

## Herramientas de apoyo para el seguimiento y manejo preventivo a palmas (*Elaeis guineensis* Jacq.) con síntomas asociados a marchitez\*

Support Tools for Monitoring and Preventive Management of Palms (*Elaeis guineensis* Jacq.) with Symptoms Associated with Wilt

**CITACIÓN:** Lasso-L., M. A., Rosero-E., G. A. & Santacruz-A., L. (2020). Herramientas de apoyo para el seguimiento y manejo preventivo a palmas (*Elaeis guineensis* Jacq.) con síntomas asociados a marchitez. *Palmas*, 41(1), 13-35.

**PALABRAS CLAVE:** marchitez, pudrición de estípites, estrés hídrico, termometría infrarroja, análisis de correspondencia múltiple, análisis de clasificación jerárquica.

**KEYWORDS:** Wilting, stem rot, water stress, infrared thermometry, multiple correspondence analysis, hierarchical classification analysis.

\* Artículo de investigación científica y tecnológica

**RECIBIDO:** marzo de 2020

**APROBADO:** abril de 2020

**MARIO A. LASSO L.**  
Ingeniero Agrónomo Pasante de  
Guaicaramo S. A. S.  
lassomario6@gmail.com

**GUSTAVO ROSERO E.**  
Jefe de Investigación Desarrollo  
Productividad e Innovación de  
Guaicaramo S. A. S.  
g.rosero@guaicaramo.com

**LIBARDO SANTACRUZ A.**  
Gerente de Investigación Desarrollo  
Productividad e Innovación.  
Guaicaramo S. A. S.  
ls@guaicaramo.com

### Resumen

En la actualidad, la Zona Oriental de Colombia se ha visto afectada por una variedad de disturbios en las siembras nuevas y de renovación de palma de aceite, con síntomas asociados a marchitez, los cuales pueden ser atribuidos en su mayoría a la enfermedad Marchitez letal (ML), sin embargo, con las distintas confusiones que se pueden presentar en la identificación de enfermedades, cualquiera de estos disturbios puede estar siendo reportado confusamente. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un seguimiento a palmas (*Elaeis guineensis*) con síntomas de marchitez, por medio de una matriz en la que se evaluaron: variables cualitativas correspondientes a síntomas externos e internos de diferentes estructuras de la palma, y variables cuantitativas relacionadas con termometría infrarroja. El análisis inicial de correspondencia múltiple (ACM) para las 74 variables cualitativas, indicó que el 79,79 % de la variabilidad

total estaba explicada por 19 factores. Se realizó un segundo análisis donde se descartaron las categorías con frecuencias bajas, en donde resultó que, para las 21 categorías restantes, el 74,57 % de la variabilidad estaba explicada por 6 factores. El análisis de clasificación jerárquica para caracteres cualitativos determinó 3 grupos, los cuales se diferenciaron principalmente por los síntomas externos observados en las palmas. La temperatura infrarroja y el delta o diferencia con la temperatura del ambiente mostró diferencias altamente significativas entre palmas enfermas y palmas aparentemente sanas.

## Abstract

In recent times, the eastern part of Colombia has been affected by a variety of disturbances in new plantings and oil palm renewal. These disturbances have been associated in most cases with lethal wilt disease (LW). However, with the various confusions that arise in the identification of diseases, any alteration can be mistakenly associated with a single disease. Therefore, a follow-up was made to the palms (*Elaeis guineensis*) with symptoms of wilting, where they were evaluated: qualitative variables corresponding to symptoms, coloration, and consistency; quantitative variables corresponding to infrared thermometry and geospatial patterns of wilting cases. The initial multiple correspondence analysis (MCA) for the 75 qualitative variables, designated that 79,79% of the total variability was explained by 19 factors. A second analysis was performed where the categories with low frequencies were discarded, where it was indicated that, for the remaining 21 categories, 75% of the variability was explained by 6 factors. The hierarchical classification analysis for qualitative characters determined 3 groups, which were mainly differentiated by the external symptoms observed in the palms. The IT and the DIFF with the environment showed highly significant differences between the diseased and apparently healthy palms.

## Introducción

La palma de aceite es uno de los cultivos más importantes en Colombia y el mundo. Su alta productividad, unida a su naturaleza perenne, ha llevado a una expansión acelerada de las áreas sembradas en el mundo. Según Fedepalma (2018b), Colombia tiene 537.177 hectáreas tanto en producción como en desarrollo, siendo el primer productor de Latinoamérica y el cuarto en el mundo. De las cuatro regiones palmeras que se han caracterizado en el país, la de mayor crecimiento y desarrollo es la Zona Oriental (Llanos Orientales), donde las proyecciones de expansión son inmejorables.

Según Fedepalma (2018), la Zona Oriental cuenta con un total de 215.763 hectáreas tanto en producción como en desarrollo, lo que representa el 40 % del total del área sembrada en el país. Sin embargo,

han aparecido fenómenos patológicos que aún tienen muchos aspectos desconocidos, tales como, agentes causales, sintomatología característica y epidemiología, los cuales en diversa proporción afectan los cultivos y su rendimiento; comprometiendo la producción total, expresada en toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) y la producción de aceite por hectárea (Acevedo *et al.*, 2000).

Son muchas las enfermedades que afectan en la actualidad a las palmas jóvenes que proceden de renovaciones o de siembras nuevas, varios de estos disturbios pueden estar siendo asociados erróneamente a una sola enfermedad, dada la variabilidad de síntomas que se presentan generando confusiones, puesto que, Marchitez letal (ML), Marchitez sorpresiva (MS), pudriciones de estípite (PE) e incluso el estrés hídrico (EH), han sido descritas por varios autores con síntomas

similares, tales como, secamientos foliares, cambio de coloración de folíolos, pudrición o secamiento de racimos e inflorescencias, pudrición de raíces y cambio de coloración en el interior del estípite.

Según el informe de 2019, generado por la Coordinación de Manejo Fitosanitario de la Zona Oriental, se reportaron para los 20 Núcleos Palmeros vinculados (169.100 hectáreas), un total de 149.483 casos asociados a Marchitez letal (ML) para el año 2018 y 150.809 casos para el 2019, es decir que en estos dos periodos se han erradicado alrededor de 2.150 hectáreas. Con relación a la zona del Bajo Upía se reportaron en el año 2019 un total de 12.158 casos asociados a Marchitez letal.

Partiendo de la problemática actual referente a la caracterización incorrecta de enfermedades, un gran número de los casos reportados como ML por muchas plantaciones podrían ser erróneos, conllevando a prácticas y manejos sanitarios incorrectos. Debido a esta situación, se realizó un seguimiento a palmas con síntomas de marchitez con la implementación de dos herramientas de apoyo que permitieran un mejor reconocimiento: una matriz de síntomas, con la finalidad de realizar una descripción detallada de los síntomas presentes en las diferentes estructuras de la palma; y un termómetro infrarrojo, para identificar las temperaturas propias de las palmas tanto enfermas como aquellas que estaban aparentemente sanas.

Con las variables cualitativas identificadas en la matriz se realizó un análisis de correspondencia múltiple (ACM) y un análisis de clasificación (clúster); la significancia de la temperatura fue evaluada mediante una prueba t de Student.

## Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Esta es una técnica que permite representar las categorías de más de dos variables cualitativas en un espacio de pequeñas dimensiones. Ello implica, que la representación se hace agrupando las categorías en función de las similitudes que presenten en las variables relacionadas. Considerando la similitud entre categorías se produce una síntesis, reducción o resumen de estas en torno a pequeñas dimensiones. En este sentido, las dimensiones son sinónimo

de factores. Esta es una técnica para el estudio de las relaciones de dependencia entre variables categóricas presentadas en forma de tablas de contingencia (Rodríguez y Mora, 2001).

## Análisis de clasificación clúster

Es conocido como análisis de conglomerados. Es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre ellos (De La fuente, 2011). Este análisis permite diferenciar los disturbios mediante las características agrupadas en cada clúster, lo que contribuye a describir correctamente la enfermedad.

## Prueba t de Student

Es un tipo de estadística deductiva. Se utiliza para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos (SEFO, 2019).

## Materiales y métodos

### Localización

Este estudio se realizó en cuatro plantaciones de la subzona del Bajo Upía de la Zona Oriental de Colombia: Guaicaramo S. A. S. localizada en el municipio de Barranca de Upía, departamento del Meta, ubicada a 4° 29' N y 72° 57' O. Palmas del Casanare S. A. S. ubicada a 4° 34' N y 72° 49' O, Palmar de Oriente S. A. S. ubicada a 4° 29' N y 72° 57' O, e Inversiones los Maracos S. A. S. ubicada a 4° 32' N y 72° 45' O, localizadas estas tres últimas en el municipio de Villanueva, departamento del Casanare (Figura 1).

## Evaluaciones

Se programaron visitas semanales a cada plantación, en donde se escogieron los lotes con palmas (*Elaeis guineensis*) con edades de siembra entre tres y seis años. En cada jornada se visitaron todas las palmas y se identificaron las que presentaban anomalías asociadas a marchitez. El seguimiento fue realizado en tres evaluaciones:

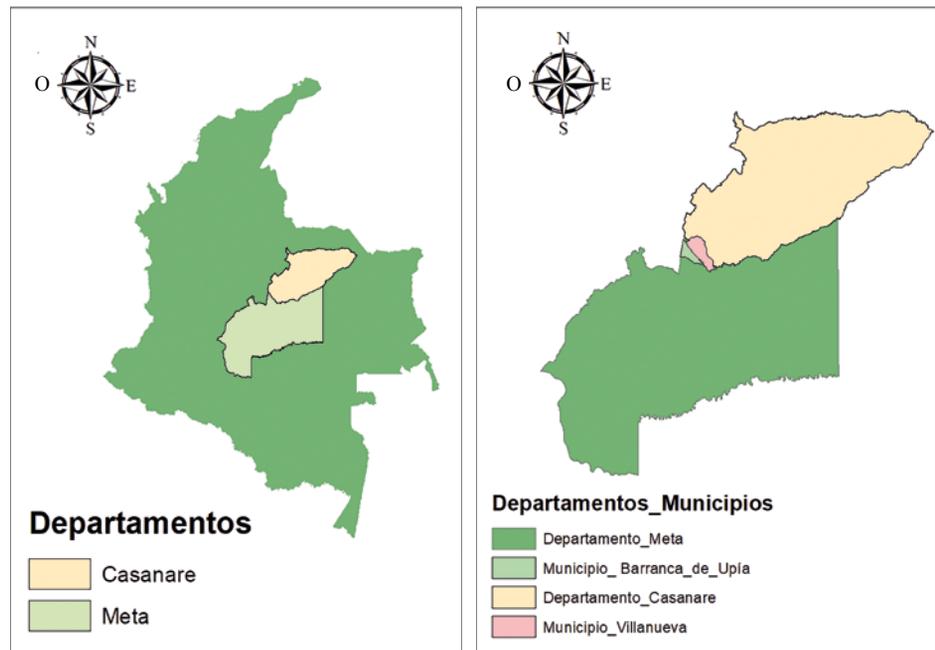
- *Primera evaluación:* 1 día después de observada.
- *Segunda evaluación:* a los 6 días después de observada.
- *Tercera evaluación:* a los 10 días después de observada.

Una vez completados los 10 días, se procedió a erradicar la palma con la finalidad de conocer el estado interno (Figura 2).

## Variables evaluadas

Se evaluaron variables cualitativas correspondientes a: sintomatología, coloración y consistencia. Se evaluó la temperatura del follaje de las palmas enfermas y de las palmas ubicadas a su alrededor mediante termometría infrarroja. La Tabla 1 muestra las variables estudiadas con relación a las tres evaluaciones.

**Figura 1.** Localización de la zona de estudio



**Figura 2.** Erradicación de palma A: volcamiento con utilización de palín; B: corte transversal con motosierra; C: corte longitudinal con motosierra



## Sintomatología

La descripción de las sintomatologías observadas se registró en una matriz elaborada para este estudio. En esta se describieron 30 síntomas cualitativos, 17 correspondientes a síntomas externos y 13 a síntomas internos.

Dentro de los externos, ocho describen hojas, cinco foliolos y cuatro los racimos e inflorescencias.

Dentro de los síntomas internos, cuatro describen las raíces y nueve el estado interno del estípite (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra el formato de la matriz de síntomas, la cual está dividida en: follaje, foliolos, racimos e inflorescencias, raíces y parte interna del estípite.

**Tabla 1.** Variables evaluadas en el seguimiento a palmas con marchitez

Variable	Primera evaluación (1 ddo)	Segunda evaluación (6 ddo)	Tercera evaluación (10 ddo)
Sintomatología externa	X	X	X
Sintomatología interna			X
Coloración	X	X	X
Consistencia	X	X	X
Termometría infrarroja	X	X	X

\* ddo: días después de observación

**Tabla 2.** Descriptores cualitativos utilizados en el seguimiento a palmas con marchitez

No.	Descriptor	Abrev.	No.	Descriptor	Abrev.
1	Secamiento ordenado de hojas	SOH	16	Frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base	FDPB
2	Secamiento desordenado de hojas	SDH	17	Frutos momificados y con fácil desprendimiento	FMD
3	Secamiento ascendente	SAsc	18	Abundancia de sistema radicular	ASR
4	Secamiento descendente	SDsc	19	Escasez de sistema radicular	ESR
5	Clorosis en hojas nuevas	CHN	20	Raíces aparentemente sanas	RS
6	Acumulación de flechas	AF	21	Raíces visiblemente en mal estado	RME
7	Pudrición de flecha	PF	22	Coloración normal de estípite	CNE
8	Hojas superiores con puntas afectadas	HSPA	23	Coloración amarillenta de estípite	CAE
9	Secamiento a partir del ápice	SAP	24	Zonas rojizas al interior del estípite	ZRE
10	Secamiento a partir de la base	SBs	25	Zonas con aparentes pudriciones secas	ZPS
11	Secamiento precedido de coloración amarilla	SPCA	26	Zonas con aparentes pudriciones húmedas	ZPH
12	Entorchamiento de foliolos a partir del ápice	EF	27	Galerías causadas por <i>Strategus</i>	GS
13	Secamiento de foliolos rudimentarios	SFR	28	Lesiones sin olor fétido	LSO
14	Racimos podridos	RP	29	Lesiones con olor fétido	LCO
15	Inflorescencias podridas	IP	30	Halo rojizo en el interior del estípite	HRE

**Tabla 3.** Formato elaborado para la evaluación de palmas con síntomas de marchitez

Apariencia general del follaje					
N° Palma	Secamiento ordenado de hojas	Secamiento desordenado de hojas	Secamiento ascendente	Secamiento descendente	
	Clorosis hojas nuevas	Acumulación flechas	Pudrición flecha	Hojas superiores con puntas afectadas	
Apariencia general de foliolos					
N° Palma	Secamiento a partir del ápice	Secamiento a partir de la base	Secamiento precedido de coloración amarilla	Entorchamiento de foliolos a partir del ápice y por los bordes de los foliolos	Secamiento foliolos rudimentarios
Racimos y frutos					
N° Palma	Racimos podridos	Inflorescencias podridas	Frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base	Frutos momificados y con fácil desprendimiento	
Estado de raíces					
N° Palma	Abundancia sistema radicular	Escasez sistema radicular	Raíces aparentemente sanas	Raíces visiblemente en mal estado	
Parte interna del estípite					
N° Palma	Coloración normal de estípite	Coloración amarillenta de estípite	Zonas rojizas al interior del estípite	Zonas con aparentes pudriciones secas	Zonas con aparente pudrición húmeda
	Galerías causadas por <i>Strategus</i>	Lesiones con olor fétido	Lesiones sin olor fétido	Halo rojizo en el interior del estípite	

## Coloración

Se describieron las tonalidades observadas desde el ápice hasta la base, de los foliolos del tercio inferior, medio y superior (Figura 3) en el formato de la Tabla 4.

## Consistencia

Se determinó la consistencia de las puntas de los foliolos frotando con los dedos índice y pulgar la parte afectada, conociendo de esta manera su turgencia o flexibilidad o, como caso contrario, su característica quebradiza.

## Termometría infrarroja

Se registraron las temperaturas infrarrojas de las palmas afectadas y del anillo de palmas situado a su alrededor utilizando un termómetro infrarrojo EVE-REST 6210L® (Figura 4a). Para esta medición, se tuvo

como referencia la metodología utilizada por Arango *et al.* (2017), (Figura 4b), la cual consiste en situarse a un metro de la gotera de la palma, sin que los rayos del sol influyan sobre el frente del termómetro y dirigirlo hacia la parte media de la palma.

## Resultados y discusión

Se evaluaron entre las cuatro plantaciones una totalidad de 86 palmas durante los meses de febrero a noviembre de 2018. En la Tabla 5 se muestran las características de los lotes evaluados.

## Matriz de síntomas

### Síntomas externos e internos

En la totalidad de las palmas evaluadas, cinco síntomas considerados en la matriz no fueron observados:

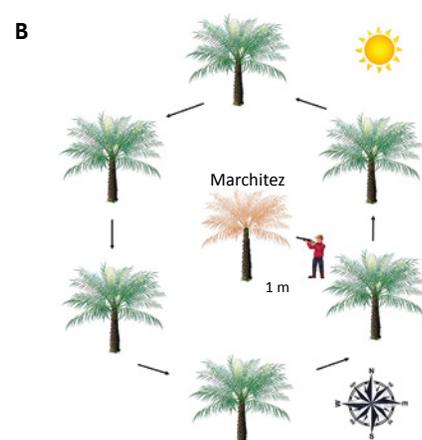
**Figura 3.** Determinación de tonalidades



**Tabla 4.** Formato elaborado para descripción de tonalidades (más adelante se presentan las tonalidades observadas)

Coloración foliolos				
Hojas tercio	Color 1	Color 2	Color 3	Color 4
Inferior				
Medio				
Superior				

**Figura 4.** A: termómetro utilizado para la evaluación; B: metodología para toma de datos de temperatura



secamiento desordenado de hojas (SDH), secamiento descendente (SDsc), secamiento a partir de la base (SBs), coloración normal de estípites (CNE) y zonas con aparentes pudriciones secas (ZPS). En cambio, sí se identificó secamiento ordenado de hojas (SOH), secamiento ascendente (SAsc), secamiento a partir del ápice (SAp), entorchamiento de foliolos (EF), coloración amarilla en estípites (CAE), en las 86 palmas objeto de observación.

## Coloración

Mediante las observaciones en campo se encontraron 6 diferentes colores (Tabla 6), los cuales se combina-

ban en los foliolos llegando a formar 10 diferentes combinaciones (Tabla 7, Figura 5).

## Análisis de correspondencia múltiple

Para realizar el análisis estadístico de correspondencia múltiple (ACM), se agrupó en 11 variables todas las categorías cualitativas que fueron observadas en las palmas evaluadas, teniendo un total de 75 categorías (Tabla 8). De estas, fueron descartadas 23 por el programa estadístico SPAD, dado que este elimina por defecto aquellas categorías con una frecuencia baja (Bécue, 2005).

**Tabla 5.** Características de lotes evaluados

Plantación	Lote	Material	Año de siembra
Guaicaramo S. A. S.	B.7	IRHO	2015
	B.340	IRHO	2014
Palmas del Casanare S. A. S.	E	IRHO	2014
	D	IRHO	2015
Palmar de Oriente S. A. S.	14	IRHO	2015
Inversiones los Maracos S. A. S.	C	Unipalma	2012

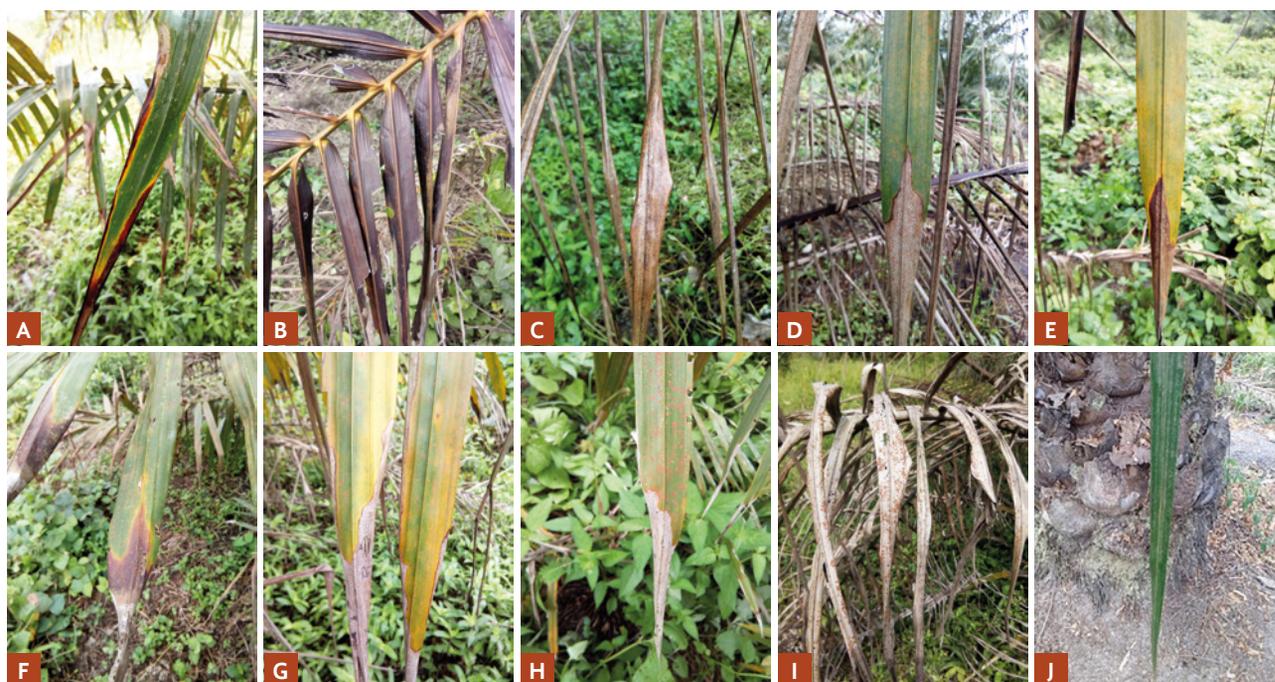
**Tabla 6.** Tonalidades observadas en foliolos afectados

Color	Abreviatura
Café claro	Cc
Café	C
Amarillo	A
Verde	V
Gris	G
Verde amarillo	Va

**Tabla 7.** Combinaciones de tonalidades observadas

No.	Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Abreviatura
1	Café claro	Café	Amarillo	Verde	CcCAV
2	Café claro	Café	Café	Café	CcCCC
3	Café claro	Café	Verde	Verde	CcCVV
4	Café claro	Café claro	Café claro	Café claro	CcCcCcCc
5	Café claro	Café	Verde amarillo	Verde amarillo	CcCVaVa
6	Gris	Café	Amarillo	Verde	GCAV
7	Gris	Café	Verde amarillo	Verde amarillo	GCVaVa
8	Gris	Café	Verde	Verde	GCVV
9	Gris	Gris	Gris	Gris	GGGG
10	Verde	Verde	Verde	Verde	VVVV

**Figura 5.** Combinaciones de tonalidades observadas. A: CcCAV; B: CCCC; C: CcCcCcCc; D: CcCVV; E: CcCVaVa; F: GCAV; G: GCVaVa; H: GCVV; I: GGGG; J: VVVV



El análisis inicial indicó que, para las 53 categorías el 79,79 % de la variabilidad total está explicada en 19 factores o dimensiones, lo cual según Bécue (2005) es habitual en el análisis de correspondencias múltiples, ya que la variabilidad inicial suele ser elevada.

Se realizó un segundo análisis en donde se descartaron las categorías menos representativas, teniendo como referencia la tabla de frecuencias (Tabla 9).

**Tabla 8.** Agrupación de variables y categorías

Variable	Categorías
Hojas	13
Foliolos	2
Racimos e inflorescencias	7
Raíces	3
Estípites	13
Color hojas tercio inferior (CHTI)	10
Color hojas tercio medio (CHTM)	10
Color hojas tercio superior (CHTS)	10
Consistencia hojas tercio inferior (CHTI)	2
Consistencia hojas tercio medio (CHTM)	2
Consistencia hojas tercio superior (CHTS)	2

**Tabla 9.** Frecuencias de las categorías

Parte evaluada	Síntoma	Frecuencia	Parte evaluada	Síntoma	Frecuencia
HOJAS	SOH-SAAsc	21	COLORACIÓN HOJAS TERCIO INFERIOR	CcCAV	29
	SOH-SAAsc-AF	5		CcCCC	9
	SOH-SAAsc-AF-PF	1		CcCVV	14
	SOH-SAAsc-CHN	22		CcCcCcCc	7
	SOH-SAAsc-CHN-AF	6		CcCVaVa	19
	SOH-SAAsc-CHN-AF-PF	4		GCAV	3
	SOH-SAAsc-CHN-HSPA	8		GCVaVa	3
	SOH-SAAsc-CHN-HSPA-AF	1		GCVV	1
	SOH-SAAsc-CHN-HSPA-PF	5		GGGG	1
	SOH-SAAsc-CHN-PF	5		VVVV	0
	SOH-SAAsc-HSPA	4		CcCAV	45
	SOH-SAAsc-HSPA-PF	2		CcCCC	3
	SOH-SAAsc-PF	2		CcCVV	6
			COLORACIÓN HOJAS TERCIO MEDIO		

Continúa

Parte evaluada	Síntoma	Frecuencia	Parte evaluada	Síntoma	Frecuencia
FOLIOLOS	SAp-EF-SFR	31	COLORACIÓN HOJAS TERCIO MEDIO	CcCcCcCc	2
	SAp-SPCA-EF-SFR	55		CcCVaVa	24
RACIMOS E INFLORESCENCIAS	FMD	1		GCAV	2
	IP	1		GCVaVa	2
	IP-FMD	42		GCVV	1
	RP-FDPB	3		GGGG	1
	RP-FDPB-FMD	2		VVVV	0
	RP-IP-FDPB	17		CcCAV	8
	RP-IP-FDPB-FMD	17		CcCCC	0
	ASR-RME	13		CcCVV	4
RAÍCES	ASR-RS	72	CcCcCcCc	0	
	ESR-RS	1	COLORACIÓN HOJAS TERCIO SUPERIOR	CcCVV	2
	CAE	13		GCAV	0
CAE-HRE	5	GCVaVa		0	
CAE-ZPH-GS-LCO	1	GCVV		0	
CAE-ZPH-LCO	1	GGGG		0	
CAE-ZRE	39	VVVV		72	
CAE-ZRE-GS	5	CONSISTENCIA HOJAS TERCIO INFERIOR		Turgente	43
CAE-ZRE-GS-LCO	2	Quebradizo		43	
CAE-ZRE-HRE	12	CONSISTENCIA HOJAS TERCIO MEDIO		Turgente	65
CAE-ZRE-HRE-GS	1	Quebradizo		21	
CAE-ZRE-LSO	1	CONSISTENCIA HOJAS TERCIO SUPERIOR	Turgente	84	
CAE-ZRE-ZPH-GS-LCO	1	Quebradizo	2		
CAE-ZRE-ZPH-LCO	3				
CAE-ZRE-ZPH-LSO	2				

SOH: secamiento ordenado de hojas; SAsc: secamiento ascendente; AF: acumulación de flechas; PF: pudrición flecha; HSPA: hojas superiores con puntas afectadas; SAp: secamiento a partir del ápice; SPCA: secamiento precedido de coloración amarilla; EF: entorchamiento de foliolos; SFR: secamiento de foliolos rudimentarios; FMD: frutos momificados con fácil desprendimiento; IP: inflorescencias podridas; RP: racimos podridos; FDPB: frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base; ASR: abundancia de raíces; RME: raíces en mal estado; RS: raíces sanas; ESR: escasez de raíces; CAE: coloración amarilla de estípites; HRE: halo rojizo en estípites; ZPH: zonas con pudriciones húmeda; GS: galerías causadas por *Strategus*; LCO: lesiones con olor; HRE: halo rojizo en estípites; ZRE: zonas rojizas en estípites; LSO: lesiones sin olor. El ancho del color indica la mayor o menor contribución de las variables en cada uno de los factores.

El segundo análisis indicó que para las 21 categorías restantes el 74,57 % de la variabilidad total está explicada en 6 factores (Tabla 10). El primer factor explica el 21,55 % de la variabilidad total, mientras

que el segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto contribuyen con el 15,23 %, 10,62 %, 9,87 %, 9,36 %, 7,93 %, en su respectivo orden.

**Tabla 10.** Valores propios y proporción de la varianza resultante del Análisis de correspondencia múltiple

Factor	Valor propio	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	0,2874	21,6	21,6
2	0,2031	15,2	36,8
3	0,1416	10,6	47,4
4	0,1315	9,9	57,3
5	0,1248	9,4	66,6
6	0,1057	7,9	74,6

Las variables que más contribuyeron a la conformación del factor 1 fueron: secamiento a partir del ápice-entorchamiento de foliolos-secamiento foliolos rudimentarios (SAP - EF - SFR = 14,87 %), coloración hojas tercio inferior café claro-café-amarillo-verde (CHTI - CcCAV = 10,10 %), coloración hojas tercio medio café claro-café-verde amarillo-verde amarillo (CHTM - CcCVaVa = 9,45 %).

El factor 2 está definido principalmente por consistencia hojas tercio superior quebradiza (CONSHTS - Qbz = 17,82 %), secamiento ordenado de hojas-secamiento ascendente-clorosis hojas nuevas (SOH - SAsc - CHN = 13,68 %), secamiento ordenado de hojas-secamiento ascendente (SOH - SAsc = 11,90 %).

El factor 3 está representado por coloración amarillenta de estípites-zonas rojizas en estípites-halo rojizo en estípites (CAE - ZRE - HRE = 26,12 %), abundancia sistema radicular-raíces en mal estado (ASR - RME = 19,35 %).

En el factor 4 aportaron las variables coloración amarillenta de estípites-zonas rojizas en estípites (CAR - ZRE = 23,28 %), coloración hojas tercio inferior café claro-café-verde-verde (CHTI - CcCVV = 20,54 %).

El factor 5 con abundancia sistema radicular-raíces en mal estado (ASR - RME = 31,40 %)

En el factor 6 aportaron las variables racimos podridos-inflorescencias podridas-frutos con fácil desprendimiento y pudrición basal (RP - IP - FDPB = 35,09 %), racimos podridos-inflorescencias podridas-frutos con fácil desprendimiento y pudrición basal-frutos momificados con fácil desprendimiento (RP - IP - FDPB - FMD = 26,79 %).

En la Tabla 11 se muestra la contribución de los valores propios a la formación de cada uno de los factores.

## Análisis de clasificación jerárquica (clúster)

De acuerdo con el análisis de clasificación jerárquica, las 86 palmas evaluadas se clasificaron en 3 grupos (clúster) (Figura 6).

### Clúster 1

Está conformado por 23 palmas que corresponden al 25,58 % del total de la población, agrupando las siguientes variables y categorías (Tabla 12, Figura 7).

**Tabla 11.** Contribución de factores a la variación total

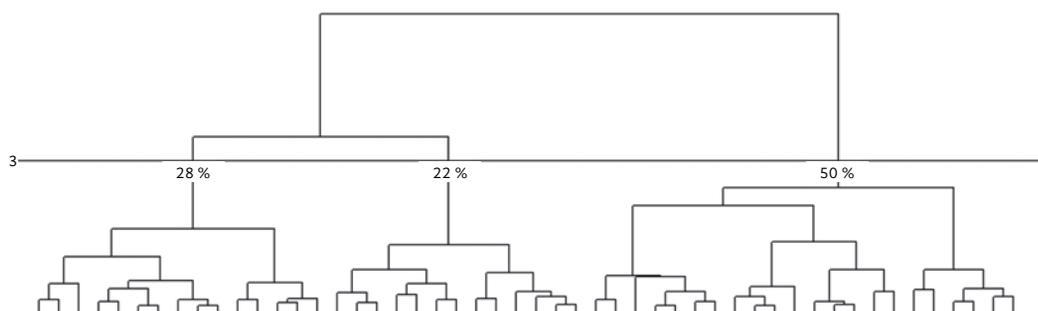
Característica	Abreviaturas	Contribución factores					
		1	2	3	4	5	6
HOJAS	SOH-SAsc	1,38	11,90	0,34	0,13	1,60	1,02
	SOH-SAsc-CHN	1,59	13,68	0,39	0,15	1,84	1,17

Continúa

Característica	Abreviaturas	Contribución factores					
		1	2	3	4	5	6
FOLIOLOS	SAp-EF-SFR	14,87	0,90	0,22	4,65	1,07	0,50
	SAp-SPCA-EF-SFR	8,38	0,51	0,13	2,62	0,60	0,28
RACIMOS E INFLORESCENCIAS	IP-FMD	8,95	0,21	3,06	0,32	1,11	0,04
	RP-IP-FDPB	8,57	0,45	0,98	0,05	3,10	35,09
	RP-IP-FDPB-FMD	3,11	1,72	12,49	0,40	10,28	26,79
RAÍCES	ASR-RME	0,15	0,21	19,35	0,05	31,40	6,57
	ASR-RS	0,03	0,04	3,76	0,01	6,11	1,28
ESTÍPITE	CAE	0,16	4,76	4,41	20,33	16,37	5,19
	CAE-ZRE	0,38	0,77	3,99	23,28	1,67	0,80
	CAE-ZRE-HRE	1,80	0,60	26,12	9,01	3,84	12,88
COLOR HOJAS TERCIO INFERIOR	CcCAV	10,10	0,00	5,99	0,07	4,06	1,70
	CcCVV	2,95	6,14	0,00	20,54	8,53	0,21
	CcCVaVa	4,71	5,34	7,96	14,30	0,08	3,76
COLOR HOJAS TERCIO MEDIO	CcCAV	5,33	2,51	2,82	0,43	0,28	0,29
	CcCVaVa	9,45	4,46	5,00	0,76	0,50	0,51
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO INFERIOR	Turgente	5,74	11,10	1,44	1,39	0,00	0,00
	Quebradizo	5,74	11,10	1,44	1,39	0,00	0,00
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO MEDIO	Turgente	1,61	5,76	0,03	0,03	1,84	0,47
	Quebradizo	5,00	17,82	0,08	0,08	5,71	1,45

SOH: secamiento ordenado de hojas; SAsc: secamiento ascendente; CHN: clorosis en hojas nuevas, SAp: secamiento a partir del ápice; EF: entorchamiento de foliolos; SFR: secamiento de foliolos rudimentarios; IP: inflorescencias podridas; FMD: frutos momificados con fácil desprendimiento; RP: racimos podridos; FDPB: frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base; FMD: frutos momificados con fácil desprendimiento; ASR: abundancia de raíces; RME: raíces en mal estado; RS: raíces sanas; CAE: coloración amarilla de estípites; ZRE: zonas rojizas en estípites; HRE: halo rojizo en estípites; CcCAV: café claro-café-amarillo-verde; CcCVV: café claro-café-verde-verde; CcCVaVa: café claro- café- verde amarillo-verde amarillo. El ancho del color indica la mayor o menor contribución de las variables en cada uno de los factores.

**Figura 6.** Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica de las 86 palmas evaluadas



**Tabla 12.** Variables y categorías agrupadas en el clúster 1

Variables	Categorías	Porcentaje del grupo en la categoría
HOJAS	SOH-SAsc-CHN	54,5
FOLIOLOS	SAp-EF-SFR	58,1
RACIMOS E INFLORESCENCIAS	IP-FMD	45,2
COLORACIÓN HOJAS TERCIO INFERIOR (CHTI)	CcCVaVa	73,7
COLORACIÓN HOJAS TERCIO MEDIO (CHTM)	CcCVaVa	75,0

SOH: secamiento ordenado de hojas; SAsc: secamiento ascendente; CHN: clorosis hojas nuevas; SAp: secamiento a partir del ápice; EF: entorchamiento de foliolos; SFR: secamiento foliolos rudimentarios; IP: inflorescencias podridas; FMD: frutos momificados con fácil desprendimiento; CcCVaVa: café claro-café-verde amarillo-verde amarillo.

**Figura 7.** Sintomatología palmas agrupadas en este clúster. A: SOH-SAsc-CHN; B: SAp-EF y CcCVaVa; C: IP; D: SFR; E-F: FMD



Se presenta a continuación una comparación de algunas características agrupadas en este clúster, que son similares a las descritas por varios autores en la caracterización de enfermedades (Tabla 13). De acuerdo con la revisión de literatura, dos enfermedades presentan similitud sintomatológica con relación a las características presentadas en este clúster.

Los tipos de pudrición de estípote, seca (*Ceratocystis* sp.), basal (*Ganoderma* sp.), húmeda (bacterias), corchosa (*Kretzschmaria deusta*) y pudrición alta del tallo (*Phellinus noxius*), presentan afecciones como: descomposición de estípote, coloración marrón oscura en la zona afectada, tejido corchoso, húmedo, algodonoso o esponjoso y quebradizo, dependiendo del tipo de pudrición de estípote presente (Nieto, 1994; Albertazzi, 2017). Estas características no se agruparon en este clúster, por lo que en primera instancia se descartaría la posibilidad de una pudrición de estípote, sin embargo, Nieto (1994), menciona que la sintomatología foliar en palmas con pudriciones basales del tallo se caracteriza por ser más pálida o con pérdida de color (cloróticas) pero afirma que es muy parecida a la de otros disturbios como Marchitez sorpresiva, Anillo rojo o desnutrición.

La pudrición de racimos e inflorescencias no ha sido reportada como consecuencia de una pudrición de estípote, haciendo necesario el desarrollo de experimentos de patogenicidad en palmas jóvenes con los agentes causales de esta pudrición, para determinar las

sintomatologías causadas por esta enfermedad. Una característica importante observada en este grupo, es que cuando hay presencia de pudrición de racimos, sus frutos pierden su brillo y se secan completamente.

*Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, causante de la enfermedad Marchitez vascular en palma de aceite, es un hongo habitante natural del suelo, el cual penetra a la palma por las raíces y se moviliza por el xilema donde produce una obstrucción de vasos, lo cual conlleva al marchitamiento y muerte de la palma (Renard y Quillec, 1985). Al verse interrumpido el transporte de agua y otras sustancias, afecta el desarrollo de muchos órganos, siendo una posible causa de la desecación o momificación de los frutos ya formados y la pudrición de las inflorescencias. Sin embargo, autores como (Renard, 1979; Turner, 1981; Flood y Mepsted, 1991; Franqueville y Renard, 1990) afirman que la pudrición de racimos e inflorescencias no se ha reportado en palmas que padecen fusariosis.

Sánchez (1966) postula que esta enfermedad fue reconocida en el país para palma de aceite, sin embargo, esta forma especial del género *Fusarium* aún no ha sido confirmada en Colombia. No obstante, trabajos realizados en el país por Sánchez *et al.* (2003) demuestran que la fusariosis no es causante de las sintomatologías de los nuevos disturbios al realizar pruebas de patogenicidad en plántulas de vivero, a pesar de ello, consideran que es necesario desarrollar

**Tabla 13.** Reporte de varios autores en la caracterización de enfermedades

Enfermedad	Autor(es)	Característica
Marchitez vascular ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Turner (1981)	Coloración amarillo-limón en hojas jóvenes
		Hojas de la corona se secan tomando color gris-café
		Desecación de la hoja comienza por el ápice
	Franqueville y Diabaté (1995)	Amarillamiento y decoloración café, parte media de la corona
Elliott (2010)	Los folíolos presentan tonos amarillentos o más frecuentemente tendrán una sombra de color marrón	
Pudrición de estípote	Idris (2013)	Amarillamiento de un solo lado o moteado de las hojas bajas seguido de necrosis
		Hojas recién desplegadas son cloróticas
		La necrosis empieza en las hojas más viejas y se extiende progresivamente hacia arriba a través de la corona

experimentos de patogenicidad en palmas jóvenes y adultas para determinar si algún miembro del género *Fusarium* es el agente causal de los nuevos disturbios.

## Clúster 2

Está conformado por 19 palmas que corresponden al 22,09 % de la población total, agrupando las siguientes variables y categorías (Tabla 14, Figura 8).

Se presenta a continuación una comparación de algunas de las características agrupadas en este clúster,

que son similares a las descritas por varios autores en la caracterización de enfermedades (Tabla 15). De acuerdo con la revisión de literatura, tres enfermedades presentan similitud sintomatológica.

Según Idris (2013), las palmas inmaduras con pudrición de estípites presentan acumulación de flechas acompañada de una clorosis o amarillamiento de las hojas superiores; sin embargo, este conjunto de palmas no agrupó ninguna característica con relación a la parte interna del estípite, ni a las características externas de los casos que presentaron pudrición húmeda

**Tabla 14.** Variables y categorías agrupadas en el clúster 2

Variables	Categorías	Porcentaje del grupo en la categoría
HOJAS	SOH-SAsc-CHN-AF-PF	100,0
COLORACIÓN HOJAS TERCIO INFERIOR (CHTI)	CcCcCcCc	85,7
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO INFERIOR	Quebradizo	48,8
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO MEDIO	Quebradizo	95,2

SOH: secamiento ordenado de hojas; SAsc: secamiento ascendente; CHN: clorosis hojas nuevas; AF: acumulación flechas; PF: pudrición flecha; CcCcCcCc: café claro-café claro-café claro-café claro.

**Figura 8.** Sintomatología palmas agrupadas en este clúster. A: SOH-SAsc-CHN; B: AF; C: PF; D-E: CcCcCcCc



de estípites en este estudio, por lo tanto, sería incorrecto calificarlas con esta enfermedad.

La Pudrición del cogollo (PC) puede presentar una variedad de síntomas dependiendo del periodo y el avance en el que se encuentre. Una acumulación de varias flechas sin abrir puede preceder a esta enfermedad (Chinchilla, 2008). Un amarillamiento o clorosis en las hojas jóvenes, además de la pudrición de la flecha puede notarse en estados avanzados (Nieto, 1992). En los Llanos Orientales en periodos secos, la enfermedad se presenta como una pudrición de flecha y en invierno la pudrición avanza a los tejidos internos y manifiesta una sintomatología típica de Pudrición del cogollo (Martins, 1990; Nieto, 1992). Con base en lo anterior, es claro reconocer que estamos frente a una PC, sin embargo, es importante

analizar las demás características agrupadas, dado que el estrés hídrico (EH) ocasiona muchas de estas.

Según Arango *et al.* (2011), el EH presenta características muy puntuales en los folíolos afectados, tal como el no cambio de tonalidad en la región de avance (Figura 7D), consistencia quebradiza de la parte afectada y acumulación de flechas. Todos estos síntomas hacen parte de las características mostradas en este grupo. Por lo tanto, se concluye que las palmas presentan PC y EH.

### Clúster 3

Está conformado por 43 palmas que corresponden al 50 % de la población total, agrupando las siguientes categorías y variables (Tabla 16, Figura 9).

**Tabla 15.** Reporte de varios autores en la caracterización de enfermedades

Enfermedad	Autor(es)	Característica
Pudrición de estípites	Idris (2013)	Acumulación de varias flechas sin abrir
		Clorosis en hojas jóvenes
Pudrición del cogollo	Nieto (1992) y Cenipalma (2016)	Pudrición de flecha
Estrés hídrico	Arango <i>et al.</i> (2011)	Acumulación de flechas
		No cambio de tonalidad en folíolos
	Cornaire (1994)	Numerosas flechas cerradas

**Tabla 16.** Variables y categorías agrupadas en el clúster 3

Variables	Categorías	Porcentaje del grupo en la categoría
HOJAS	SOH-SAsc	76,2
FOLIOLOS	SAP-SPCA-EF-SFR	70,9
RACIMOS E INFLORESCENCIAS	RP-IP-FDPB	94,1
RACIMOS E INFLORESCENCIAS	RP-IP-FDPB-FMD	23,8
ESTÍPITE	CAE-ZRE-HRE	58,3
COLOR HOJAS TERCIO INFERIOR (CHTI)	CcCAV	96,6
COLOR HOJAS TERCIO MEDIO (CHTM)	CcCAV	84,4
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO INFERIOR	Turgente	67,4
CONSISTENCIA HOJAS TERCIO INFERIOR	Turgente	61,0

SOH: secamiento ordenado de hojas; SAsc: secamiento ascendente; SAP: secamiento a partir del ápice; SPCA: secamiento precedido por coloración amarilla; EF: entorchamiento folíolos; SFR: secamiento folíolos rudimentarios; RP: racimos podridos IP: inflorescencias podridas; FDPB: frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base; FMD: frutos momificados con fácil desprendimiento; CAE: coloración amarilla en estípites; ZRE: zonas rojizas en estípites; HRE: halo rojizo en estípites; CcCAV: café claro-café-amarillo-verde.

Se presenta a continuación una comparación de algunas de las características agrupadas en este clúster, que son similares a las descritas por varios autores en la caracterización de enfermedades (Tabla 17). De acuerdo con la revisión de literatura, solamente la ML presenta similitud sintomatológica con relación a las características presentadas en este clúster.

Las palmas agrupadas con estas características pueden catalogarse con ML, puesto que presentan la mayoría de los síntomas descritos por los autores para

esta enfermedad. La única excepción evidenciada es que la característica secamiento desordenado o disperso de hojas no fue observada en ninguna de las palmas evaluadas. Es recomendable hacer seguimiento a las que tienen Marchitez letal y comprobar si esa característica es típica de la enfermedad.

En estas palmas agrupadas, se observó una característica en la distribución del secamiento en los folíolos, que debe ser tenida en cuenta para la correcta identificación de la ML.

**Figura 9.** Sintomatología palmas agrupadas en este clúster. A: SOH-SAsc; B: SAp-SPCA-CcCAV; C: SFR; D: RP; E: FDPB; F: FDPB-FMD; G: IP; H-I: HRE; J-K: CAE-ZRE



En la Figura 10 se observa que el secamiento de coloración café inicia por el ápice del foliolo afectado, distribuyéndose posteriormente hacia los bordes. El margen de color amarillo únicamente precede este secamiento, es decir, no se observa la coloración amarilla en lugares donde no haya necrosis, a diferencia de las demás combinaciones de colores que se presentan en otros foliolos asociados a marchitez (Figura 5).

La Figura 11 muestra las características de las cinco palmas que presentaron Pudrición húmeda de estípite (PHE), que al igual a lo descrito por Albertazzi (2017),

se observó un exudado con olor desagradable en la parte basal del estípite.

Estas palmas fueron descartadas en el análisis estadístico por presentar una frecuencia baja, sin embargo, es muy importante conocer los síntomas característicos para poder diferenciarse de otras enfermedades.

Es necesario resaltar que la matriz permite organizar y describir detalladamente los síntomas presentes en cada estructura de la palma y se convierte en una herramienta de apoyo en campo, complementaria a pruebas que se puedan realizar en laboratorio según sea necesario, para un correcto reconocimiento.

**Tabla 17.** Reporte de varios autores en la caracterización de enfermedades

Enfermedad	Autor(es)	Características
Marchitez letal	Arango <i>et al.</i> (2011)	Secamiento foliar ascendente
		Secamiento de foliolos precedido de coloración amarillenta
	Acosta <i>et al.</i> (2001)	Foliolos lateralmente toman un color marrón que avanza por su margen, precedido de una coloración amarillenta
		Racimos podridos
		Frutos con fácil desprendimiento y pudrición a partir de la base
	Sánchez <i>et al.</i> (2003)	Pudrición de inflorescencias
		En algunos casos es posible encontrar un halo necrótico a lo largo del estípite
		Presencia muy frecuente de un halo variable en color, que va desde la base del estípite (de color crema oscuro) al bajo meristemo (de color crema oscuro a violáceo)
		Cambios de coloración en el estípite (de color crema a salmón)

**Figura 10.** Disposición de la afección en foliolos en palmas con ML



## Termometría infrarroja

Se registraron las temperaturas infrarrojas de las palmas enfermas identificadas y de las aparentemente sanas ubicadas a su alrededor.

Se realizó una prueba t de comparación de muestras independientes, cuyo análisis mostró los resultados presentados en la Tabla 18.

La temperatura infrarroja (TI) y la temperatura DIF (la diferencia entre la temperatura ambiente y

**Figura 11.**

Sintomatología palmas con Pudrición húmeda de estípite. A: SOH-SAsc-CHN; B: HSPA; C: GS; D: LCO; E: CAE-ZRE



**Tabla 18.** Resultados del análisis de prueba t

Valor	Estado					
	Enferma			Sana		
	TA	TI	DIF	TA	TI	DIF
n	26	26	26	25	25	25
Media	33,68	30,75	-2,7	33,58	28,96	-4,56
DE	1,93	1,36	1,52	1,95	1,36	1,41
p-valor	0,8538	<0,05**		0,8538	<0,05**	

TA: temperatura ambiental; TI: temperatura infrarroja; Dif: diferencia con el ambiente; \*\*altamente significativo.

la infrarroja) de las 26 palmas evaluadas, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas para ambos grupos de palmas. Las evaluadas con síntomas de marchitez presentaron una mayor temperatura infrarroja de 30,75 y -2,70 °C, con relación a las palmas aparentemente sanas que presentaron una temperatura de 28,96 y -4,56 °C, evidenciando una diferencia entre los grupos de 1,79 °C.

Cabe aclarar que la temperatura DIF de las medias no es igual a las diferencias entre la temperatura ambiente (TA) y la infrarroja (TI), pero muy cercana (decimales), debido a que la temperatura ambiente no es constante en el tiempo y se ve afectada por movimiento de corrientes de aire y al brillo solar del momento de la evaluación.

Estos resultados son similares a los publicados por Cayón *et al.* (2007), Romero (2012) y Arango *et al.* (2017) quienes encontraron que las palmas enfermas muestran valores superiores a 31 °C y las palmas aparentemente sanas, valores por debajo de 29 °C.

Romero *et al.* (2006), explican que la enfermedad ML causa un desbalance en las relaciones hídricas de la palma, ocasionando cierre de estomas y menor transpiración, que resultan en la inhabilidad para bajar la temperatura de la hoja y como consecuencia hacer que esta se eleve. Sin embargo, como se ha tratado anteriormente en este estudio, es posible que se hayan observado varias enfermedades en los casos evaluados, así que el aumento de temperatura no necesariamente es variable para una sola. Por lo tanto, esta medición se convierte en una herramienta importante si se realiza un seguimiento a la temperatura infrarroja a aquellas palmas enfermas que aún no ex-

presan algún tipo de síntoma, con miras al diagnóstico temprano de enfermedades.

## Conclusiones y reflexiones

La asociación de los síntomas resultantes del análisis de clasificación jerárquica (clúster), mostró varios disturbios, los cuales presentaron diferencias específicas en la coloración de folíolos y la afección en frutos.

La matriz de síntomas es una herramienta de apoyo que permite organizar las alteraciones presentes en hojas, folíolos, racimos, inflorescencias, raíces y estípites de una palma afectada, lo cual garantiza que se realice una correcta identificación de la enfermedad, basada en pruebas de laboratorio, de ser necesarias, que permitan la aplicación de los manejos preventivos adecuados.

La termometría infrarroja se convierte en una herramienta importante si se realiza un seguimiento a la temperatura del follaje y la diferencia existente con la temperatura ambiental, a aquellas palmas que aún no expresan algún tipo de síntoma, con miras a la identificación temprana de enfermedades.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las plantaciones Guaicaramo S. A. S., Palmas Casanare S. A. S., Palmar del Oriente S. A. S. e Inversiones los Maracos S. A. S., en especial a los ingenieros Mauricio Arango, Martha Lía Hernández, Gina Garzón, Freddy Suesca y a los colaboradores Ricardo Villa y Carlos Vaca, Adelmo Muñoz y Grimaldo Roa por su contribución en este trabajo.

---

## Referencias

- Acevedo, N., Buriticá, P., García, J. & Galvis, N. (2000). Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la Pudrición de cogollo en los Llanos Orientales de Colombia. *Palmas*, 21(2), 53-54.
- Acosta, A. & Calvache, H. (2001). Una Marchitez Vasculare, nueva enfermedad de la palma de aceite. *Ceniavances*, 85, 4p.

- Albertazzi, H. (2017). *Pudriciones basales del estípite en palma aceitera*. Recuperado de <https://docplayer.es/72152861-Pudriciones-basales-del-estipite-en-palma-aceitera-ing-agr-hector-albertazzi-l-msc-proteccion-de-cultivos.html>.
- Arango, M., Hernández, D., Bustillo, A. & Beltrán, J. (2017). *Termometría infrarroja como un método de diagnóstico temprano de palmas afectadas por la Marchitez letal*. Recuperado de [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/posteresrtnacional/17\\_Termometriainfrarroja\\_como\\_metodo\\_diagnostico\\_temprano\\_de\\_ML.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/posteresrtnacional/17_Termometriainfrarroja_como_metodo_diagnostico_temprano_de_ML.pdf).
- Arango, M., Rairán, N., Martínez, G. & Beltrán, J. (2011). *Reconocimiento y manejo de la Marchitez letal (ML) en palma de aceite*. Recuperado de [https://issuu.com/fedepalma/docs/gui\\_\\_a\\_de\\_marchitez\\_letal\\_](https://issuu.com/fedepalma/docs/gui__a_de_marchitez_letal_)
- Bécue, M. (2005). *Manual de introducción a los métodos factoriales y clasificación con SPAD*. Recuperado de <http://sct.uab.cat/estadistica/sites/sct.uab.cat/estadistica/files/manualSPAD.pdf>
- Cayón, G., Avellaneda, C. & Rodríguez, F. (2007). Aspectos fisiológicos asociados a la Marchitez letal de la palma de aceite. *Palmas*, 28, 373-381.
- Cenipalma. (2016). *Guía de bolsillo para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de la palma de aceite*. Bogotá: Cenipalma. 4p.
- Cornaire, B. (1994). Comportamiento de la palma de aceite bajo estrés hídrico. *Palmas*, 15(3), 61-64.
- Chinchilla, C. (2008). Las muchas caras de las pudriciones de cogollo (y de flechas) en palma aceitera y la importancia de un enfoque integral para su manejo. *ASD Oil Palm Papers (Costa Rica)*, 32, 11-23.
- De la Fuente, S. (2011). *Análisis conglomerados*. Recuperado de [http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Analisis\\_Cluster.pdf](http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Analisis_Cluster.pdf)
- Elliott, M. (2010). Marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum*. *Palmas*, 31(1), 367-375.
- Fedepalma. (2018b). *La palma de aceite en Colombia*. Recuperado de [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/semanariopalmero/publicaciones/Infograf%C3%ADa%20Colombia%202018%20en%20espa%C3%B1ol\\_baja.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/semanariopalmero/publicaciones/Infograf%C3%ADa%20Colombia%202018%20en%20espa%C3%B1ol_baja.pdf).
- Fedepalma. (2018). *Sistema de información estadística del sector palmero*. Recuperado de <http://sispa.fedepalma.org/sispaweb/>
- Flood, J. & Mepsted, R. (1990). Marchitez vascular de la palma africana: ¿un problema potencial para Malasia? *Palmas*, 12(1), 15-19.
- Franqueville H. & Diabaté, S. (1995). La fusariose du palmier á huile en Afrique de l'Ouest. *Plantations, recherche, développement* 2(4), 5-13.

- Franqueville, H. & Renard, J. L. (1990). Improvement of oil palm vascular wilt tolerance results and development of the disease at the R. Michaux plantation. *Oleagineux (Francia)*, 45, 399-403.
- Idris, A. S. (2013). Estado actual de la investigación y desarrollo (I+D) sobre *Ganoderma* en Malasia. *Palmas*, 34 (1), 100-116.
- Martins, H. E. (1990). *Contribuição ao conhecimento sobre "podrición de cogollo" PC de palma africana en Colombia*. Brasil: Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria. Mimeografiado sin publicar. 14p.
- Nieto, L. (1992). Síntomas y evolución del complejo Pudrición del cogollo de la palma de aceite en los Llano Orientales de Colombia. *Palmas*, 13(2), 68-73.
- Nieto, L. (1994). Pudrición basal del tallo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) causada por *Ganoderma* sp. *Palmas*, 15(2), 31-38.
- Renard, J. L. (1979). La fusariose du palmier a huile. Diagnostic en plantation. Methodes de lutte. *Oleagineux (Francia)*, 34, 59-63.
- Renard, J. & Quilic, G. (1985). Enfermedades destructoras de la palma africana en el África y Suramérica. *Palmas*, 6(1), 9-17.
- Rodríguez, M. & Mora, R. (2001). Análisis de correspondencia. En Rodríguez, M. J. y Mora-Catalá, R. *Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2001. ISBN 84-7908-638-6, pp. 43-56.
- Romero, H., Ayala, I. & Navia, E. (2006). Alteraciones fisiológicas en palmas afectadas por la Marchitez letal. *Ceniavances*, 140, 1-4.
- Romero, H. (2012). Uso de la temperatura foliar como indicador fisiológico temprano de la Marchitez letal (ML) en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Ceniavances*, 170, 1-3.
- Sánchez, A. (1966). Enfermedades del algodónero, del cocotero y de la palma africana en Colombia. *Acta Agronómica*, 16(1-2), 1-13.
- Sánchez, N., Fuentes, F., Torres, M., Rocha, P., Calvache, H. & Gómez, P. (2003). La Marchitez letal no es la Marchitez vascular africana causada por *Fusarium*. *Palmas*, 24(4), 9-20.
- SEFO. (2019). *Prueba "t" de Student*. Recuperado de <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Prueba-t-de-Student.pdf>
- Turner, P. (1981). *Oil palm diseases and disorders*. Kuala Lumpur: Oxford University Press, 297p.