2021 fue el año con mayor precipitación.

La plantación busca establecer una correlación clara entre los niveles de precipitación y la floración de la palma de aceite, con el objetivo de optimizar las prácticas de manejo agrícola.

Con un entendimiento preciso de esta relación, los agricultores pueden implementar estrategias de riego y drenaje más efectivas, ajustadas a los patrones climáticos locales, para maximizar la producción y reducir las pérdidas asociadas a condiciones climáticas adversas.

CASO DE ESTUDIO Y PROBLEMÁTICA

En Colombia, la agricultura enfrenta múltiples desafíos relacionados con las variables hídricas, entre las cuales el estrés hídrico y los cambios climáticos se destacan como barreras significativas en el cultivo de palma de aceite, es crucial aprovechar al máximo las condiciones climáticas de la región, ya que esta planta requiere entre 1,700 y 2,000 milímetros de precipitación al año, con un promedio mensual de 150 a 200 mm. Estos requisitos hídricos son bastante exigentes y fundamentales para que el cultivo pueda cumplir con todas sus funciones fisiológicas y ofrecer buenos rendimientos de productividad, lo cual es esencial para asegurar una buena rentabilidad (Romero, 2023).

Las condiciones ambientales pueden ser utilizadas para detectar la variabilidad climática y el cambio climático. Además, algunos investigadores han señalado que el aumento de la temperatura modifica las fases fenológicas de las plantas, donde ciclos cortos de temperaturas altas o bajas pueden afectar las yemas florales, la floración y, en consecuencia, los rendimientos (Valor & Bautista, 2001). Además, la sequía promueve la formación de flores masculinas y inhibe la formación de flores femeninas (Mejía, 2000).

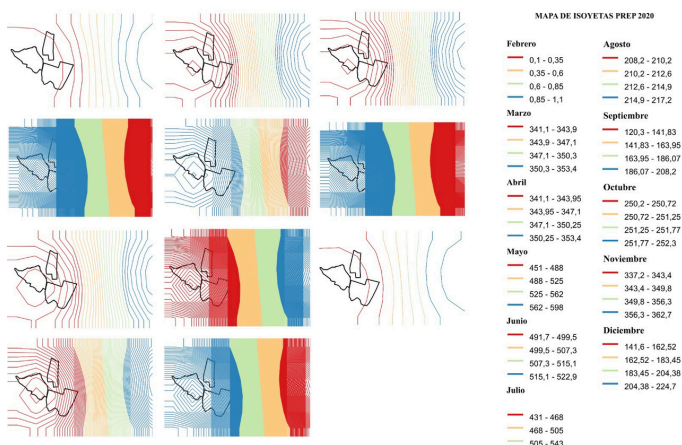
Para mitigar estos efectos, una de las soluciones es el uso del riego complementario y el análisis detallado de los datos hídricos de la región. Este análisis permite identificar los puntos críticos

del clima y ajustar las prácticas agrícolas en consecuencia. Si la palma de aceite experimenta en consecuencia. Si la palma de aceite experimenta estrés hídrico, no puede realizar adecuadamente sus funciones fisiológicas, lo que impacta negativamente en la floración y, por ende, en la producción de frutos.

DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

La palma de aceite es considerada el cultivo oleaginoso más productivo en términos de cantidad de aceite por unidad de superficie a nivel mundial (Barrios et al., 2011). Este cultivo se destaca no solo por su alta productividad, sino también por su sensibilidad a las condiciones climáticas, en particular a la disponibilidad de agua. Según varios investigadores, la distribución de las lluvias es un parámetro crucial en la estimación de las cosechas, ya que las precipitaciones afectan indirectamente los rendimientos al influir en la polinización, la viabilidad del polen y, en general, en la fenología de la palma, así como en el transporte y asimilación de nutrientes (Barrios et al., 2011; Moreno et al., 2012), el agua es esencial en estos procesos fisiológicos (Grepalma, 2020).

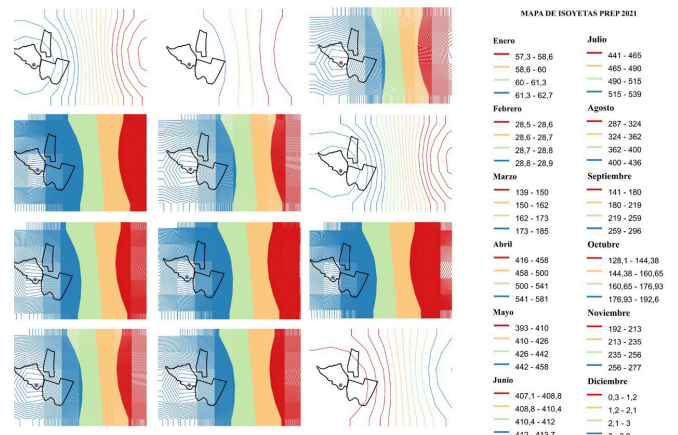
figura 4. Curvas de precipitación mes a mes año 2020



Fuente. Elaboración propia, 2024

Durante el análisis de los geo-procesos, se pudo evidenciar que en 2020, los meses con mayor precipitación fueron mayo, junio y julio.

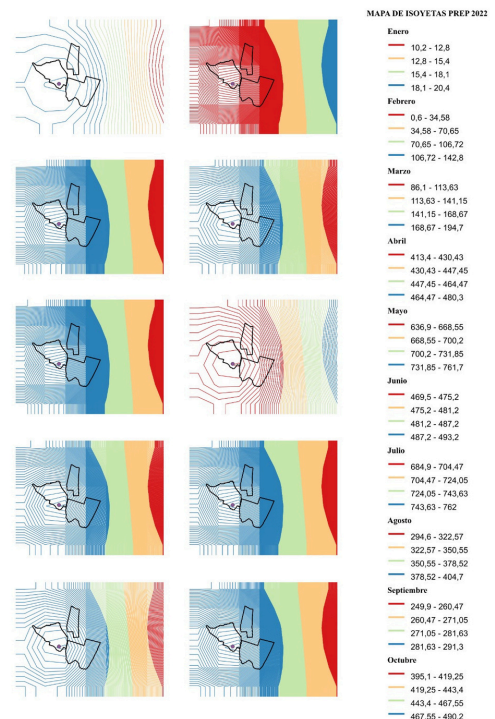
figura 5. Curvas de precipitación mes a mes año 2021



Fuente. Elaboración propia, 2024

El análisis de los geo-procesos reveló que en 2021, los meses con mayor precipitación fueron abril, mayo y julio.

figura 6. precipitación mes a mes año 2022



Fuente. Elaboración propia, 2024

Durante el análisis de los geo-procesos, se pudo observar que en 2022, los meses con mayor precipitación fueron mayo y junio.

El estudio se realiza en el Departamento del Meta, en la zona rural del municipio de Cumaral, vereda Presentado, Plantación Las Brisas, Lote 49, con coordenadas N 4.296363 y W -73.413868, a una altura de 338 msnm y un clima cálido, caracterizado por un terreno de formación sedimentaria debido a su ubicación en el área influenciada por el río Guacavía. Para la recolección de datos meteorológicos y fenológicos, se implementa un riguroso proceso de registro diario. Cada día, se lleva a cabo la medición precisa de la precipitación, anotando cuidadosamente la cantidad de milímetros acumulados.

Paralelamente, se realiza un seguimiento minucioso del proceso de floración, utilizando un formato específico para registrar la aparición de nuevas flores. Estos datos son posteriormente ingresados en una base de datos Excel diseñada para el análisis detallado de los mismos.

figura 7. Recolección de datos base Excel

LOTES	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
49	1159	706	1058	1113	1534
Total floración	1159	706	1058	1113	1534
mm	0	132	341	598	523
Días lluvia	0	4	15	25	22

Precipitación	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20
mm	0	132	341	598	523
Días lluvia	0	4	15	25	22

LOTES	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22
49	1915	1856	1942	1668	1684	1911	1619	1740	1677	2268	2353	2207
Total floración	1915	1856	1942	1668	1684	1911	1619	1740	1677	2268	2353	2207
mm	579	208	120	250	337	225	63	29	185	582	458	414
Días lluvia	24	10	9	12	16	9	9	7	15	17	25	21

Precipitación	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
mm	579	208	120	250	337	225	63	29	185	582	458	414
Días lluvia	24	10	9	12	16	9	9	7	15	17	25	21

LOTES	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
49	1901	1692	2009	1516	1951	1975	828	1087	1044	1077	1858	1562
Total floración	1901	1692	2009	1516	1951	1975	828	1087	1044	1077	1858	1562
mm	539	437	297	193	277	0	20,5	195	480,5	762,1	469,4	
Días lluvia	20	17	15	16	13	0	2	7	11	20	21	18

Precipitación	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
mm	539	437	297	193	277	0	20,5	195	480,5	762,1	469,4	
Días lluvia	20	17	15	16	13	0	2	7	11	20	21	18

LOTES	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24
49	1745	1312	1563	1988
Total floración	1745	1312	1563	1988
mm	762,3	405	291,5	490,5
Días lluvia	17	14	13	11

Precipitación	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22
mm	762,3	405	291,5	490,5
Días lluvia	17	14	13	11

Fuente. Elaboración propia, 2024

Este sistema de registro no solo permite mantener un control continuo sobre las condiciones climáticas y el desarrollo fenológico de la palma de aceite, sino que también posibilita la identificación de patrones y tendencias. Mediante el análisis de los datos recopilados, es posible identificar con precisión los momentos de mayor precipitación, así como los periodos de floración intensa o escasa.

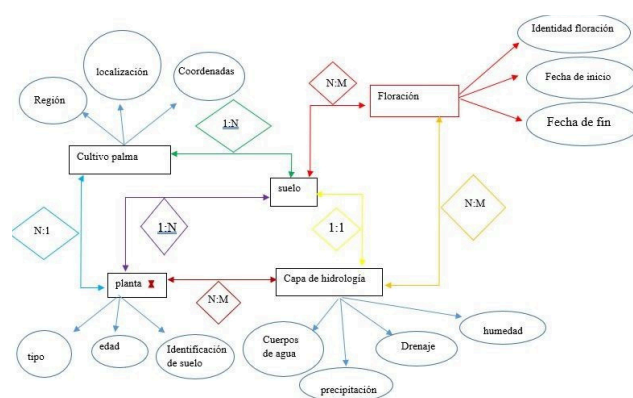
figura 8. Consolidado de datos de floración y precipitación por año

AÑO	FLORACIÓN	AÑO	PRECIPITACIÓN
2021	5570	2020	3313
2022	22840	2021	3474
2023	18500	2022	3876,8
2024	6608	TOTAL	10663,8
TOTAL	53518		

Fuente. Elaboración propia, 2024

La información obtenida a través de este proceso se convierte en una herramienta invaluable para la toma de decisiones relacionadas con la gestión agrícola. Al detectar los picos de precipitación y las fluctuaciones en el proceso de floración, se pueden implementar estrategias adecuadas para optimizar el rendimiento del cultivo y mitigar los posibles efectos adversos de condiciones climáticas extremas.

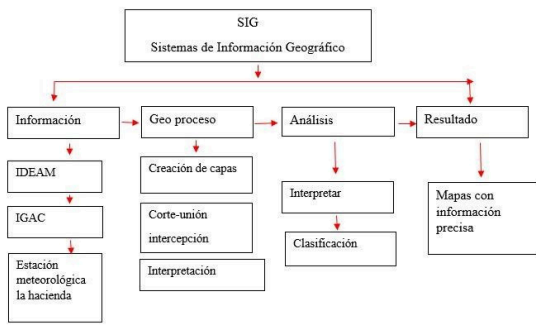
Figura 9. Entidad relación



Fuente. Elaboración propia, 2024

Este modelo de entidad-relación facilita el estudio de cómo la precipitación afecta la floración de la palma de aceite. Proporciona una estructura clara para organizar los datos y analizar eficientemente las relaciones entre las entidades.

Figura 10. Diagrama de estudio



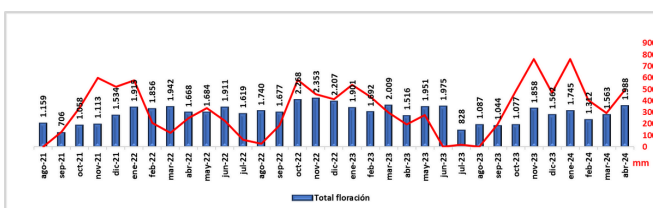
Fuente. Elaboración propia, 2024

Este diagrama de estudio incluyó un análisis exhaustivo con datos de la estación meteorológica en Cumaral, Meta. Estos datos son esenciales para comprender el territorio y los factores climáticos y geográficos que afectan la producción de palma de aceite.

RESULTADOS

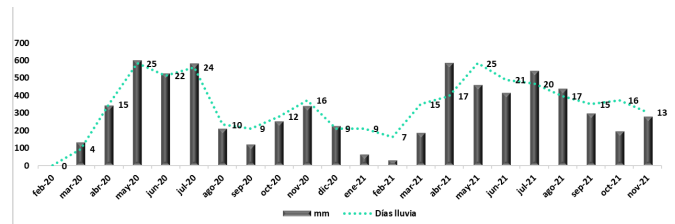
Un prolongado estrés hídrico debido a sequías puede ocasionar una disminución significativa en la producción de flores, lo cual afecta el rendimiento entre los siguientes 19 y 22 meses, provocando el aborto de flores femeninas y, por ende, la disminución en la formación de racimos (Moreno et al., 2012). El promedio ideal de precipitación para la palma de aceite es de 2,000 a 3,500 mm por año, distribuidos equitativamente con un mínimo mensual de 100 mm (Moreno et al., 2012). Este cultivo es exigente en sus requerimientos de agua, necesitando una humedad adecuada para suplir la evaporación, la transpiración y otros procesos fisiológicos vitales.

Figura 11. Comparativo Floración vs Precipitación 18 meses antes Manicore (MMx LM)



Fuente. Elaboración propia, 2024

Figura 12. Comportamiento mm y días de precipitación 18 meses atrás Moscú



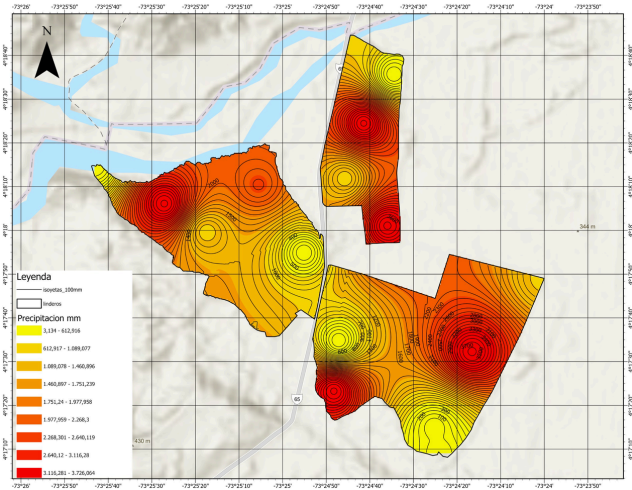
Fuente. Elaboración propia, 2024

Las precipitaciones influyen significativamente en la producción de floración de la palma de aceite y cuando se experimenta un periodo seco con precipitaciones por debajo de 150 mm, se puede determinar la presencia de un déficit hídrico. Este déficit, dependiendo del tipo de suelo y de las características edafoclimáticas de la zona, provoca cambios en las plantas, haciendo que la inflorescencia cambie de ser femenina a masculina o andrógina.

Las flechas azules en el análisis corresponden a la producción de floración del año 2023. Este comportamiento, sin embargo, no se evidencia en la gráfica #1, ya que el lote 49 de la finca Moscú cuenta con un sistema de riego por aspersión desde el inicio de la siembra. Este sistema de riego ha permitido mantener una hidratación constante en el suelo, evitando los extremos de déficit hídrico que pueden causar fluctuaciones significativas en la producción de floración.

Gracias a la implementación del riego por aspersión, se observa una estabilidad en la producción de flores sin picos elevados, lo cual es crucial para mantener un rendimiento constante y eficiente del cultivo de palma de sostenible.

Figura 13. Precipitación 18 meses tras plantación Brisas



Fuente. Elaboración propia, 2024

Tras analizar el desarrollo de los geoprocesos vinculados con las precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Hacienda La Cabaña, hemos identificado los patrones de lluvia a lo largo del período de estudio. Además, realizamos un análisis promedio anual de las precipitaciones, cuyos resultados se interpretan en la imagen adjunta, según la leyenda, podemos inferir que el color amarillo representa las zonas con menor temporada de lluvias, mientras que el rojo indica las zonas con mayores precipitaciones. Esto ha permitido la creación de un mapa con información consolidada de la precipitación anual.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el proceso del caso de estudio, se evidenció que los fenómenos climatológicos representan un desafío significativo para el cultivo de palma de aceite, por un lado, el estrés hídrico inducido por variaciones en las precipitaciones puede impactar negativamente en la producción de flores, lo que a su vez conduce a una baja productividad del cultivo.

Los hallazgos resaltan la importancia de evaluar y comprender los factores climáticos específicos de la región para anticipar y enfrentar los problemas climáticos que puedan surgir.

La implementación de sistemas de riego y drenaje dentro del cultivo emerge como una estrategia crucial para mitigar los efectos adversos del estrés hídrico y garantizar un rendimiento óptimo, incluso en condiciones climáticas desafiantes. Además, la gestión proactiva permite aprovechar al máximo el potencial productivo del cultivo de palma de aceite, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y económica en las regiones donde se cultiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, R., Del Valle, M., Rivas, E., Fariñas, J., Salazar, J., Rodríguez, G. (2011). Efecto del déficit hídrico sobre el ciclo productivo de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Agronomía Trop.* 61(3-4): 267-274.
- Corley, R. H., & Tinker, P. (2003). *The oil palm* (4th ed., p. 562). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Fedepalma. (2012). *Anuario estadístico. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo* (p. 166). Bogotá.
- Grepalma. (2020). *Boletín de la Palma. No. 16. Riego en el cultivo de palma de aceite: consideraciones técnicas para alcanzar el potencial productivo.*
- Henry, P. (1955). *Morphologie de la feuille d'Elaeis au cours de croissance. Revue générale de Botanique*, 32, 66-77.

Mejía, J. (2000). Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos, una revisión de literatura. Cenipalma, Apartado Aéreo 252171. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

Moreno Correcha, H. (2012). Uso de información meteorológica para el manejo agronómico de la palma de aceite. Guía No. 1. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: Guía para facilitadores. Bogotá, Colombia: Centro de Investigación en Palma de Aceite.

Moreno, H., Molina, A., & Rincón, V. (2012). Tecnologías para la agroindustria para la industria de la palma de aceite. Uso de la información meteorológica para el manejo agronómico de la palma de aceite. Cenipalma-Fedepalma.

Romero, M., & Hernán. (2023). Los híbridos interespecíficos OXG de palma de aceite. Bogotá, D.C.: Agronomía Colombiana.

Salazar, D. M., Melgarejo, J., Martínez, R., Martínez, J., Hernández, F. M., & Burguera, M. (2006). Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). *Scientia Horticulturae*, 108, 157-161.

Valor, O., & Bautista, D. (2001). Estudio fenológico de cuatro variedades de vid bajo las condiciones de El Tocuyo, estado Lara. *Bioagro*, 13(2), 57-63.

Enlace de sustentacion :

<https://youtu.be/VpaRvDPDV-w>
