



CONFERENCIA
NACIONAL SOBRE
PALMA DE ACEITE

Un encuentro para vivir el
conocimiento e impulsar
la agroindustria

Efecto del mulch en las propiedades del suelo, dinámica hídrica y sostenibilidad del cultivo de palma de aceite.

Autor: Andrés Camilo Gutiérrez Camacho.

Oscar Villamizar Jaimes Walter Fabio Berdugo Barragán

Humberto Enrique Ariza Jiménez



35
AÑOS



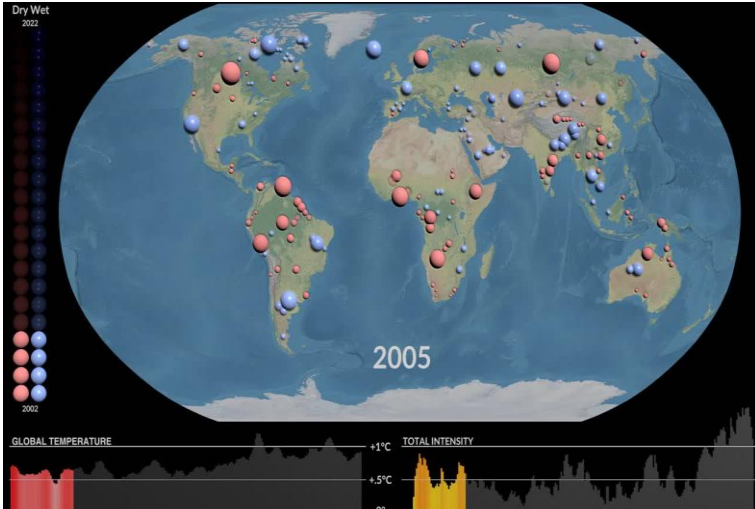
Villavicencio, Parque Las Malocas

22 al 24
de septiembre

20
26

INTRODUCCIÓN

La **variabilidad climática** está provocando que los eventos de **sequía prolongada** y **lluvias intensas** con inundaciones sean más **frecuentes e intensos**.



Los cambios en los **patrones climáticos** actuales afectarán el desarrollo y los procesos fisiológicos de las plantas.



Se espera un impacto diferencial en las **demandas hídricas** de los cultivos por efecto del cambio climático.



Altera las condiciones de humedad y temperatura del suelo.



La sequía es el factor de estrés más predominante en las plantas.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta el desarrollo de las plantas mediante efectos directos, indirectos y socioeconómicos:

Efectos directos

- Cambios morfológicos.
- Cambios fisiológicos.

Efectos indirectos

- Plagas.
- Fertilidad de suelo.
- Aumento en la T° del suelo.
- Provisión de agua.
- Inundaciones – Sequía.

Efectos socioeconómicos

- Demanda de alimentos.
- Costos de producción.
- Comercio.



Intervenciones humanas

Estrategias de mitigación

Estrategias de adaptación

INTRODUCCIÓN

PROVISIÓN DE AGUA



El contenido de agua en el suelo es el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas.



Es un factor clave en los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el sistema suelo - planta - atmósfera.



Las plantas tiene la capacidad de **regularse** con relación a la disminución de potencial de extracción de agua: Regulación fisiológica, modificación en sus características morfológicas y funcionales.

Indicadores deficiencia de agua

Reducción del área foliar

Mayor dureza: Tejido foliar

Menor Área foliar

Enrollamiento de hojas

Producción de hojas pubescentes



INTRODUCCIÓN

RASGOS FUNCIONALES

Son definidos como las **características de las plantas** que determinan las **respuestas y los efectos** sobre el medio ambiente circundante

Determinan los **efectos del cambio climático** y terrestre a gran escala, así como diversos efectos de perturbación (ej: Cambio en el uso de suelo).

Los procesos y funciones ecohidrológicos dependen principalmente de los rasgos funcionales de las plantas.

Respuesta de la planta

- Minimiza su gasto energético.
- Maximiza la eficiencia funcional.
- Crecimiento y persistencia.

Tipos de rasgos funcionales

1. Rasgos de tamaño.
2. Rasgos de hojas.
3. Rasgos de las raíces.
4. Rasgos productivos.

Hojas: Presentan la **mayor superficie** de contacto con el entorno y son altamente sensibles a las **variaciones ambientales**

INTRODUCCIÓN

Estrategias de mitigación → Cobertura del suelo → *Mulch*

Es necesario implementar cualquier medio para preservar el agua para su posterior uso por parte de las plantas, particularmente en lugares con períodos prologando de déficit hídrico.

- Uso eficiente del agua (riego localizado, manejo del suelo).
- Coberturas vegetales y conservación de suelo.
- ***Mulch***: Diferentes materiales (orgánicos e inorgánicos).

Mulch

Presencia y aumento de la macrofauna

Suelo: Estructura y porosidad

Fertilidad del suelo

Suprime la evaporación

Conservación de agua: época de sequía

**Beneficios
económicos**



Tecnología de
bajo costo.



Labranza mínima
a largo plazo

METODOLOGÍA

Área de estudio

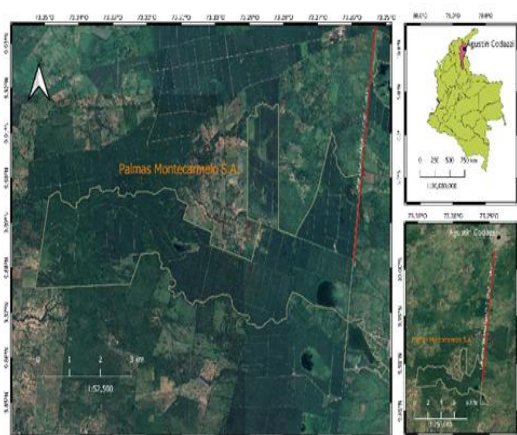
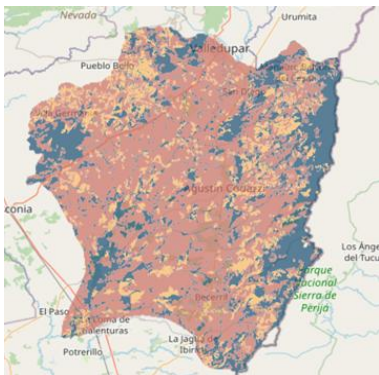
Lugar: Agustín Codazzi, Cesar

Cobertura

Natural: 238.778 has

Secundaria: 113.874 has

Transformadas: 466.107 has



Limites

Norte: La Paz y San Diego.

Sur: Becerril.

Occidente: Paso.

Oriente: Serranía del Perijá.

Ecosistemas estratégicos

Páramo

27.437 ha

Bosque Seco Tropical

65.453 ha

Humedal

133.407 ha



Precipitación: 1.348 mm/año.



Temperatura media anual: 29,5°C.

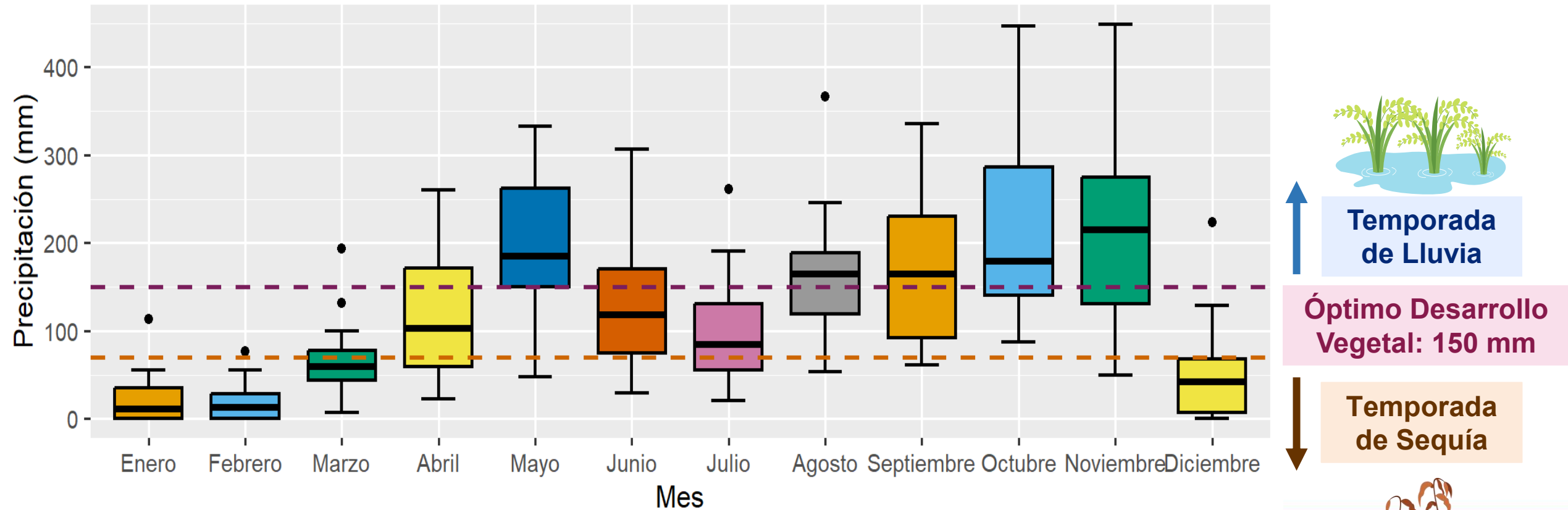


Altitud: 131 msnm.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Variación interanual de la precipitación mensual (2005-2025) en la plantación Palmas Montecarmelo.

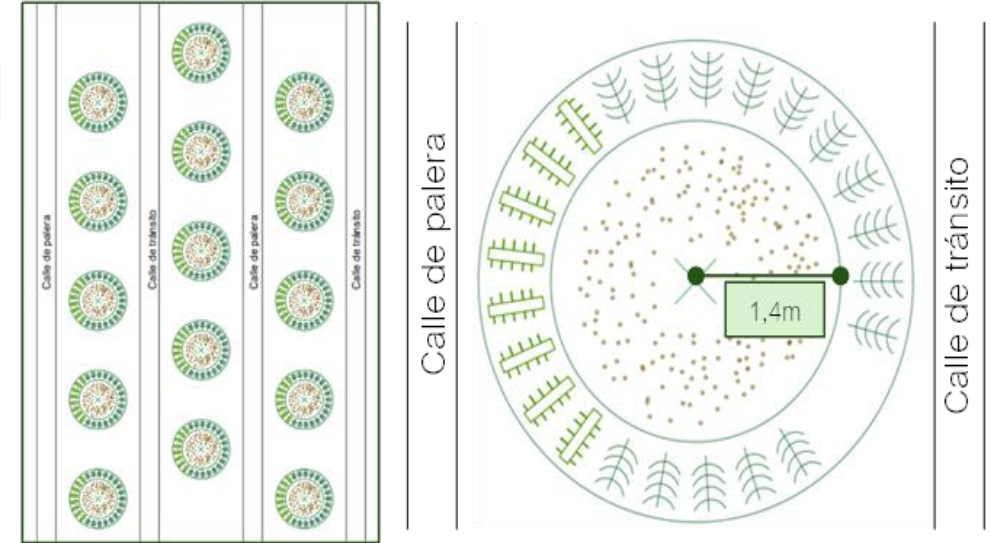


METODOLOGÍA

Hojas : 3 - 5 hojas/palma (1 poda)



Racimos vacíos: 320 kg/palma



Número de palmas tratadas (ha/día de trabajo).

Tiempo invertido por palma: Hojas o racimos vacíos.

Cantidad de hojas y racimos vacíos ubicados por día.

METODOLOGÍA

Mulch: Hojas podadas



Las hojas de palma representan un importante subproducto agrícola, constituyendo aproximadamente el 70 % de la biomasa total producida mediante prácticas agronómicas del cultivo.

Provisión de Servicios Ecosistémicos de Regulación



Formación de suelos.



Fertilidad de suelo.



Regulación del clima y
del ciclo hídrico



Mejores prácticas agronómicas del cultivo

METODOLOGÍA

Mulch : Racimos vacíos

Beneficios de los racimos vacíos:

- Cobertura de suelo como prevención de la erosión.
- Mejora las propiedades físicas del suelo:
 - Retención de humedad.
 - Densidad aparente.
 - Conductividad hidráulica.



Estrategia para minimizar los efectos del cambio climático.



Capacidad de retención de agua disponible para las plantas.

→ Conserva los recursos hídricos.

→ Mantiene la humedad del suelo.

→ Reduce la escorrentía de nutrientes.

METODOLOGÍA



Medición de la propiedades físicas del suelo

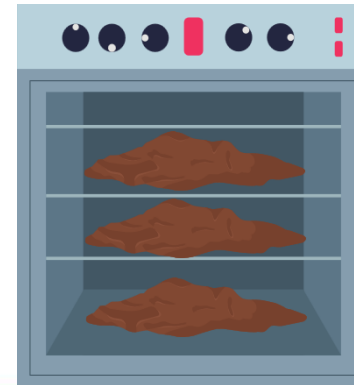
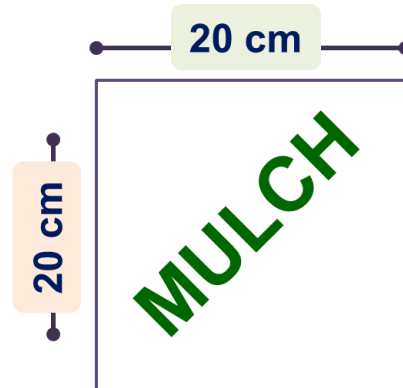
Temperatura del suelo.



Dos puntos equidistantes por
Unidad de Muestreo.



Humedad del *mulch*



METODOLOGÍA

Estimación del Contenido Relativo de Agua (CRA) - Plantas



1

De las hojas seleccionadas, con ayuda de un sacabocados se tomaron dos discos de 28 mm de diámetro.

2

Seguido, se registró el peso fresco.

3

Los discos se dejaron sumergidos en agua durante 2 horas y se registró el peso túrgido.

4

Finalmente, en el horno se secaron hasta llegar a peso constante. Se registró el peso seco.

$$\text{Contenido relativo de agua (\%)} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso túrgido} - \text{Peso seco}} \times 100$$

METODOLOGÍA

Medidas vegetativas



Peso seco foliar: Longitud, ancho y profundidad del pecíolo, longitud del raquis, número de folíolos.

Área foliar específica: Seis folíolos: Ancho y largo de folíolos.

METODOLOGÍA

Estimación el costo asociado del uso del *mulch* sobre el potencial de extracción de agua.

Evaluación económica.



Mano de obra

Costos unitarios (\$/jornada; \$/palma), rendimientos estimados.



Herramientas y equipos

Depreciación y costos de mantenimiento.



Ahorros potenciales

Relación entre el costo y los gastos evitados: Sistema de Riego.

RESULTADOS

Agua almacenada



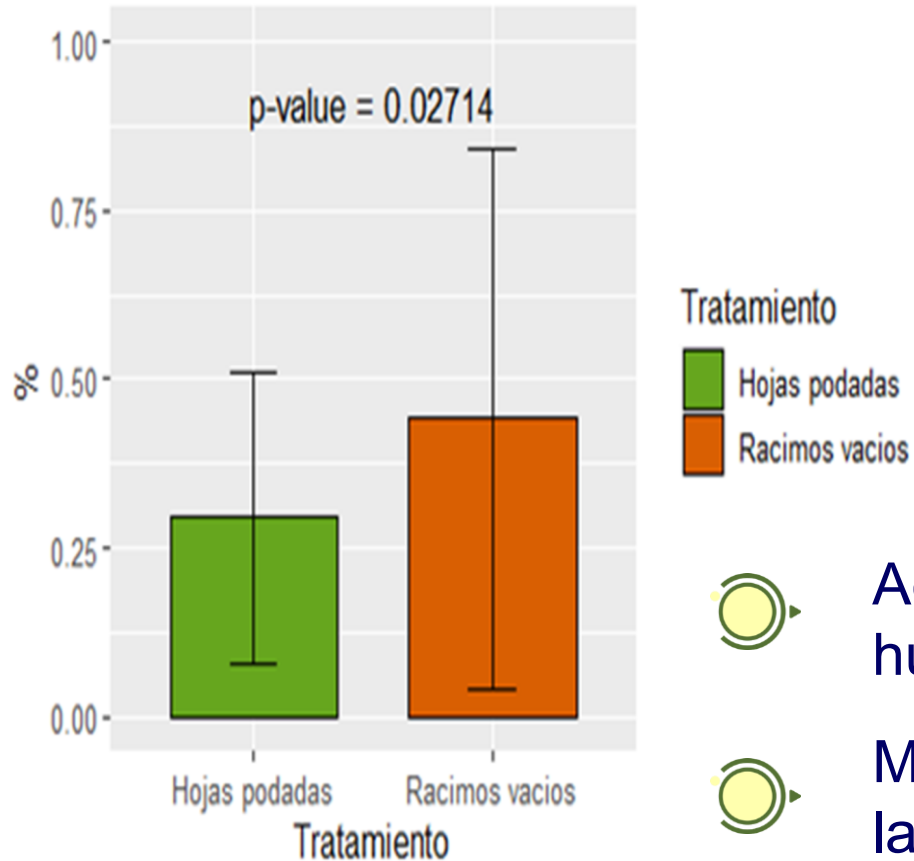
Hojas podadas

67,28 Litros

Racimos vacíos

84,15 Litros

Humedad de Mulch en Palma de aceite (Sequía)



Mantiene la disponibilidad de humedad:
Disminuye la tasa de agua evaporada



Prolonga el intervalo de tiempo entre riegos:
Menor consumo de agua para riego.



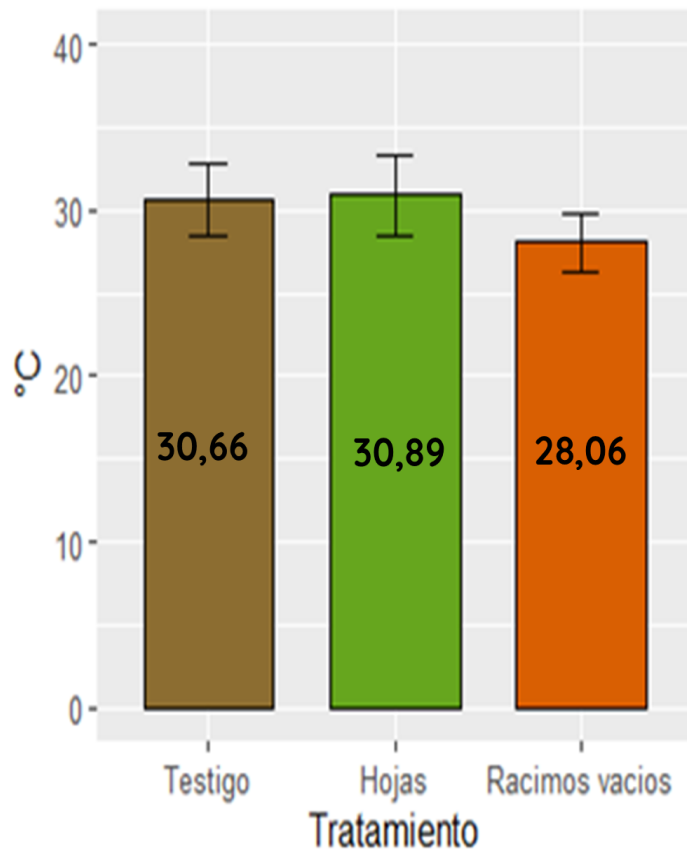
Actúa como una barrera aislante que estabiliza la
humedad edáfica.



Mayor disponibilidad de agua: Facilita la toma de agua de
la zona radicular:

RESULTADOS

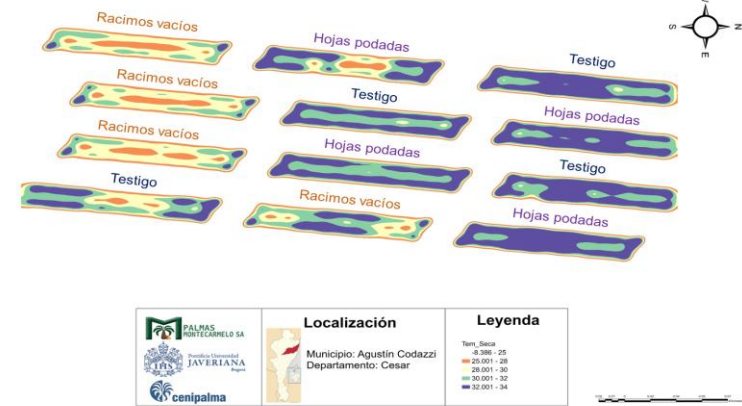
Temperatura del Suelo en Palma de aceite



Tratamiento



Evaluación de la temperatura del suelo en un cultivo de palma de aceite con relación al uso de mulch.



Taweel & Farag (2015): La temperatura del suelo con cobertura de hojas de palma fue la más cercana a la del suelo desnudo.

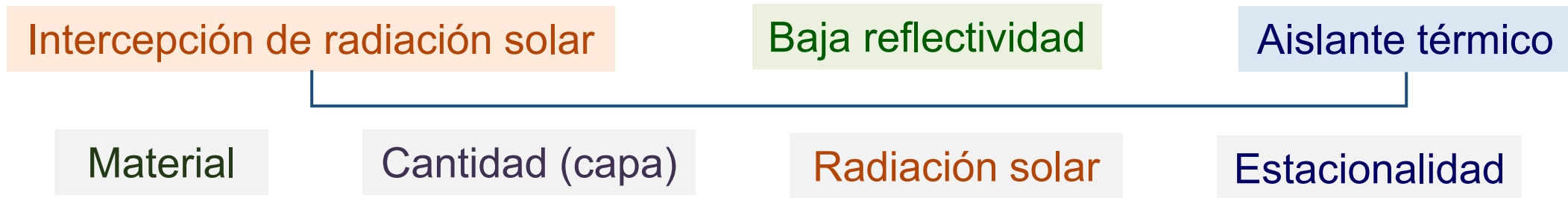
Capa de mulch de racimos vacíos de 10 cm: Reducción en la Temperatura del suelo = 3,7 °C.

Capa de mulch de racimos vacíos de 1,5 cm: Reducción en la Temperatura del suelo = 1,93 – 2,00 °C.

RESULTADOS

En el contexto actual de cambio climático, caracterizado por una mayor incidencia de eventos extremos como lluvias intensas y temperaturas elevadas, el uso de materiales orgánicos como *mulch* cobra especial relevancia.

 Zona de amortiguamiento de las fluctuaciones térmicas: **Regiones con altas temperaturas.**



MULCH



 Modera la temperatura en la zona radicular: Desarrollo de raíces.



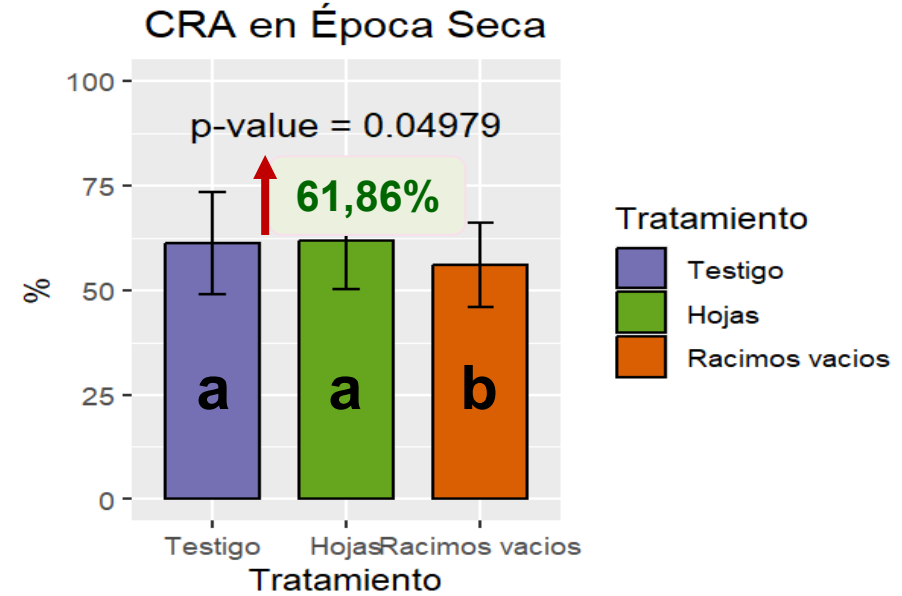
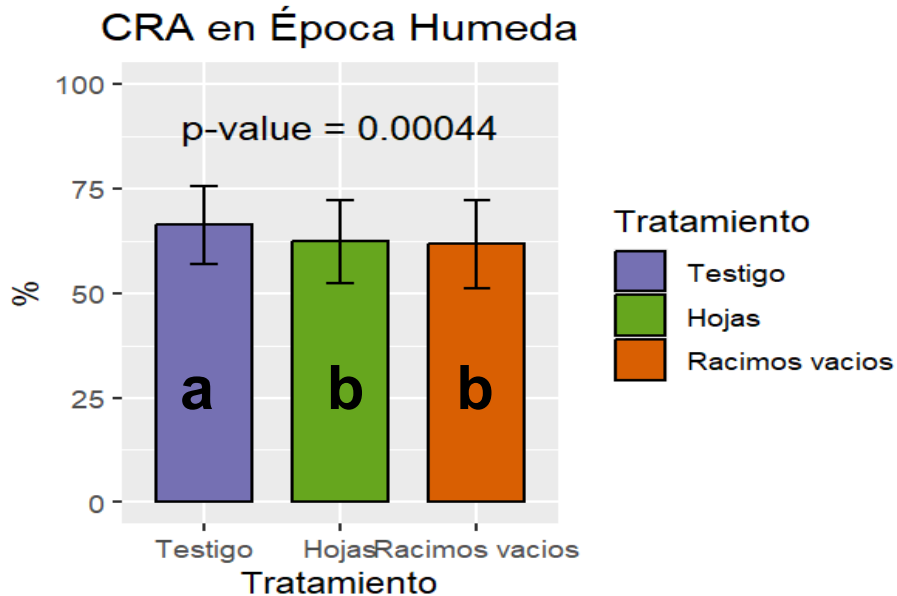
Conservación
de la humedad

Regula la
temperatura

Suelos con
mayor fertilidad

RESULTADOS

Contenido relativo de agua en el cultivo de Palma de aceite

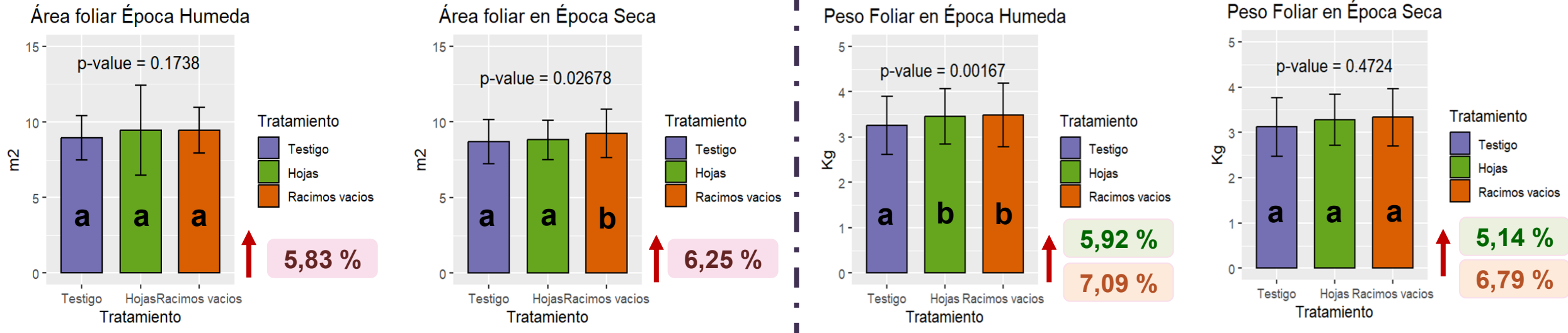


La respuesta del CRA varía según la **estacionalidad**, y la cobertura con **hojas podadas** resulta ser **más efectiva** para mantener el estado hídrico foliar bajo condiciones de **déficit hídrico**.

El **mayor CRA** observado en el tratamiento con **hojas podadas** se podría explicar por un efecto positivo de esa cobertura sobre la **proliferación radicular**, especialmente en el área del plato de las palmas.

RESULTADOS

Medidas vegetativas: Área foliar – Peso foliar



- La cobertura con **racimos vacíos** contribuye a reducir el impacto del déficit hídrico.
- Los **racimos vacíos** favorecen la conservación de una **mayor superficie foliar activa** bajo condiciones de disponibilidad de agua limitada.
- El uso de **mulch** contribuye a la conservación de la humedad del suelo, y reduce el riesgo de estrés hídrico.

- Estas condiciones son fundamentales para el desarrollo óptimo del cultivo de palma de aceite.

RESULTADOS

Cuantificación de la productividad laboral en la actividad de ubicación de *mulch*.

Biomasa	Hojas podadas	Racimos vacíos
Indicador		
Tiempo efectivo (horas)	4,6	5,45
Detenciones (minutos)	94,73	62,44
Palmas / jornada de trabajo (#)	56,89	12,85
Biomasa/ jornada de trabajo	170,69 (No. Hojas)	4,11 (toneladas)

Valoración económica de la ubicación de *mulch*

Estructura de costos



Hojas

96,1 %

0 %

3,9 %

0 %

Racimos vacíos

99 %

0 %

1 %

0 %

Indicador	Hojas podadas	Racimos vacíos
\$ mano de obra/palma	\$ 2.925	\$ 12.944
\$ herramientas/palma	\$ 118,18	\$ 144,15
\$ total/palma	\$ 3.043	\$ 13.088
\$ mano de obra/ha	\$ 418.311	\$ 1.850.953
\$ herramienta/ ha	\$ 16.899	\$ 20.613
\$ total/ha	\$ 435.210	\$ 1.871.566
Frecuencia anual	2	2

RESULTADOS

Valoración económica del efecto del *mulch* sobre el servicio ecosistémico de provisión de agua

Rubro	Unidades	Sin Mulch	Con Mulch: Hojas podadas	Con Mulch: Racimos vacíos
Agua (m ³ /ha-año)	(\$/ha-año)	\$ 11.213	\$ 10.543	\$ 10.375
Energía (kW/ha-año)	(\$/ha-año)	\$ 767.525	\$ 721.666	\$ 710.138
Mano de obra (jornales/ha-año)	(\$/ha-año)	\$ 252.108	\$ 237.044	\$ 233.258
Total	(\$/ha-año)	\$ 1.030.845	\$ 969.253	\$ 953.770

Requerimiento hídrico del cultivo: 360 L/palma * día

Cobertura	Sin Mulch	Con Mulch: Hojas podadas	Con Mulch: Racimos vacíos
mm/ palma * día	6,44	6,05	5,95
L/palma * día	450,45	423,53	416,77

**Ahorros económicos
potenciales**



6 %



7,5 %

**Operación del
Sistema del Riego**

CONCLUSIONES



La variabilidad estacional de la precipitación influye de manera significativa en el estado hídrico y en el desarrollo vegetativo del cultivo de palma de aceite.



Los resultados muestran que los diferentes tipos de *mulch*, generan efectos complementarios sobre la regulación hídrica y el crecimiento vegetal.

Estos resultados permiten comprender como prácticas de manejo del suelo influyen en el uso de recurso hídrico y en la funcionalidad de la biodiversidad vegetal, aportando bases científicas para el uso de estas coberturas.



La disposición de hojas cortadas durante la poda y de racimos vacíos resultantes del proceso de extracción de aceite alrededor del plato de las palmas, permiten hacer uso más eficiente del recurso hídrico.



La evaluación económica del uso de los residuos vegetales del cultivo, junto con su impacto en la gestión eficiente de los recursos hídricos, demuestra el potencial de estas prácticas para optimizar el manejo del agua y reducir los costos de operación del sistema de riego.

Estos resultados ofrecen información relevante para fomentar la adopción masiva de estas prácticas en las plantaciones de palma de aceite.

Gracias

A stylized sunburst or starburst graphic composed of several elongated, rounded rectangular segments radiating from a central point. The segments are a darker shade of blue than the background, creating a subtle watermark-like effect in the lower right quadrant of the slide.