

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE PALMAS DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq.) ENFERMAS CON PUDRICION DE COGOLLO EN LA ZONA PALMERA OCCIDENTAL**

**EDISON DELMAR BASTIDAS LOPEZ  
GABRIEL ESTEBAN ENRIQUEZ CASTILLO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO-NARIÑO  
2008**

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE PALMAS DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq.) ENFERMAS CON PUDRICION DE COGOLLO EN LA ZONA PALMERA OCCIDENTAL**

**GABRIEL ESTEBAN ENRIQUEZ CASTILLO**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Agroforestal**

**Director**

**SILVIO BASTIDAS PEREZ**

**M. Sc., Mejoramiento Genético Corporación Colombiana de Investigación  
Agropecuaria, CORPOICA - EL Mira**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO-COLOMBIA  
2008**

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE PALMAS DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq.) ENFERMAS CON PUDRICION DE COGOLLO EN LA ZONA PALMERA OCCIDENTAL**

**EDISON DELMAR BASTIDAS LOPEZ**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo**

**Director**

**SILVIO BASTIDAS PEREZ**

**M. Sc., Mejoramiento Genético Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA - EL Mira**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO-COLOMBIA  
2008**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Silvio Bastidas**  
Presidente de Tesis

---

**Tulio Cesar Lagos**  
Jurado Delegado

---

**Luís Alfredo Molina**  
Jurado

---

**Jaime Benavides**  
Jurado

**San Juan de Pasto, Marzo de 2008**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son  
responsabilidad exclusivas de sus autores”**

**Artículo 1ª del acuerdo No.324 de octubre 11 de 1996,  
emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño**

**DEDICO A:**

Dios por dar un propósito en mi vida

Mi padre por ser un impulso y apoyo en el desarrollo de mis metas

Mi madre por ser mi formadora del valor de la perseverancia

Mi hermana y hermano por el apoyo y amistad que me han brindado durante el transcurso de mi vida.

**EDISON DELMAR BASTIDAS LOPEZ**

**DEDICO A:**

Mi hija Gabriela Estefanía; mi chiquita, eres mi vida, este logro es para ti

Mami, mi “vieja”, gracias por ser la fuente de amor, sabiduría y comprensión en mi vida

Papa gracias por tu apoyo y por enseñarme las cosas buenas de la vida

Sofía, mi “mana” gracias por estar siempre impulsándome a seguir

Milena, siempre supe que estabas ahí apoyándome, a pesar de las dificultades

A todos mis familiares y amigos.

**GABRIEL ESTEBAN ENRIQUEZ CASTILLO**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Los autores expresan sus agradecimientos a:**

**JOAQUIN PALOU, Gerente general Palmas de Tumaco S.A.**

**FERNANDO RODRIGUEZ, Subgerente agrônômico Palmas de Tumaco S.A**

**ÁLVARO MARTINEZ CORDOBA I.A. Superintendente Palmas de Tumaco S.A.**

**WILLIAM DE JESUS ORTIZ DE LA CRUZ. Director Estación Experimental  
CORPOICA El Mira**

**SILVIO BASTIDAS PEREZ I.A M. Sc., Investigador Mejoramiento Genético  
Corporación Colombiana de Investigación CORPOICA Estación Experimental  
El Mira Tumaco**

**TULIO CÉSAR LAGOS I.A Ph.D., Docente Facultad de Ciencias Agrícolas,  
Universidad de Nariño**

**HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR, I.A., M.Sc., Docente facultad de ciencias  
Agrícolas, Universidad de Nariño**

**PALMAS DE TUMACO S.A**

**CORPOICA Estación Experimental El Mira**

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**Todas aquellas personas que contribuyeron con la realización del presente  
trabajo.**



## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
SUMARY	16
INTRODUCCIÓN	17
1. REVISIÓN DE LITERATURA	19
1.1 IMPORTANCIA DE LA PALMA DE ACEITE	19
1.2 COMPLEJO DE PUDRICIÓN DE COGOLLO	19
1.2.1 Importancia de la enfermedad	20
1.2.2 Descripción de síntomas	21
1.3 CRONOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD EN COLOMBIA	21
1.3.1 Cronología de la enfermedad en otros países Suramericanos	23
1.4 HIPÓTESIS SOBRE FACTORES ABIÓTICOS	24
1.4.1 Factores climáticos	24
1.4.2 Factores físicos de los suelos	25
1.4.3 Factores químicos de los suelos	26
1.5 HIPÓTESIS SOBRE FACTORES BIÓTICOS	26
1.5.1 Insectos	27
1.5.2 Hongos y bacterias	28
1.5.3 Virus, viroides, fitoplasmas	29
1.5.4 Nematodos	29
1.6 RECOMENDACIONES BASADAS EN RESULTADOS	30
2. MATERIALES Y METODOS	32

<b>2.1 LOCALIZACIÓN</b>	<b>32</b>
<b>2.2 GENOTIPOS EVALUADOS</b>	<b>32</b>
<b>2.3 MÉTODOLÓGÍA</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1 Medidas vegetativas y parámetros de crecimiento</b>	<b>33</b>
<b>2.3.2 Características de las hojas e inflorescencias juveniles (Interiores)</b>	<b>39</b>
<b>2.3.3 Características relacionadas con los signos y síntomas de la enfermedad</b>	<b>41</b>
<b>2.3.4 Estimación de algunos parámetros de crecimiento</b>	<b>43</b>
<b>3. DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	<b>45</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>46</b>
<b>4.1 VARIABLES CUANTITATIVAS</b>	<b>46</b>
<b>4.1.1 Análisis por componentes principales (ACP)</b>	<b>46</b>
<b>4.1.2 Clasificación jerárquica de los descriptores cuantitativos de las palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo</b>	<b>52</b>
<b>4.2 VARIABLES CUALITATIVAS</b>	<b>59</b>
<b>4.2.1 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)</b>	<b>59</b>
<b>4.2.2 Clasificación jerárquica de los descriptores cuantitativos de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo</b>	<b>66</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
<b>Tabla 1.</b> Microorganismos asociados con la enfermedad pudrición del cogollo, investigador postulante y año de postulación del agente causal	27
<b>Tabla 2.</b> Valores estimados de la matriz de correlación y varianza explicada, resultante de ACP realizado para características cuantitativas	46
<b>Tabla 3.</b> Matriz de correlación entre el factor o componente principal y 36 variables cuantitativas de la correlación de plantas sanas y enfermas asociadas a los tres primeros componentes	48
<b>Tabla 4.</b> Identificación de los materiales que conforman cada uno de los tres grupos en que se dividió la colección, con base en las variables cuantitativas	54
<b>Tabla 5.</b> Descripción de los grupos o clases conformadas en el ACP de la colección de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo	55
<b>Tabla 6.</b> Distribución de la variabilidad de la colección de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo, resultante del ACM para variables cualitativas	61
<b>Tabla 7.</b> Contribución de las variables cualitativas de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo a la variabilidad de los genotipos	63
<b>Tabla 8.</b> Moda de los materiales que conforman cada uno de los dos grupos en que se dividió la colección, con base en las variables cualitativas	69

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1.</b> Lote afectado con pudrición de cogollo	20
<b>Figura 2.</b> <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Thielaviopsis sp</i>	29
<b>Figura 3.</b> Ataque de larvas de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> )	31
<b>Figura 4.</b> Fruto de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq., tipo Ténera	34
<b>Figura 5.</b> Comparación del raquis con la carta de colores de Munsell	36
<b>Figura 6.</b> Pudrición de cogollo	42
<b>Figura 7.</b> Plano factorial, que indica la correlación entre 36 Variables cuantitativas y los factores 1 y 2	51
<b>Figura 8.</b> Dendograma generado por la expresión de las características cuantitativas en cada uno de los 16 materiales genéticos en estudio, considerando palmas enfermas y palmas sanas en cada material	53
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica de la contribución de las variables cualitativas a la interacción de los genotipos sanos y enfermos con pudrición de cogollo	65
<b>Figura 10.</b> Dendograma generado por la expresión de las características cualitativas en cada uno de los 8 materiales genéticos en estudio, considerando palmas enfermas y palmas sanas en cada material	68

## RESUMEN

La investigación se realizó en lotes de palma de aceite de la empresa Palmas de Tumaco S. A. y CORPOICA Estación Experimental El Mira ubicadas en la zona palmera occidental, con el propósito de identificar características indicadoras de palmas potencialmente predispuestas a la enfermedad pudrición del cogollo.

Durante la investigación se utilizaron palmas de diferente origen genético. Por cada tipo de material genético fueron caracterizadas en campo cuatro palmas enfermas y dos sanas, de acuerdo con 36 descriptores cuantitativos y 11 cualitativos, correspondientes a medidas vegetativas y parámetros de crecimiento.

Los datos cuantitativos obtenidos en campo, se analizaron mediante un Análisis por Componentes Principales (ACP) y los datos cualitativos con un Análisis por Correspondencias Múltiples (ACM), metodologías que permiten establecer diferencias entre materiales y formar grupos mediante clasificación jerárquica.

Los ACP y los ACM no permitieron identificar una característica cualitativa o cuantitativa, capaz de diferenciar una palma sana de una enferma, pero fueron sensibles para diferenciar materiales, independiente de su estado sanitario.

Según los ACP, los tres primeros componentes explican 83.1% de la variabilidad observada en los materiales genéticos. De los tres grupos formados por la expresión de las características cuantitativas, el Grupo 1 conformado por mayoría de genotipos, presenta mayor vigor en: número de inflorescencias femeninas y racimos; materia seca vegetativa; tasa de crecimiento del tallo en peso, en volumen y en altura; peso seco de los racimos y producción de racimos por palma

año. Según los ACM, las cuatro primeras correspondencias explican 56.3% de la variabilidad, indicando que el poder discriminante de las variables cualitativas es bajo. Los 2 grupos formados con las variables cualitativas se diferencian por que cada uno manifiesta un estado contrastante de las características doble estado.

**PALABRAS CLAVES.** Pudrición de cogollo, Palmas, Análisis de Componentes Principales, Análisis de Correspondencias Múltiples.

## SUMARY

The investigation was carried out in oil palm lots of the Palmas de Tumaco S. A. Plantation and CORPOICA Estación Experimental El Mira, located in the area western palm, with the purpose of identifying characteristic indicative of palms potentially predisposed to the illness rot heart.

Palms of different genetic origin were used during the investigation. For each type of genetic material they were characterized in field 4 sick palms and 2 healthy, in accordance with 36 quantitative describers and 11 qualitative, corresponding to vegetative measures and parameters of growth.

The quantitative data obtained in field, were analyzed by means of an Analysis of Main Components and the qualitative data with an Analysis of Multiple Correspondence methodologies that allow to establish differences among materials and to form groups by means of hierarchical classification.

The Analysis of Main Components and the Analysis of Multiple Correspondence didn't allow to identify a qualitative or quantitative characteristic, able to differentiate a healthy palm of a sick, but they were sensitive to differentiate materials, independent of their sanitary state.

According to the Analysis of Main Components, the first 3 components explain 83.1% of the variability observed in the genetic materials. Of 3 groups formed by the expression of the quantitative characteristics, the Group 1 conformed by majority of genotypes present bigger vigor in: number of feminine inflorescences and bunches; vegetative dry matter; rate of growth of the shaft in weight, in volume and in height; weigh dry of the bunches and production of bunches for palm year.

According to the Analysis of Multiple Correspondence the first 4 correspondences explain 56.3% of the variability, indicating that the discriminate power of the qualitative variables was low. The 2 groups formed with the qualitative variables differ for that each one apparent a contrasting state of the characteristics double state.

**KEY WORDS.** *Rot Heart, Palms, Analysis of Main Components, Analysis of Multiple Correspondence.*



## INTRODUCCION

La agroindustria de la palma de aceite es una de las actividades más promisorias para el futuro de Colombia sin embargo, esta agroindustria está perdiendo competitividad debido al fuerte impacto de diversos factores limitantes de orden tecnológico, esta problemática se agrava por la acción de problemas fitosanitarios, siendo uno de los más importantes el complejo de pudrición de cogollo (CPC) que está incrementándose peligrosamente en las zonas palmeras oriental y occidental.

Esta situación ha motivado el incremento de investigaciones tendientes a disminuir el impacto económico de la enfermedad, fruto de ello es la existencia de amplia información sobre el estado del arte con respecto a la naturaleza patogénica de la enfermedad, como la identificación de agentes causales y posibles vectores, factores abióticos predisponentes, medios de control y otros agentes causales asociados. Algunos resultados restan importancia a la acción de los insectos con la presencia de la enfermedad, otros identifican hongos posiblemente relacionados con la enfermedad como son *Fusarium oxysporium*, *Fusarium concolor*, *Thielaviopsis* sp, sin embargo ninguna acción investigativa ha generado certeza directa de la causalidad de la enfermedad.<sup>1</sup>

El complejo pudrición del cogollo; está causando mayor impacto en la zona occidental, con tendencia a incrementarse, puesto que la incidencia acumulada hasta agosto de 2007 se estimó en 52.5%<sup>2</sup> y con más del 95% de los predios

---

<sup>1</sup> CENIPALMA. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo en la zona occidental. San Andrés de Tumaco, Colombia 2006. p.5. CD ROM

<sup>2</sup> HURTADO, R.; MERCADO, H. Determinación del número de hectáreas afectadas por PC y porcentaje de incidencia. Taller técnico científico sobre avances y resultados en los procesos de investigación y manejo del complejo pudrición del cogollo en Tumaco. San Andrés de Tumaco, Colombia. Octubre 24 y 25 de 2007. CD ROM

afectados, con el agravante que ya se notan variantes a la enfermedad, tanto en su forma de manifestación como en su virulencia, bajo estas circunstancias se espera que el impacto económico sea cada vez más significativo.

En el desconocimiento de la etiología de la enfermedad se buscó asociar este disturbio con algunas características fenotípicas y parámetros de crecimiento de la planta, lo cual, sin lugar a dudas conduciría a buscar formas alternativas para su manejo, con reducción significativa de costos; porque se podrían asociar características indicadoras de palmas potencialmente predispuestas a la enfermedad con la alta probabilidad de ser atacada por el complejo pudrición de cogollo sobre la cual se enfocarían todos los esfuerzos preventivos para evitar su ocurrencia.

Por esta razón se propuso como objetivos los siguientes: caracterizar mediante descriptores vegetativos y parámetros de crecimiento palmas de aceite de diferente origen genético con presencia y ausencia de la enfermedad pudrición del cogollo, en procura de identificar características indicadoras de palmas potencialmente predispuestas a la enfermedad en el municipio de Tumaco, zona palmera occidental, y caracterizar morfológicamente palmas de aceite sintomáticas y asintomáticas pertenecientes a diferentes materiales genéticos e identificar características relacionadas con la susceptibilidad a la enfermedad pudrición de cogollo en la zona palmera occidental.

## **1. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.1 IMPORTANCIA DE LA PALMA DE ACEITE**

El cultivo de palma de aceite es de gran importancia en Colombia, por ser el cultivo que más aceite y energía producen por hectárea. Aporta el 70% de la producción total en aceites vegetales.

Por su adaptación a zonas de altas precipitaciones y suelos de baja fertilidad, se siembra en zonas marginales. El establecimiento de las plantaciones en estas áreas, representa generación de empleo, implementación de obras de infraestructura y mejoramiento del nivel de vida.<sup>3</sup>

### **1.2 COMPLEJO DE PUDRICIÓN DE COGOLLO**

El complejo de pudrición de cogollo (CPC) de la palma de aceite, conocido también como pudrición de cogollo o amarillamiento fatal, es la enfermedad más importante del cultivo de palma de aceite en america.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> BERNAL, N.F. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. Fedepalma. Bogota DC. 2004. p.8.

<sup>4</sup> WOUTER,G.S; ROCHA DE SOUZA, R.L. Amarillamiento fatal o pudrición de cogollo en Denpasa, Brasil. En Revista Palmas, Vol12. Nº 2. 1991.p18-22.

**Figura 1.** Lote afectado con pudrición de cogollo



**Fuente:** Enríquez y Bastidas, PALMACO, 2007

**1.2.1 Importancia de la enfermedad** La pudrición de cogollo es hasta ahora la enfermedad más grave que se ha presentado en las plantaciones de palma de aceite de Suramérica. En 1995 después que la enfermedad dejó de considerarse letal en la zona oriental colombiana, se calcularon pérdidas de alrededor de los 6 millones de dólares. En 1997 los costos de manejo se calcularon en \$ 60.000 por ha año.

La enfermedad causó el 37% de disminución en los rendimientos después de 14 meses de la infección.

En 2005 se estimaron incrementos entre el 4 y 6% en los costos de producción por

tonelada de Aceite por efectos de la enfermedad.<sup>5</sup>

**1.2.2 Descripción de síntomas** A nivel de campo, la pudrición de cogollo se diagnostica con base en los síntomas característicos que presentan las palmas afectadas y que han sido descritos por varios investigadores, entre ellos, Jiménez<sup>6</sup> y Nieto<sup>7</sup> como son:

Decoloración de los folíolos de las hojas del tercio superior, acompañado de secamiento del ápice de los folíolos de las hojas bajas; pudrición de flecha (hoja sin abrir) que compromete a una ó más de las flechas, pero por encima de meristemo apical; presencia de olor fétido; pudrición de los primordios foliares agrupados en el cogollo; en algunas ocasiones se presenta acortamiento de las hojas de la corona. A nivel interno se observa necrosamiento de haces vasculares.

### 1.3 CRONOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD EN COLOMBIA

Tovar<sup>8</sup> hace un recuento histórico de la enfermedad pudrición de cogollo del cual se toma gran parte de esta revisión de literatura. El investigador informa que la enfermedad fue reportada en Colombia por primera vez en la Plantación La Arenosa, región de Urabá, departamento de Antioquia en el año 1964, afectando

---

<sup>5</sup> CENIPALMA. Op.cit.,p.18

<sup>6</sup> JIMÉNEZ, O. D. Pudrición de cogollo en la palma aceitera en la región de Tumaco, Colombia. En: Revista Palmas, Vol 12, Nº 2. 199. p.26-28.

<sup>7</sup> NIETO, P. L.. Complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). En: Revista Palmas, Vol14. Nº 1. 1993. p.37-41.

<sup>8</sup> TOVAR, M. Historia e importancia de la pudrición del cogollo de la palma de aceite. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo (PC) en la zona occidental. San Andrés de Tumaco.2006. p.10. CD ROM

un total de 2800 has. En un corto periodo de 10 años, solo quedaban en pie 850 has, las cuales finalmente fueron devastadas. El impacto de la enfermedad fue tan grave que esta región desapareció como zona palmera hasta hace pocos años cuando se reiniciaron las siembras.

Después de Urabá, la enfermedad se volvió a reportar en 1970 afectando pocas palmas en la zona oriental, mientras que en la zona occidental fue reportada por primera vez por el Instituto Colombiano Agropecuario en 1985 atacando cultivos jóvenes en etapa productiva. Estos reportes señalaban que la enfermedad era de características letales.

En 1988 reapareció en la hacienda La cabaña en la zona oriental con incidencias crecientes y en ese momento considerada letal. Entre 1989 y 1990 se erradicó el 18% de la plantación.

En 1996 en algunas plantaciones de la zona oriental se reportó hasta el 35% de incidencia, pero las palmas enfermas mostraban algunos síntomas de recuperación, siendo este uno de los primeros reportes sobre que la pudrición de cogollo puede ser manejable.<sup>9</sup>

En la plantación Palmar de Oriente la enfermedad se presentó por primera vez en 1989, pero después de varias investigaciones sobre recuperación en 1994 se ordena suspender las erradicaciones de palmas enfermas porque la enfermedad muestra características no letales.<sup>10</sup>

Como se dijo antes, en la zona occidental se reportó por primera vez en 1985, luego la enfermedad apareció en 1995 en diferentes plantaciones de la región.

---

<sup>9</sup> NIETO,L; GOMEZ,C ; LOZANO, T. Identificación y reproducción del complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*) En: Revista Palmas. Vol 22. No.1.1996 p.63-68.

<sup>10</sup> TOVAR, M. Op. cit.,p.14

Datos recopilados por Torres y Betancourt,<sup>11</sup> en las plantaciones Astorga, Salamanca, Manigua, Santa fe, Santa Elena y La Miranda indican niveles de incidencia acumulada para el año 2005, que varían según la plantación entre 0.1 y 0.9%, concluyendo que la enfermedad está presente en toda la zona palmera occidental.

Las últimas cifras reportadas por para la zona occidental son alarmantes, puesto que la incidencia acumulada hasta julio del 2005 fue del 3%, mientras que en los dos primeros meses del 2006 las incidencias mensuales variaron entre 0.1 y 3.5%<sup>12</sup> esto significa la muerte mensual de cinco (5) palmas por hectárea, de mantenerse la tendencia cada año se enfermarían 60 palmas, casi media hectárea.

**1.3.1 Cronología de la enfermedad en otros países Suramericanos** En Brasil los primeros casos aparecieron en 1974 en la Plantación Denpasa, en lotes de 8 años de edad, aunque inicialmente fueron unos pocos casos; entre 1988 y 1990 los focos de dispersión fueron tan grandes que hubo necesidad de erradicar 2000 has (37.7%) de las 5300 has de la plantación. La plantación fue cerrada a finales del 2000, al desaparecer gran parte de la plantación. En Brasil a este complejo se lo llama Amarillamiento Fatal.<sup>13</sup>

En Ecuador los primeros casos se presentaron en 1976 en la zona costera en plantaciones de tres a cuatro años de edad. Pero con características especiales,

---

<sup>11</sup> TORRES, S. J. L.; BETANCOURT, M. F. Situación actual de la pudrición del cogollo (PC) en la zona occidental. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo en la zona occidental. San Andrés de Tumaco. 2006. CD ROM

<sup>12</sup> CENIPALMA., Op. cit.,p.19

<sup>13</sup> GOMEZ P. L. Estado actual de la investigación sobre pudrición de cogollo. En: Revista Palmas. Bogotá. Colombia.. Vol.16. N° 1. 1995. p.9-23.

puesto que el problema se mantuvo en niveles no económicos e incluso algunas palmas se recuperaban.

En 1979 se registró por primera vez en la cuenca amazónica ecuatoriana atacando palmas de dos años, en las plantaciones Palmeras del Ecuador y Palmoriente. En la actualidad aun cuando se convive con el problema los costos de manejo son muy altos

En Surinam se reportó por primera vez en 1976 atacando palmas de cuatro años de edad en la plantación de 1700 has, llamada Victoria. En Surinam la enfermedad es de carácter letal, igual que en Brasil y Ecuador, puesto que hacia 1992 ya había causado el 85% de muertes, equivalentes a 1440 has. Según la FAO de 5425 hectáreas sembradas en 1990 solo quedaban 40 en el año 2000 y parte de estas muertes fueron atribuidas a la Pudrición de Cogollo.<sup>14</sup>

## **1.4 HIPÓTESIS SOBRE FACTORES ABIÓTICOS**

**1.4.1 Factores climáticos** El régimen de precipitación influye directamente en la incidencia de la enfermedad, puesto que esta aumenta durante los periodos de alta precipitación y disminuye en épocas secas.

La enfermedad guarda una aparente relación inversa con la radiación solar, siendo más frecuente la enfermedad en las regiones con bajo brillo solar.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> TOVAR, M. Op. cit.,p.21.

<sup>15</sup> SIWINBURNE, T.R et al. Informe de la revisión externa de la investigación de pudrición de cogollo de la palma de aceite que ha venido realizando Cenipalma. En: Revista palmas. Vol.17.Nº2.1996 .p.81-86



**1.4.2 Factores físicos de los suelos** Investigaciones realizadas por Acosta y Munevar, <sup>16</sup> indican que la presencia de la enfermedad es mayor donde existen las siguientes limitantes físicas en el suelo:

- Presencia de arcillas en el horizonte superficial, compactación y baja conductividad hidráulica.
- En los focos con la enfermedad generalmente se presenta un manto de agua suspendido en capas de arcilla que mantiene húmeda la zona radicular por más tiempo, debido al movimiento lento del agua, que a su vez causa baja renovación de oxígeno y lenta eliminación de posibles metabolitos tóxicos.
- Toda condición física que limite la aireación del suelo predispone al cultivo con respecto a la enfermedad.
- Suelos con textura arcillosa; compactados, con baja porosidad, conductividad hidráulica lenta y mal drenaje son propensos a tener focos de la enfermedad.
- La tasa de crecimiento de la enfermedad, se encuentra directamente relacionada con la saturación de aluminio (Al), magnesio (Mg), y potasio edáfico (K). En general, los suelos rectifican las relaciones entre el suelo y el progreso de la enfermedad.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> ACOSTA, A.; MUNEVAR, F.. Efecto de las propiedades físicas y el contenido de nutrientes en el suelo en la pudrición de cogollo en palma aceitera. En: Instituto de la Potasa y el Fósforo INPOFOS A. S. Informaciones Agronómicas Vol. 5 N°9.2005. p 1 – 5.

<sup>17</sup> CRISTANCHO R,J; Et al. Relación entre la saturación de Al, Mg, K y la tasa de crecimiento de la pudrición de cogollo de la palma de aceite en la zona oriental Colombiana. En: Revista Palmas. Vol 28. No.1.p. 25- 35.

**1.4.3 Factores químicos de los suelos** La baja disponibilidad de nutrientes en el suelo predispone a la planta contra la enfermedad. Los desbalances nutricionales en el suelo o en la planta predisponen al cultivo con respecto a la enfermedad. Ensayos de nutrición mineral dirigidos en Ecuador en los años ochenta no mostraron ningún efecto significativo que permitan relacionar el efecto de los abonos a la Pudrición de Cogollo.

Ensayos con abonos en Denpasa, Brasil demostraron que N, P, K, Mg o Ca no intervenían en la predisposición de la planta a Pudrición de Cogollo. El conjunto de resultados sobre ensayos con nutrientes sugieren que los elementos mayores no tienen efecto en el desarrollo de la enfermedad, pero que los elementos menores podrían efectivamente jugar un papel en su expresión.<sup>18</sup>

## **1.5 HIPÓTESIS SOBRE FACTORES BIÓTICOS**

Las hipótesis con respecto al agente causal de la enfermedad son muy variadas, la mayoría de ellas asocian a especies de hongos como los causantes de la enfermedad en tanto que otras lo atribuyen a los virus; en secuencia cronológica se han postulado los siguientes agentes bióticos (*Tabla 1*) como causantes de la enfermedad.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> NIETO, P. Op. cit., p.15-19.

<sup>19</sup> CENIPALMA. Op.cit., p. 26.

**Tabla 1.** Microorganismos asociados con la enfermedad pudrición del cogollo, investigador postulante y año de postulación del agente causal

<b>Año</b>	<b>Investigador</b>	<b>Agente causal</b>
1967	Sánchez Potes	<i>Fusarium sp.</i>
1974	Ochoa, Bustamante	<i>F. moniliforme</i>
1977	Figuroa	<i>F. oxysporum; F. roseum</i>
1981	Venez	<i>Fusarium spp.</i> Y 11 hongos más
1983	U. Dusseldorf	<i>Virus y tiroides</i>
1983-86	Renard	<i>Hongos y Bacterias</i>
1984-87	Mollet	<i>Hongos y Bacterias, Virus</i>
1986	Pertuis	<i>Insectos vectores de virus</i>
1986	Chávez	<i>Fusarium sp. Phoma sp. Colletotrichum</i>
1990	Martins	<i>Fusarium</i>
1991	Renard	<i>F. Solani, F. Oxysporum</i>
1991	Nieto, Gómez	<i>F. Solani, Thielaviopsis sp</i>
1993	Buitrago	<i>F. solani, F. oxysporum, Thielaviopsis sp</i>

**Fuente:** CENIPALMA. 2006

**1.5.1 Insectos** Todos los trabajos realizados muestran que se pueden descartar la hipótesis del vector aéreo en el caso de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Homóptera. Sin embargo, otros grupos de artrópodos, como los ácaros, por

ejemplo, pueden estar implicados en la transmisión de una enfermedad, pero ningún estudio científico ha sido llevado a cabo.<sup>20</sup>

**1.5.2 Hongos y bacterias** Se sospecha frecuentemente que las pudriciones son provocadas por hongos ó bacterias. Reinking citado por De Franqueville<sup>21</sup>; intentó identificar microorganismos asociados a la pudrición del cogollo en la región de Almirante en Panamá. El descubrió la existencia de bacterias, *Fusarium moniliforme* y un posible *Phytophthora*. En el momento, Reiniking consideró que el ultimo era presumiblemente el agente causal de la enfermedad, por analogía con la pudrición del cogollo del coco ya largamente descrita en la época en el Caribe.

Un poco después, en África Central se señala la asociación entre *Phytophthora palmivora*, *Bacillus coli* y la pudrición de cogollo encontrada en las plantaciones de palma aceitera en la provincia de Coquilhatville en el Congo Belga, se percibió una fuerte asociación entre la pudrición del cogollo, las bacterias y los *Fusarium*, principalmente *F. solani*, *F. oxysporium*, y *F. roseum*. La inoculación artificial de estos diferentes microorganismos ha terminado sin resultados

En América Latina, en Turbo, los aislados microbiológicos han mostrado el predominio de cepas de *Fusarium* y bacterias en los tejidos enfermos. Los esfuerzos por inocular artificialmente estos microorganismos, separadamente o asociados, no han podido reproducir los síntomas de la enfermedad.

Se mencionan centenas, quizás millares de aislamientos realizados en Ecuador o Brasil, por los equipos de Cirad y sus socios, solo raramente han conseguido

---

<sup>20</sup> GOMEZ P. L. Op.cit.,p.9-23.

<sup>21</sup> De FRANQUEVILLE. H. La pudrición del cogollo de la palma aceitera en América latina; revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. Cirad.-Departamento de cultivos perennes.2001. p.16.

obtener cultivos de *Thielaviopsis sp* y en consecuencia nada permitirá asociar este hongo a la PC en estos países.

Es por consiguiente razonable cuestionar la verdadera especificidad de estos microorganismos. Cada uno de ellos pertenece a especies que, bajo otras condiciones y bajo otras latitudes, pueden comportarse como peligrosos patógenos, pero ninguno ha cumplido los postulados de Koch, salvo de recurrir a heridas o de choques fisiológicos más o menos traumáticos.<sup>22</sup>

**Figura 2.** *Fusarium oxysporum* y *Thielaviopsis sp*



**Fuente:** FEDEPALMA

**1.5.3 Virus, viroides o fitoplasmas** El IRHO (ahora CIRAD) destinó importantes recursos en investigaciones en virología entre 1983 y 1990, empleando cultivos in vitro, microscopía electrónica y estudio de ácidos nucleicos. En estos estudios no fue posible observar fitoplasmas o virus, pero la hipótesis aun no esta descartada.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Ibid.,p.17.

<sup>23</sup> Ibid.,p19-21.

**1.5.4 Nematodos** Varios ensayos de transmisión con *Helicotylencus* sp. y *Trichodorus* sp (nematodos encontrados en el suelo) no produjeron ningún resultado; también se estudió el ambiente circundante para asociarlo con la enfermedad pero no se encontró relación alguna entre las poblaciones de nematodos y la pudrición de cogollo<sup>24</sup>.

## **1.6 RECOMENDACIONES BASADAS EN RESULTADOS**

Con base en los estudios realizados en diferentes plantaciones y por investigaciones realizadas por Cenipalma ahora se recomienda aplicar las siguientes prácticas agronómicas para minimizar el impacto de la pudrición de cogollo, sin que esto signifique que ya se ha dado solución al problema, estas son:

Establecer nuevas siembras únicamente en áreas que reúnan las condiciones agroecológicas para el cultivo:

- Estudiar en detalle los suelos de los predios que se incorporen al cultivo.
- Realizar todas las prácticas de adecuación necesarias para facilitar la aireación del suelo y su drenaje antes del establecimiento del cultivo.
- Utilizar los correctivos y fertilizantes que sean técnicamente necesarios antes de la siembra.
- Seleccionar el sistema de ahoyadura y siembra que más convenga, según las características del suelo y del clima.

---

<sup>24</sup>Ibid.,p.21.

- Utilizar para la siembra solamente plántulas vigorosas y en estado sanitario óptimo, provenientes de viveros de alta calidad y de semillas de origen y calidad garantizados.
- Fertilizar el cultivo adecuadamente según su edad, las condiciones del suelo, los niveles de productividad esperados y demás criterios técnicos.
- Mantener el balance nutricional del cultivo en sus diferentes etapas.
- Seleccionar adecuadamente los fertilizantes de tal manera que se apliquen fuentes efectivas y evitar que se induzcan desbalances nutricionales.
- Evaluar periódicamente las condiciones físicas del suelo.
- Realizar prácticas de manejo para controlar problemas secundarios como es el caso de la Gualpa (*Rhynchophorus palmarum*).<sup>25</sup>

**Figura 3.** Ataque de larvas de (*Rhynchophorus palmarum*)



**Fuente:**Enríquez y Bastidas. PALMACO 2007

---

<sup>25</sup>GOMEZ P. L.Op.cit.,9-23

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 LOCALIZACIÓN**

La investigación se realizó en predios y lotes de palma de aceite de la empresa Palmas de Tumaco S.A. y la Estación Experimental CORPOICA El Mira, ubicadas en la zona palmera occidental, sobre la costa del pacífico Nariñense a 40 Km del puerto marítimo del municipio de Tumaco. Estas dos plantaciones están ubicadas respectivamente entre 1°31'44.8" y 1°32'58" de Latitud Norte y 78°44'16.8" y 78°41'21" de Longitud Oeste; donde predominan las siguientes condiciones de clima: precipitación: 3000 mm/año; temperatura promedio 26°C; altitud: 30 msnm; humedad relativa: 88% y brillo solar: 1008 horas sol/año.<sup>26</sup>

### **2.2 GENOTIPOS EVALUADOS**

El material disponible para la presente investigación correspondió a palmas de aceite de diferente edad (fecha de siembra) y diferente origen genético, sembradas a 9 metros entre palma y palma en triángulo, ubicadas en diferentes lotes de la plantación Palmas de Tumaco S. A y Corpoica Estación Experimental El Mira.

---

<sup>26</sup> PALMAS DE TUMACO S.A. Informes plantación estación metereológica y oficina SIG. 2007



## 2.3 MÉTODOLÓGIA

En la caracterización se tomo en cuenta la edad del cultivo y el origen genético de los materiales. Por cada tipo de material se caracterizaron cuatro palmas enfermas y dos sanas como testigo. Tanto las palmas susceptibles al complejo pudrición de cogollo, como las palmas sanas (tolerantes, resistentes o escapes) se calificaron en campo de acuerdo con los siguientes descriptores cuantitativos y cualitativos, correspondientes a medidas vegetativas<sup>27</sup> y parámetros de crecimiento.<sup>28</sup>

**2.3.1 Medidas vegetativas y parámetros de crecimiento** En este trabajo se tomaron en consideración los siguientes conceptos: medidas vegetativas son todas aquellas variables que se tomaron directamente de la palma, quedando listas para los análisis respectivos y parámetros de crecimiento son aquellas variables que no se pudieron tomar directamente de la planta, sino que requieren transformarse para su análisis.

- **Edad de la palma:** (Años) después de la siembra en campo.
- **Tipo:** (Dura, Ténera) se partió y se clasifico mediante la observación de un fruto. El fruto tipo Dura tiene cuesco grueso y fibras dispersas en la pulpa, el fruto tipo Ténera tiene cuesco delgado y un anillo de fibras alrededor del cuesco.

---

<sup>27</sup> ENGELS, J. ; MORERA, M. Lista de descriptores del Pejibaye (*Bactris gasipaes*) usados en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 1980. 10p

<sup>28</sup> CORPOICA. Curso cultivo e investigación del chontaduro (*Bactris gasipaes* K.) para fruto y palmito. Centro de investigación El Mira. Tumaco. Colombia. 1996. 83p.

**Figura 4.** Fruto de *Elaeis guineensis* Jacq. tipo Ténera



**Fuente:** FEDEPALMA

- **Origen del material:** (Casa productora) consistió en indicar el nombre comercial del material.
- **Producción estimada por palma:** este descriptor se estimó con base en la producción del lote donde estuvo la palma, clasificando las palmas en producción baja, media y alta.
- **Tasa de crecimiento del tallo:** (cm./año): se estimó con la fórmula:

$$\text{Tasa de crecimiento} = (\text{altura del tallo} / (\text{edad de la palma} - 2))$$

- **Diámetro del tallo:** se midió en cm., sin las bases peciolares. Como en el estudio se encontró palmas de diferente edad y altura, entonces esta medida se hizo a 50 cm. del suelo.
- **Número de flechas sin abrir:** se contó el número de flechas visibles sin abrir.

- **Forma de la corona:** (Forma plumero, Circular, Semicircular, Paraguas) se identifico el tipo de corona presente de cada palma en estudio.
- **Dirección filotáxica:** (Izquierda, derecha) se ubico en frente a la hoja uno, se identifico la dirección de las espirales de crecimiento. En este estudio palma derecha es aquella en que las hélices bajan de izquierda hacia el suelo a la derecha y viceversa.
- **Número hojas por palma:** se cuenta el número de hojas presentes en la corona de cada palma.
- **Longitud del pecíolo de la hoja 25:** se midió en cm., desde la unión de la hoja con el tallo hasta donde el pecíolo se transforma en raquis (punto de inserción del último foliolo).
- **Longitud del raquis de la hoja 25:** se midió en cm. desde el punto de inserción del último foliolo hasta el ápice del raquis.
- **Número de foliolos en la hoja 25:** se contó el número de foliolos por un lado del raquis multiplicado por dos.
- **Largo promedio de los foliolos:** se midió en cm., incluyendo el ápice del foliolo. Se hizo sobre los seis foliolos centrales de la hoja.
- **Ancho promedio de los foliolos:** se hizo doblando el foliolo en partes iguales y la medida se hizo exactamente en el dobléz.
- **Área de la hoja 25:** se estimo con la fórmula:

$$AH25 = N (L/6)(A/6)(0.57)$$

Donde:

N = Número de folíolos

(L/6) = Largo promedio de 6 folíolos

(A/6) = Ancho promedio de 6 folíolos

(0.57)= Factor de corrección de curvatura

- **Área foliar por palma:** se estimó en m<sup>2</sup> con la siguiente fórmula:

$$AFP = (\text{Número de hojas}) * (\text{área de la hoja 25})$$

- **Área de la sección del pecíolo de la hoja 25:** se midió en cm<sup>2</sup> el largo y alto de la sección del pecíolo exactamente en el punto de unión del pecíolo con el raquis y luego se aplicó la fórmula:

$$ASP = (\text{Ancho sección}) * (\text{alto sección})$$

- **Color del pecíolo:** se utilizó la carta de colores de Munsell.<sup>29</sup>

**Figura 5.** Comparación del color del raquis con la carta de colores de Munsell



**Fuente:** Enríquez y Bastidas. CORPOICA.2006

<sup>29</sup> MUNSELL. Color charts for plants tissues. New York. 17 charts. 1977

- **Color del raquis:** se utilizó la carta de colores de Munsell.
- **Color del haz de los foliolos:** se utilizó la carta de colores de Munsell.
- **Ciclo de floración presente:** se identificó el sexo de la floración presente en la palma sea masculino, femenino, transición o estéril.
- **Número de inflorescencias femeninas y racimos en formación:** se contó el número de inflorescencias y racimos en formación.
- **Peso de un racimo:** se pesó en Kg., un racimo de cada palma en ciclo femenino o de transición.
- **Producción esperada por palma:** se obtuvo del producto de los dos descriptores anteriores.
- **Producción esperada por palma:** este descriptor se estimó con base en la producción media lote donde se tomó la palma de ensayo clasificando la producción en baja, media y alta.
- **Número de inflorescencias masculinas:** se contaron todas las inflorescencias, incluyendo las viejas.
- **Peso de una inflorescencia masculina:** se peso en Kg., una inflorescencia masculina presente de cada palma al momento del estudio.
- **Proporción de sexos:** se tomó la relación entre las inflorescencias femeninas con respecto a todas las inflorescencias. Se obtuvo con la fórmula:

$RS = \text{No. Flores femeninas} / (\text{No. Flores femeninas} + \text{No. Flores masculinas})$

- **Número de inflorescencias abortadas en la corona de la palma:** cada hoja de una palma es portadora potencial de una inflorescencia, por lo tanto, hoja que no poseía una inflorescencia indicaba la ocurrencia de un aborto.
- **Número de racimos malogrados:** se contó el número de inflorescencias femeninas que pasaron periodo de antesis, pero no fueron capaces de formar frutos.
- **Presencia de una cubierta de fibras en el racimo:** (Si, No) se identificó la presencia o ausencia de la cubierta fibrosa en los racimos. Algunos materiales tienen esta característica perjudicial para el normal desarrollo de los frutos en el racimo. Las fibras se forman como consecuencia de la apertura de las espatas de la inflorescencia. Algunas espatas son bastante fibrosas en cambio otras se descomponen fácilmente antes de la entrada en antesis.
- **Pedúnculo del racimo:** (Corto, largo) este descriptor es cualitativo debido a la dificultad para medirlo, se utilizaron variables de doble estado.
- **Pedúnculo de la inflorescencia masculina:** (Corto, largo) este descriptor también es cualitativo, debido a la dificultad para medirlo se utilizó variables de doble estado.
- **Acumulación de sustrato en las axilas de las hojas funcionales:** (Si, No) esta característica se notó en todas las palmas. Generalmente por descomposición de las inflorescencias masculinas.
- **Diámetro mayor del pedúnculo del racimo:** es indicativo del vigor del pedúnculo, se midió con un pie de rey.

- **Diámetro menor del pedúnculo del racimo:** es indicativo del vigor del pedúnculo, se midió con un pie de rey.
- **Diámetro mayor del pedúnculo de la inflorescencia masculina:** Es indicativo del vigor del pedúnculo de la inflorescencia masculina, se midió con un pie de rey.
- **Diámetro menor del pedúnculo de la inflorescencia masculina:** es indicativo del vigor del pedúnculo de la inflorescencia masculina, se midió con un pie de rey.
- **Área de la sección del pedúnculo del racimo:** se midió en  $\text{cm}^2$  Y corresponde al producto del diámetro mayor por el diámetro menor del pedúnculo del racimo, es indicativo del vigor del pedúnculo.
- **Área del pedúnculo de la inflorescencia masculina:** se midió en  $\text{cm}^2$  y corresponde al producto del diámetro mayor por el diámetro menor del pedúnculo de la inflorescencia masculina.

### **2.3.2 Características de las hojas e inflorescencias juveniles (interiores)**

Estos indicadores corresponden a las estructuras vegetativas y reproductivas que rodean al meristemo y que por lo tanto están ubicadas entre el meristemo propiamente dicho (punto de crecimiento) y la hoja flecha, que es aquella que aún no despliega sus folíolos. Para su valoración, necesariamente se debe disecar cada palma enferma y sana, separando hoja por hoja con su respectiva inflorescencia, hasta llegar lo más cerca posible del meristemo dependiendo del grado de afección en palmas enfermas; son medidas destructivas.

- **Número total de inflorescencias en las hojas sin diferenciar:** conteo de inflorescencias, clasificándolas en femeninas, masculinas y sin diferenciar; abortadas y enfermas. La primera debe estar en la axila de hoja flecha. De este descriptor se obtienen los siguientes.
- **Número de inflorescencias femeninas en las hojas sin diferenciar:** se identificó y contó el número de inflorescencias femeninas en las hojas sin diferenciar u hojas sin abrir.
- **Número de inflorescencias masculinas en las hojas sin diferenciar:** se identificó y contó el número de inflorescencias masculinas en hojas sin abrir.
- **Número de inflorescencias no diferenciadas en las hojas sin diferenciar:** se contó el número de inflorescencias o primordios florales que no se pudieron identificar con observación visual.
- **Número de inflorescencias abortadas en las hojas sin diferenciar:** se contó el número de inflorescencias con malformación o escapos florales vacíos en las hojas sin diferenciar.
- **Número de inflorescencias de apariencia sana en las hojas sin diferenciar:** se contaron las inflorescencias en buen estado sin presencia de anormalidades o indicios de pudrición.
- **Número de inflorescencias con espata en proceso de descomposición:** se contaron las inflorescencias con espata en proceso de pudrición o descomposición.



**2.3.3 Características relacionadas con los signos y síntomas de la enfermedad** Los síntomas y signos de la enfermedad se tomaron de la siguiente forma.

- **Síntomas de predicción:** se tomó el grado de afección de la palma al momento de ser evaluada.

Grado 1: primer tercio superior de las hojas con inicio de clorosis y necrosis leve en la parte media e inferior de la flecha.

Grado 2: presencia de flechas y hojas fracturadas con necrosis severa, el primer tercio superior de hojas con coloraciones amarillentas y folíolos necrosados.

Grado 3: flechas totalmente afectadas con pudrición severa y hojas fracturadas.

- **Flecha erecta con lesiones necróticas:** se observó la presencia o ausencia de la flecha en la palma.
- **Estado de la lesión necrótica:** se observó si la lesión es seca o húmeda al momento de hacer la disección de la palma.
- **Distancia desde el ápice de la flecha hasta el inicio de la lesión necrótica:** se midió con un metro la distancia desde el ápice de la flecha hasta el inicio de la lesión necrótica
- **Flecha doblada con lesiones necróticas:** (Presente, Ausente) se observó si la flecha está doblada o no; dependió de los síntomas de predicción de la enfermedad.

- **Flecha doblada completamente necrosada:** se observó la presencia o ausencia de la flecha necrosada.
- **Palma sin flechas:** se observó la presencia o ausencia de palmas sin flechas.
- **Palma con un cráter en lugar de flechas:** se determinó por el estado de la palma; entre más afectada este la palma se encuentra la presencia de cráter en lugar de flechas.

**Figura 6.** Pudrición de cogollo



**Fuente:** Enríquez y Bastidas. PALMACO. 2007

- **Número de hojas comprometidas con lesión necrótica:** se contó el numero de hojas con lesiones necróticas.

- **Número de hojas juveniles (Interiores) afectadas por pudrición húmeda:** se hizo el conteo de hojas juveniles afectadas con pudrición húmeda.
- **Número de hojas juveniles (interiores) afectadas por pudrición seca:** se hizo el conteo de hojas juveniles afectadas con pudrición seca.
- **Profundidad del cráter:** se midió la profundidad del cráter.
- **Manchas extrañas al color normal de los tejidos jóvenes:** se hizo la observación de la presencia o ausencia de manchas en los tejidos jóvenes.

**2.3.4 Estimación de algunos parámetros de crecimiento** Estos descriptores aportaron un estimativo aproximado de la partición de asimilados, ya que reparte el total de materia seca producida por la palma, entre la producción de materia seca vegetal (tallo, hojas, inflorescencias masculinas y raíces) y la producción de materia seca de los racimos. Es una aproximación porque se desconoce la cantidad de asimilados que la palma usa para su propio mantenimiento bajo las condiciones colombianas.

- **Producción de materia seca vegetativa:** (Kg./palma/año) se refirió a la cantidad de materia seca vegetativa producida por una palma, sin incluir los frutos y racimos. Según Breure y Verdooren<sup>30</sup>, Barón<sup>31</sup> se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V = (U.S) + (N.W)$$

---

<sup>30</sup>BREURE, C. J.; VERDOOREN, L. R. Guidelines for testing and selecting parent palms in oil palm. Practical aspects and statistical methods. En: ASD Oil Palm Papers. Vol9. 1995.p.32 – 50.

<sup>31</sup>BARON, C. Estimación y cálculo de parámetros de crecimiento en palma africana (*Elaeis guineensis*), Nolí (*Elaeis oleifera*) y el híbrido (*E. guineensis* x *E. oleifera*). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 64 p. 1996

*Donde:*

V = Materia seca vegetativa (Kg./palma/año)

U = Crecimiento del tallo en volumen (dm<sup>3</sup>) equivale a encontrar el volumen de la sección de tallo que crece en un año, así:

$$U = ((3.1416) (d/10) (H/10)) / 4$$

S = Peso de la materia seca por unidad de volumen del tallo (Kg. /dm<sup>3</sup>) la siguiente ecuación sirve para estimar este peso:

$$S = 0.083 + (0.0076 \times \text{Edad de la palma})$$

N = Emisión foliar (unidades) corresponde al número de hojas que emite cada palma en un año.

W = Peso de la hoja No. 25 (Kg.) el peso de la hoja depende del área de la sección del pecíolo. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = 0.206 + (0.102 \times \text{área sección pecíolo})$$

- **Materia seca de los racimos:** (Kg./palma/año) es la cantidad de materia seca elaborada en la fotosíntesis y que la palma utiliza para formar racimos y frutos. Equivale al 53% del peso fresco de los racimos.
- **Producción de materia seca total:** (Kg./palma/año) es igual a la suma de Materia seca vegetativa y Materia seca de los racimos.
- **Índice de racimos:** (Unidad) es la relación entre la materia seca de los racimos y la materia seca total por palma.

$$I R = (\text{Peso seco de los racimos}) / (\text{Producción de materia seca total}).$$

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos recolectados y la información generada con respecto a los descriptores cuantitativos se analizaron mediante Análisis por Componentes Principales con (ACP) y las características cualitativas con Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM), los cuales permiten establecer diferencias entre materiales y formar grupos mediante el método de clasificación jerárquica.

Antes de correr los análisis estadísticos se realizó un filtro para eliminar descriptores carentes de variabilidad (variación) mediante análisis de los Coeficientes de Variación (CV). Todo descriptor cualitativo, después de codificado, con un CV igual o inferior al 20% y todo descriptor cuantitativo con un CV igual o inferior al 30% fue eliminado de los análisis multivariados por considerar que son descriptores que tienen bajo poder discriminante, que no sirven para diferenciar una palma de otra.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 VARIABLES CUANTITATIVAS

**4.1.1 Análisis por componentes principales (ACP)** Con los datos de campo se construyó una matriz en Excel para someterla a los Análisis por Componentes Principales. Previo a estos análisis, la matriz se depuró eliminando todas aquellas variables que mostraron Coeficientes de Variación iguales o menores que 30%, por considerar que tienen baja variabilidad y por lo tanto carecen de poder discriminante.

En la *Tabla 2* se muestran los valores estimados de cada componente principal, expresados en valor absoluto y porcentual, así como el porcentaje acumulado de la variación total explicada por cada uno de los componentes principales con base en las 36 características seleccionadas.

Los tres primeros componentes explican el 83.1% de la varianza total de las muestras. El primer componente aporta el 64.18% de la variabilidad, mientras que el segundo y el tercer componentes contribuyen con 12.57% y 6.35% de la variabilidad total, respectivamente. Esto demuestra que con 16.9% de pérdida de información, se puede reducir de 16 a solo 3 componentes para explicar un alto porcentaje de la variabilidad presentada por los materiales en estudio.

La *Tabla 3* corresponde a la matriz de correlación entre los descriptores cuantitativos de acuerdo a su aporte para la conformación de los tres primeros componentes principales

**Tabla 2.** Valores estimados de la matriz de correlación y varianza explicada, resultante de ACP realizado para características cuantitativas

VARIANZA TOTAL APLICADA			
COMPONENTE Nº	PORCENTAJE ABSOLUTO	PORCENTAJE ACUMULADO	DENDOGRAMA
1	64.18	64.18	*****
2	12.57	76.74	*****
3	6.35	83.10	*****
4	4.02	87.92	*****
5	4.24	92.16	*****
6	2.72	94.88	***
7	1.51	96.39	**
8	1.09	97.48	**
9	0.97	98.46	**
10	0.49	98.95	*
11	0.41	99.37	*
12	0.25	99.62	*
13	0.19	99.81	*
14	0.15	99.95	*
15	0.05	100.00	*
16	0.00	100.00	*

El 64.18% de la varianza total aportado por el primer componente principal se debe, principalmente a la contribución de 10 variables. En orden de importancia son: materia seca total por palma (-0.98), materia seca total por ha (-0.98), producción estimada hectárea año (-0.98), área de la hoja 25 (-0.96), área foliar de la palma (-0.96), longitud del raquis (-0.96), numero de foliolos en hoja 25 (-0.93), volumen total del tallo (-0.93), materia seca vegetativa por palma (-0.93) y peso seco total del tallo (-0.93). Los valores entre paréntesis corresponden a los coeficientes de correlación. (Tabla 3 y Figura 7).

**Tabla 3.** Matriz de correlación entre el factor o componente principal y 36 variables cuantitativas para la correlación de plantas sanas y enfermas asociadas a los tres primeros componentes

Continuación tabla 3		COMPONENTES		
VARIABLES UNITARIAS		1	2	3
V34	Peso seco de los racimos	0.88	0.33	0.25
<b>VARIABLE</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			
V35	Materia seca total por palma	0.98	0.01	0.01
V1	Edad	-0.76	0.59	0.19
V36	Materia seca total por ha	0.98	0.01	0.01
V2	Altura	-0.84	0.52	0.05
V3	Nº flechas	-0.63	0.29	-0.04
V4	Longitud de raquis	-0.96	0.17	0.02
V5	Nº foliolos de la hoja 25	-0.93	-0.11	-0.12
V6	Largo de foliolo	-0.80	-0.20	0.28
V7	Ancho peciolo	-0.90	0.35	0.10
V8	Largo peciolo	-0.81	0.43	0.18
V9	Nº inflorescencias y racimos en formación	-0.54	-0.75	0.03
V10	Peso racimo	-0.90	0.30	0.19
V11	Diámetro mayor peciolo	-0.91	0.17	0.19
V12	Diámetro menor peciolo	-0.90	0.26	0.21
V13	Nº inflorescencia femeninas en hojas sin abrir	-0.34	0.39	-0.09
V14	Nº inflorescencias masculinas en hojas sin abrir	-0.25	0.66	-0.55
V15	Nº de inflorescencias sin diferenciar en hojas sin abrir	0.39	0.13	0.73
V16	Nº raíces viejas	-0.38	0.15	-0.33
V17	Nº raíces jóvenes	0.08	0.26	-0.23
V18	Nº raíces dañadas	-0.47	-0.17	-0.54
V19	Producción estimada p/año	-0.88	-0.33	0.25
V20	Producción estimada año/ha	-0.88	-0.33	0.25
V21	Tasa de crecimiento del tallo cm./año	-0.85	-0.28	-0.14
V22	Diámetro del tallo	-0.84	-0.36	-0.13
V23	Área sección peciolo	-0.80	0.52	0.16
V24	Área de hoja 25	-0.96	-0.09	-0.08
V25	Área foliar de la palma	-0.96	-0.05	-0.16
V26	Volumen total del tallo	-0.93	-0.23	-0.18
V27	Tasa de crecimiento del tallo en volumen	-0.76	-0.50	-0.24
V28	Peso seco total tallo	-0.93	-0.23	-0.18
V29	Tasa de crecimiento del tallo en peso	-0.76	-0.21	-0.26
V30	Materia seca vegetativa por palma	-0.93	0.23	-0.18
V31	Tasa de crecimiento de materia seca vegetativa por palma	-0.77	-0.50	-0.26
V32	Producción estimada palma/año	-0.88	-0.33	0.25
V33	Producción estimada ha/año	-0.98	-0.33	0.25



Las variables materia seca total por palma, materia seca total por hectárea, área de la hoja 25, área foliar de la palma están altamente asociadas entre si, indicando que un cambio en el comportamiento de una de estas variables afecta proporcionalmente a las demás.

El segundo factor o componente principal explica el 12.57% de la variación total (76.74 – 64.18); principalmente por el aporte de las variables: Número de inflorescencias femeninas y racimos en formación (-0.75) y número de inflorescencias masculinas en hojas sin abrir (0.6).

El tercer componente principal aporta con 6.35% (83.10 – 76.74) de la variabilidad total. Las variables más importantes de este componente son: número de inflorescencias sin diferenciar en hojas sin abrir (0.73), número de inflorescencias masculinas en hojas sin abrir (-0.55) y raíces dañadas en la palma (-0.54).

Un análisis general de los tres componentes principales permitió seleccionar seis variables discriminantes, por su capacidad para diferenciar un material genético de otro, independiente del estado fitosanitario de la palma, sana o enferma con pudrición de cogollo. Para la elección de las seis características se tomaron en cuenta los siguientes criterios: Elegir al menos una característica de cada componente principal; elegir las de mayor aporte, seleccionar una de cada par correlacionadas y descartar una cuando aparecen en dos componentes, así su aporte sea mayor que otras variables.

## **GRUPO TRES**

Lo conforman 4 materiales que corresponden al 25% de los materiales estudiados. Pertenecen a este grupo los genotipos Cirad enferma y Cirad sana, Guthrie enferma, Guthrie sana. El grupo 3 incluye a los materiales genéticos más jóvenes, por lo tanto menos vigorosos al momento de la investigación; es posible que la acumulación de biomasa incremente con la edad de la palma hasta cierta edad luego de la cual permanece más o menos constante, como ocurre con la producción de racimos.

## **4.2 VARIABLES CUALITATIVAS,**

**4.2.1 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)** Los datos de campo correspondientes a las cualidades fueron codificadas de acuerdo con su comportamiento, en variables doble estado y multi estado. Luego se construyó una matriz de doble entrada en Excel para someterla a los Análisis por Correspondencias Múltiples (ACM). Previo a estos análisis, la matriz se depuró eliminando todas las variables que presentaron Coeficientes de Variación iguales o menores que 20%, por considerarlas con bajo poder para diferenciar un material genético de otro.

El Análisis de Correspondencias es una técnica estadística que se utiliza para analizar, las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables a partir de los datos de una tabla de contingencia. En este tipo de análisis lo importante no es el porcentaje de explicación acumulado por los ejes factoriales, como ocurre en el Análisis de Componentes Principales, sino el grado

de generalidad de los ejes, es decir, el hecho de que los ejes sean conformados por la participación de un número importante de modalidades.<sup>32</sup>

En el ACM para las variables cualitativas (*Tabla 6*), se puede establecer que los cuatro primeros valores propios (correspondencias) explican el 56.28% de la variabilidad total, sobresaliendo el primer factor con un aporte del 21.73%, seguido del segundo factor con 13.54%; el tercer y cuarto factor explican el 10.73% y 10.28% respectivamente.

Lo anterior significa que el poder discriminante de las variables cualitativas usadas en el estudio es relativamente bajo; que se requieren muchas más variables para poder diferenciar un material genético de otro, con alta confiabilidad estadística.

En la *Tabla 6* se observa que se requieren nueve correspondencias múltiples entre las variables usadas para poder explicar algo más del 90% de la variabilidad encontrada. En otras palabras, los resultados indican baja variabilidad de los materiales genéticos en cuanto a características cualitativas.

---

<sup>32</sup> SÁNCHEZ R. y HERRERA N. Caracterización de pacientes hospitalizados mediante Análisis de Correspondencias Múltiples. En: Revista Colombiana de Psiquiatría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 1999. Vol. 28, N°1. p. 25-34.

**Tabla 6.** Distribución de la variabilidad de la colección de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo, resultante del ACM para variables cualitativas

<b>VARIANZA TOTAL EXPLICADA</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>	<b>DENDOGRAMA</b>
1	21.73	21.73	*****
2	13.54	35.27	*****
3	10.73	46.00	*****
4	10.28	56.28	*****
5	8.71	64.99	*****
6	7.83	72.82	*****
7	7.57	80.39	*****
8	6.61	86.99	*****
9	4.94	91.93	*****
10	3.15	95.09	****
11	2.82	97.91	***
12	2.09	100.00	**

Erróneamente podría sugerirse que los dos estados de una cualidad no son lo suficientemente contrastantes como para diferenciar un material de otro; lo que ocurrió en el estudio es que la mayoría de las palmas manifestaron el mismo estado de una cualidad, por ejemplo, la mayoría presentaron filotaxia derecha. Para evitar esta confusión se sugiere usar un mayor número de variables cualitativas para asegurar que cambien los valores de las correspondencias y de paso aumentar la variabilidad

El análisis de contribuciones para las variables cualitativas y las modalidades de cada variable a la conformación de cada uno de los ejes factoriales se muestran en la *Tabla 7* y *Figura 9*.

De acuerdo con los datos de la *Tabla 7*, las variables que más aportaron a la conformación del primer eje fueron: hojas sin inflorescencia con contribuciones de 20.5%; ciclo de floración con 13.0% y cubierta de fibras en el racimo con 12.4%. Las variables que más aportaron a la conformación del segundo eje fueron: pedúnculo del racimo con un aporte de 20.7% y dirección filotóxica con 14.3%. El mayor aporte a la conformación del tercer eje proviene de las variables: pedúnculo del racimo con contribuciones de 30%; ciclo de la floración actual con 28.6% y presencia de racimos malogrados con contribuciones de 24.5%.

La característica con mayor contribución acumulada fue la variable inflorescencia con espata en proceso de descomposición con 44.9%, pero no se puede considerar como aportante de la variabilidad por dos motivos: es una variable destructiva; para poder observarla se requiere destruir la palma y Puede ser un síntoma de la enfermedad, por lo tanto es una variable lógica de uno de los estados de la palma, del estado palma enferma.

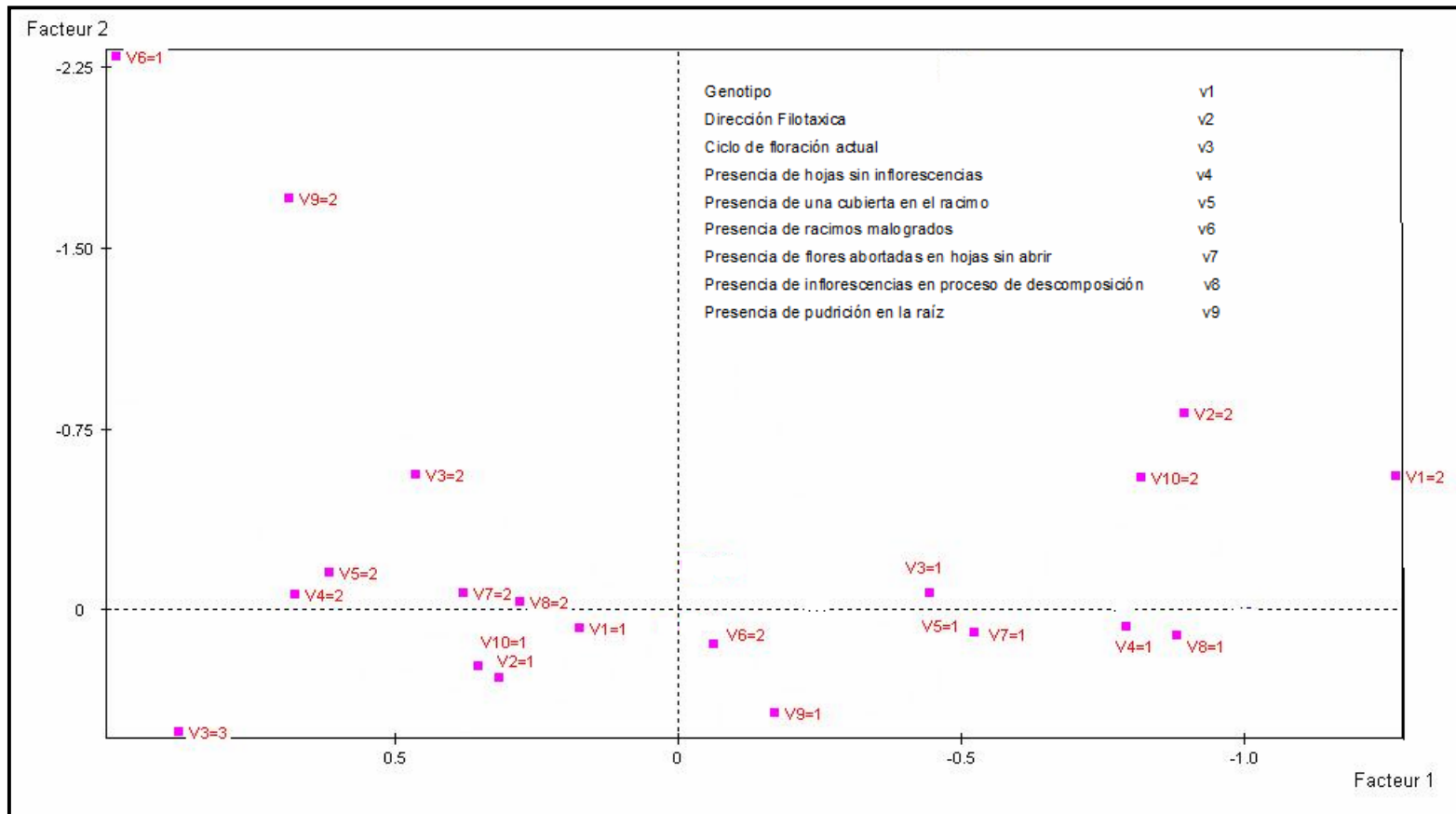
**Tabla 7.** Contribución de las variables cualitativas de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo a la variabilidad de los genotipos

MODALIDADES	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES		
	1	2	3	1	2	3
<b>MATERIAL</b>						
Dura	0.17	0.08	-.004	1.0	0.33	0.1
Ténera	-.1.27	-.0.55	0.29	7.4	2.3	0.8
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			8.4	2.6	0.9
<b>DIRECCION FILOTAXICA</b>						
Derecha	0.31	0.29	0.09	2.8	3.7	0.5
Izquierda	-.0.89	-.0.81	-.0.27	8.0	10.6	1.4
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			10.8	14.3	1.9
<b>CICLO DE FLORACION</b>						
Masculino	-.0.45	-.0.07	0.22	4.7	0.02	2.4
Femenino	0.46	-.0.56	-.1.50	1.1	2.7	24.5
Transición	0.88	0.51	0.30	7.2	3.8	1.7
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			13.0	6.7	28.6
<b>HOJAS SIN INFLORESCENCIAS</b>						
Presente	-.0.79	0.07	0.21	11.1	0.2	1.6
Ausente	0.67	-.0.06	-.0.18	9.4	0.1	1.3
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			20.5	0.3	2.9
<b>CUBIERTA DE FIBRAS EN EL RACIMO</b>						
Presente	-.0.52	0.13	-.0.07	5.7	0.6	0.2
Ausente	0.61	-.0.15	0.08	6.7	0.7	0.2
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			12.4	1.2	0.4
<b>PEDUNCULO DEL RACIMO</b>						
Presente	0.99	-.2.30	2.46	2.3	19.5	28.2
Ausente	-.0.06	0.15	-.0.16	0.1	1.2	1.8
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			2.4	20.7	30.0

Continuación tabla 7

<b>PRESENCIA DE RACIMOS MALGRADOS</b>						
Presente	.-0.52	0.09	0.66	4.4	0.2	14.2
Ausente	0.38	.-0.07	.-0.48	3.2	0.2	10.3
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			7.6	0.4	24.5
<b>FLORES ABORTADAS EN HOJAS SIN ABRIR</b>						
Presente	.-0.88	0.13	.-0.40	7.1	0.2	3.0
Ausente	0.28	.-0.15	0.13	2.3	0.1	0.9
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			9.4	0.2	3.9
<b>ESPATA EN PROCESO DE DESCOMPOSICION</b>						
Presente	.-0.17	.-0.2.30	0.01	0.9	9.0	0.0
Ausente	0.69	0.15	.-0.04	3.6	35.9	0.0
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			4.5	44.9	0.0
<b>PUDRICION DE LA RAIZ</b>						
Presente	0.35	0.23	0.18	3.3	2.4	1.8
Ausente	.-0.82	.-0.55	.-0.42	7.7	5.5	4.2
	<b>CONTRIBUCION ACUMULADA</b>			11.0	7.9	6.0

**Figura 9.** Representación gráfica de la contribución de las variables cualitativas a la interacción de los genotipos sanos y enfermos con pudrición de cogollo





#### **4.2.2 Clasificación jerárquica de los descriptores cualitativos de palmas sanas y enfermas con pudrición de cogollo**

Para construir el dendograma de la Figura 9 se utilizaron los valores modales de cada característica, es decir el estado de la característica que más se repitió en cada material; además, como se mencionó antes únicamente entraron en juego las seis variables que presentaron Coeficientes de Variación mayores de 20%. Los resultados presentados en la *Tabla 8* y la Figura 10 permiten definir que los diferentes materiales genéticos se agruparon en dos grupos únicamente, uno de ellos dividido en dos subgrupos, como se indica a continuación:

##### **GRUPO UNO**

Este grupo grande está conformado por 10 materiales genéticos equivalentes al 62.5% de los materiales estudiados. El grupo está dividido en dos subgrupos, el primero con los materiales Costa Rica enferma, Costa Rica sana, Irho enferma, Irho sana, Corpoica enferma 1, Papua sana y Chemara sana; el segundo subgrupo con los materiales Corpoica sana1, Corpoica enferma 2 y Corpoica sana 2. Estos materiales se caracterizan por expresar los siguientes estados modales en cada característica evaluada *Tabla 9* y que sirven para diferenciarse del otro grupo: filotáxia derecha, estado de floración femenina, ausencia de hojas sin inflorescencia, ausencia de cubierta de fibras en el racimo, pedúnculo del racimo largo y ausencia de racimos malogrados.

##### **GRUPO DOS**

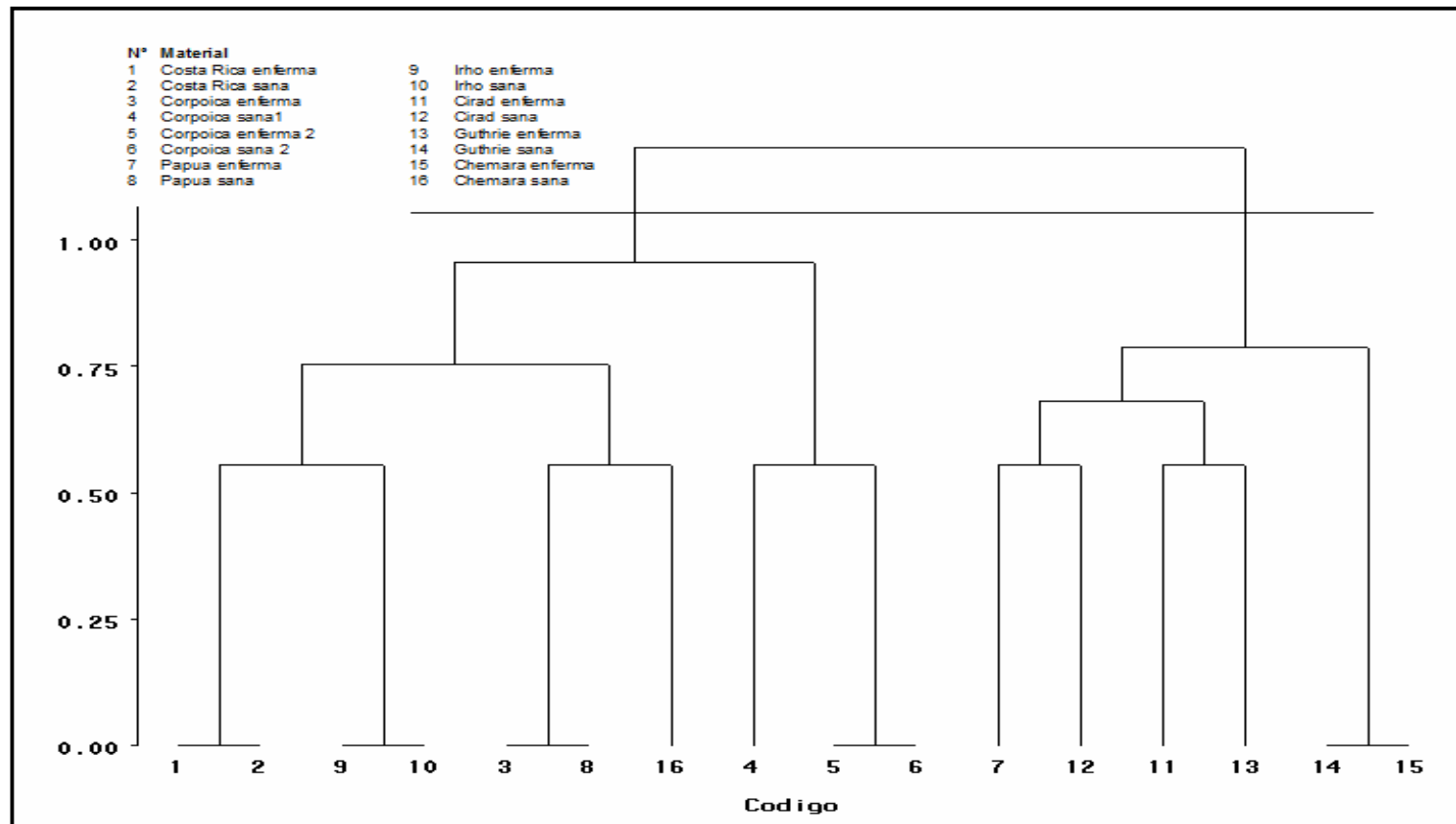
Este grupo esta formado por 6 materiales genéticos que conforman el 37.5% de los genotipos. Este grupo lo integran los siguientes materiales genéticos: Papua enferma, Cirad enferma, Cirad sana, Guthrie enferma, Guthrie sana y Chemara

enferma. El grupo dos presenta las siguientes características modales que lo diferencian claramente del Grupo uno: filotaxia derecha, estado de floración masculino, presencia de hojas sin inflorescencias, presencia de cubierta de fibras en el racimo, pedúnculo del racimo corto y presencia de racimos malogrados. Esto indica que los dos grupos verdaderamente son contrastantes, porque difieren en cinco de las seis características; son semejantes en cuanto a filotaxia. Por lo tanto se puede afirmar que las características: estado de floración masculina o femenina, presencia de hojas con o sin inflorescencia, presencia o ausencia de cubierta de fibras en el racimo, presencia o ausencia de racimos malogrados y pedúnculo del racimo largo o corto, pueden oficial como características discriminantes de los diferentes materiales genéticos de palma de aceite.

Un análisis detallado de la Figura 10 y la Tabla 8 permite deducir, con ligeras excepciones, que los dos estados de un material genético permanecen juntos en el mismo grupo, por ejemplo, Costa Rica enferma, Costa Rica sana, Irho enferma, Irho sana, etc., con lo cual se concluye que las características cualitativas identificadas como discriminantes, son ineficientes para diferenciar una palma enferma con PC de otra sana.

El análisis de los Dendogramas generados por las características Cuantitativas (Figura 8) y Cualitativas (Figura 10) permite observar que los materiales presentan una ubicación más o menos similar sobre el eje horizontal de cada dendograma, indicando que independiente del sistema utilizado, ACP o ACM, y del tipo de variables utilizadas, cualidades o cantidades, el distanciamiento y similitud observado entre materiales es consistente. Estas observaciones permiten concluir que cualquiera de los dos sistemas de análisis, ACP – ACM, puede ser utilizado con igual eficiencia; que en términos prácticos significa que deben utilizarse únicamente descriptores cuantitativos o descriptores cualitativos, cuando se trata de diferenciar materiales genéticos.

**Figura 10.** Dendograma generado por la expresión de las características cualitativas en cada uno de los 8 materiales genéticos en estudio, considerando palmas enfermas y palmas sanas en cada material



**Tabla 8.** Moda de los materiales que conforman cada uno de los dos grupos en que se dividió la colección, con base en las variables cualitativas

Material genético	Filotaxia	Floracion	Presencia de hojas sin abrir	Cubierta de fibra en el racimo	Pedunculo de racimo	Presencia de racimos mal logrados
<b>GRUPO UNO</b>						
1 Costa Rica enferma	derecha	masculina	ausente	ausente	corto	presente
2 Costa Rica sana	derecha	masculina	ausente	ausente	corto	presente
3 Corpoica 1 enferma	derecha	transicion	ausente	ausente	largo	presente
4 Corpoica 1 sana	izquierda	femenina	ausente	ausente	largo	presente
5 Corpoica 2 enferma	derecha	femenina	ausente	ausente	largo	presente
6 Corpoica 2 sana	derecha	femenina	ausente	ausente	largo	presente
8 Papua sana	derecha	transicion	ausente	ausente	largo	presente
9 Irho enferma	derecha	masculina	ausente	ausente	largo	presente
10 Irho sana	derecha	masculina	ausente	ausente	largo	presente
16 Chemara sana	izquierda	transicion	ausente	ausente	largo	presente
<b>MODA DEL GRUPO UNO</b>	<b>derecha</b>	<b>masculina</b>	<b>ausente</b>	<b>ausente</b>	<b>largo</b>	<b>presente</b>
<b>GRUPO DOS</b>						
7 Papua enferma	derecha	transicion	presente	presente	largo	presente
11 Cirad enferma	derecha	masculina	presente	presente	largo	ausente
12 Cirad sana	derecha	transicion	presente	presente	largo	ausente
13 Guthrie enferma	derecha	masculina	presente	presente	largo	presente
14 Guthrie sana	izquierda	transicion	presente	presente	largo	ausente
15 Chemara enferma	izquierda	transicion	presente	presente	largo	ausente
<b>MODA DEL GRUPO DOS</b>	<b>derecha</b>	<b>transicion</b>	<b>presente</b>	<b>presente</b>	<b>largo</b>	<b>ausente</b>

De paso también demuestran que la utilización del estado modal de una característica cualitativa para los ACM es tan buen recurso como los promedios de una característica cuantitativa para los ACP.

Es conveniente aclarar que el propósito de la investigación no fue comparar o diferenciar materiales genéticos; el propósito, independiente del tipo de material, fue identificar alguna o algunas características asociadas a la enfermedad. Por lo tanto, para información de usuarios y productores, los datos presentados en este trabajo no reflejan el comportamiento productivo ni agronómico de los diferentes materiales genéticos y menos con el grado de susceptibilidad de cada uno de ellos al disturbio pudrición del cogollo.

## 5. CONCLUSIONES

No fue posible encontrar un descriptor morfológico, cualitativo o cuantitativo, que sirva para diferenciar una palma sana de una palma enferma con el complejo pudrición del cogollo.

Las variaciones en la sintomatología de la PC presentadas durante la ejecución del proyecto, especialmente durante el último año en toda la zona palmera, no permitieron encontrar un descriptor morfológico asociado con la predisposición de la palma a ser afectada por la pudrición del cogollo.

El análisis de las variables cuantitativas por componentes principales (ACP) permite concluir que se requieren al menos tres componentes para explicar el 83.1% de la variabilidad observada en los materiales genéticos estudiados.

De los tres grupos que se forman por la expresión de las características cuantitativas, el grupo 1 conformado por un mayor número de genotipos, expresa con mayor vigor las siguientes características: número de inflorescencias femeninas y racimos en formación, tasa de crecimiento del tallo, tasa de crecimiento de la materia seca vegetativa por palma, peso seco de los racimos, número de inflorescencias masculinas y número de raíces dañadas. El grupo 1 incluye a los genotipos que durante el estudio manifestaron mayor acumulación de biomasa.

En el análisis de correspondencias múltiples (ACM) se encontró que los cuatro primeros valores propios (correspondencias) explican tan solo el 56.28%, indicando que el poder discriminante de las variables cualitativas usadas en el estudio es relativamente bajo.

El ACM realizado con las variables cualitativas únicamente permitió la conformación de dos grupos, que se diferencian por que cada uno manifiesta un estado contrastante de las características discriminantes doble estado: floración masculina o femenina, presencia de hojas con o sin inflorescencia, presencia o ausencia de cubierta de fibras en el racimo, presencia o ausencia de racimos malogrados y pedúnculo del racimo largo o corto

Desde el punto de vista académico, los resultados permiten concluir que cualquiera de los dos sistemas de análisis, ACP o ACM, puede ser utilizado con igual eficiencia para discriminar materiales genéticos, además la utilización del estado modal de una característica cualitativa para los ACM es tan buen recurso como los promedios de una característica cuantitativa para los ACP, porque presentaron igual sensibilidad para agrupar a los materiales.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para un nuevo estudio, descartar todas las variables relacionadas con los síntomas de la enfermedad, por considerarlas variables lógicas de uno de los estados de la palma.

Continuar con la investigación cambiando la metodología de trabajo. Se propone iniciar caracterizando todas las palmas sanas de un lote por material; luego cuando empiecen a aparecer palmas con los primeros síntomas de PC, estas se caracterizan nuevamente, para tener los dos estados (Sana – enferma) en la misma palma. Con esta metodología será posible detectar sutiles cambios en la manifestación de una característica y de paso se disminuye el error experimental anulando el efecto debido al genotipo.

Se recomienda continuar haciendo muestreos aleatorios en palmas sanas para observar la constancia y frecuencia de aparición de la característica Presencia de espatas florales en proceso de descomposición. Esta cualidad puede ser un indicador temprano de palmas enfermas con PC; expresado de otra forma, que la enfermedad es asintomática en los primeros estados. Si esto se confirma, se puede concluir que una palma está enferma con PC entre 2 y 6 meses antes de la aparición de los primeros síntomas.

Se recomienda continuar observando la constancia y frecuencia como se presentan raíces enfermas (con pudriciones) en las palmas enfermas con PC, ya que este descriptor podría ser un indicador de palmas potencialmente susceptibles.

Con el propósito de reducir costos de investigación y tiempo, en futuras caracterizaciones deben utilizarse únicamente descriptores cuantitativos o descriptores cualitativos, cuando se trata de diferenciar materiales genéticos.



## BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, A.; MUNEVAR, F. Efecto de las propiedades físicas y el contenido de nutrientes en el suelo en la pudrición de cogollo en palma aceitera. En: Instituto de la Potasa y el Fósforo INPOFOS A. S. Informaciones Agronómicas Vol. 5 N° 9. 2005.

BARON, C. A. P. Estimación y cálculo de parámetros de crecimiento en palma africana (*Elaeis guineensis*), Nolí (*Elaeis oleifera*) y el híbrido (*E. guineensis* x *E. oleifera*). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 64 p. 1996

BREURE, C. J.; VERDOOREN, L. R. Guidelines for testing and selecting parent palms in oil palm. Practical aspects and statistical methods. En: ASD Oil Palm Papers. Vol 9. p 32 – 50. 1995.

BERNAL, N.F. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Fedepalma. Bogota DC. 2004.

CENIPALMA. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo en la zona occidental. San Andrés de Tumaco, Colombia. 2006. CD ROM

CORPOICA. Curso cultivo e investigación del chontaduro (*Bactris gasipaes* K.) para fruto y palmito. Centro de investigación El Mira. Tumaco, Colombia. 1996. 83p.

CRISCI, J.; LOPEZ, M. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA, serie de biología. Monografía N° 26. Washington, DC. 1986.132 p.

CRISTANCHO R,J; CASTILLA C. C; ROJAS M. M; MUNEVAR. F; SILVA CH. J.  
Relación entre la saturación de Al, Mg, K y la tasa de crecimiento de la pudrición de cogollo de la palma de aceite en la zona oriental Colombiana. En: Revista Palmas. Bogotá, Colombia. Vol 28. No. 1.

De FRANQUEVILLE. H. La pudrición del cogollo de la palma aceitera en América latina; revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. Cirad.-Departamento de cultivos perennes.2001

ENGELS,J. ; MORERA, M. Lista de descriptores del Pejibaye (*Bactris gasipaes*) usados en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 1980. 10p.

FEDEPALMA. Anuario Estadístico 2006. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y el mundo 2001 – 2005. Fedepalma. Bogota, Colombia. 2006.122 p.

GOMEZ P. L. Estado actual de la investigación sobre pudrición de cogollo. En: Revista Palmas. Bogotá, Colombia. Vol.16. No 1. 1995.

HURTADO, R.; MERCADO, H.. Determinación del número de hectáreas afectadas por PC y porcentaje de incidencia. Taller técnico científico sobre avances y resultados en los procesos de investigación y manejo del complejo pudrición del cogollo en Tumaco. San Andrés de Tumaco, Colombia. Octubre 24 y 25 de 2007. 2007. CD ROM.

JIMÉNEZ, O. D.. Pudrición de cogollo en la palma aceitera en la región de Tumaco, Colombia. En: Revista Palmas, Vol 12, Nº 2. 1991.

MUNSELL. Color charts for plants tissues. New York. 17 charts. 1977

NIETO, P. L.. Complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). En: Revista Palmas. Bogotá, Colombia. Vol14. N° 1. 1993.

NIETO P, LE; GOMEZ C, PL; LOZANO T, C.. Identificación y reproducción del complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). En: Revista Palmas. Bogotá, Colombia. Vol 22. No.1. 1996

PALMAS DE TUMACO S.A. Informes plantación estación metereológica y oficina SIG. Tumaco. 2007. Medio Magnetico

SÁNCHEZ R. y HERRERA N. Caracterización de pacientes hospitalizados mediante Análisis de Correspondencias Múltiples. En: Revista Colombiana de Psiquiatría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Vol. 28, N°1. 1999.

SIWINBURNE,T.R Et al. Informe de la revisión externa de la investigación de pudrición de cogollo de la palma de aceite que ha venido realizando Cenipalma. En: Revista Palmas Bogotá, Colombia. Vol.17.No.2 1996.

TOVAR, M. J. P.. Historia e importancia de la pudrición del cogollo de la palma de aceite. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo (PC) en la zona occidental. San Andrés de Tumaco, Colombia. 2006. CD ROM.

TORRES, S. J. L.; BETANCOURT, M. F. 2006. Situación actual de la pudrición del cogollo (PC) en la zona occidental. Curso taller Manejo de la pudrición de cogollo en la zona occidental. San Andrés de Tumaco, Colombia. 2006. CD ROM.

WOUTER,G.S; ROCHA DE SOUZA, R.L. Amarillamiento fatal o pudrición de cogollo en Denpasa – Brasil. En Revista Palmas. Bogotá, Colombia. Vol12. No. 2. 1991.

**ANEXOS**

## ANEXO1

### PLANTACION PALMAS DE TUMACO CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA CORPOICA

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E INDICADORES DE PRODUCCIÓN TOMADOS DE PALMAS CON SINTOMAS DE PUDRICIÓN DE COGOLLO (FORMATO DE CAMPO)

DESCRIPTOR MORFOLÓGICO	IDENTIFICACION DE LA PALMA				
Características de la palma					
Edad de la palma (años):					
Tipo de material (Dura, Ténera):					
Origen de del material (Casa productora):					
Ciclo de floración (Mas, Fem, Tran, Est)					
Características del tallo					
Altura del tallo (cm.):					
Circunferencia del tallo (cm.):					
Características de las hojas					
Número de flechas sin abrir (unidad):					
Forma de la corona (circular, semicircular):					
Dirección filotóxica (Izquierda, derecha):					
Número hojas por palma (unidad):					
Longitud del pecíolo de la hoja 25 (cm.):					
Longitud del raquis de la hoja 25 (cm.):					
Número de folíolos en la hoja 25 (un lado):					
Largo foliolo 1 (cm.):					
Ancho foliolo 1 (cm.):					

Largo foliolo 2 (cm.):					
Ancho foliolo 2 (cm.):					
Largo foliolo 3 (cm.):					
Ancho foliolo 3 (cm.):					
Largo foliolo 4 (cm.):					
Ancho foliolo 4 (cm.):					
Largo foliolo 5 (cm.):					
Ancho foliolo 5 (cm.):					
Largo foliolo 6 (cm.):					
Ancho foliolo 6 (cm.):					
Ancho sección pecíolo (cm.)					
Alto sección pecíolo (cm.)					

DESCRIPTOR MORFOLÓGICO	IDENTIFICACION PALMA				
Color del pecíolo:					
Color del raquis					
Color del haz de los folíolos:					
Color de los pulvínulos de la hoja:					
Características de floración y producción					
Ciclo de floración presente (masc, feme, trans):					
Inflorescencias femeninas y racimos (unid):					
Peso de un racimo (Kg.):					
Inflorescencias masculinas (unidad):					
Peso de una inflorescencia masculina (Kg.):					
Número de racimos malogrados (unidad):					
Presencia de fibras en el racimo:					
Pedúnculo del racimo (corto, largo):					
Pedúnculo inflor. masculina (corto, largo)					
Acumulación sustrato en hojas (Si, No):					
Diámetro mayor pedúnculo del racimo (cm.):					

Diámetro menor pedúnculo del racimo (cm.):					
Diámetro mayor pedúnculo inflorescencia masculina					
Diámetro menor pedúnculo inflorescencia masculina					
Características de hojas e inflorescencias juveniles					
Número flores femeninas en hojas sin abrir					
Número flores masculinas en hojas sin abrir					
Número flores sin diferenciar en hojas sin abrir					
Número flores abortadas en hojas sin abrir					
Inflorescencias con espata en descomposición (und)					
Características signos y síntomas de PC					
Síntomas de predicción (grados: 1, 2, 3)					
Flechas con lesiones necróticas (si, no)					
Flechas con lesiones necróticas (und)					
Estado de la lesión necrótica (seca, húmeda)					
Flechas con lesiones necróticas (si, no)					
Distancia desde meristemo hasta inicio lesión:					
Palma sin flechas (Presente, Ausente)					
Palma con cráter en lugar de flechas (si, no)					
Hojas juveniles (interiores) con pudrición (und)					
Profundidad del cráter (cm):					
Manchas extrañas en meristemo (si, no):					



## ANEXO 2

### MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

Material	se	v1	v2	v3	v4	v5	V6	v7	v8	v9	v10
Costa Rica enferma	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1
Costa Rica enferma	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1
Costa Rica enferma	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
Costa Rica Sana	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	3	2	1	2	2	2	1	1
Corpoica enferma	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1
Corpoica enferma	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Corpoica sana	2	1	1	3	2	2	1	2	2	2	1
Corpoica sana	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1
Corpoica enferma 2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1
Corpoica enferma 2	1	1	1	3	2	2	2	1	2	1	1
Corpoica enferma 2	1	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1
Corpoica enferma 2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	1	1
Corpoica sana 2	2	1	1	3	2	1	2	2	2	1	1
Corpoica sana 2	2	1	1	3	2	2	2	1	2	1	1
Papua enferma	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2
Papua enferma	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Papua enferma	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2
Papua enferma	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Papua enferma	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1
Papua sana	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2
Papua sana	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Irho enferma	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
Irho enferma	1	1	2	3	2	1	2	2	2	2	1
Irho enferma	1	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1
Irho sana	2	1	1	3	2	1	2	2	2	1	1
Irho sana	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1

Continuación anexo 2

Cirad enferma	1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1
Cirad enferma	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
Cirad enferma	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2
Cirad enferma	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2
Cirad enferma	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2
Cirad sana	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Cirad sana	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
Guthrie enferma	1	1	2	3	1	1	2	2	2	1	1
Guthrie enferma	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2
Guthrie enferma	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2
Guthrie sana	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
Guthrie sana	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2
Chemara enferma	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1
Chemara enferma	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Chemara enferma	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2
Chemara enferma	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1
Chemara sana	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Chemara sana	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2
DESVES	0,46	0,33	0,44	0,85	0,50	0,50	0,40	0,50	0,43	0,40	0,46
PROMEDIO	1,30	1,12	1,26	1,62	1,54	1,46	1,80	1,58	1,76	1,20	1,30
C.VARIACION	35,61	29,31	35,17	52,75	32,69	34,48	22,45	31,56	24,51	33,67	35,61

### ANEXO 3

#### MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

Material	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10
Costa Rica enferma	13,0	536,7	3,7	554,3	170,7	107,1	7,8	3,8	22,3	19,0
Costa Rica sana	13,0	559,0	2,5	575,5	176,5	95,9	8,7	3,7	15,5	20,0
Corpoica enferma	6,0	238,0	2,3	483,7	163,3	84,2	6,4	3,0	22,3	12,7
Corpoica sana	6,0	254,0	4,0	477,5	148,5	91,0	7,0	3,5	19,5	15,0
Corpoica enferma 2	13,0	542,7	3,0	579,0	191,3	96,5	8,6	3,9	17,7	21,3
Corpoica sana 2	13,0	525,0	4,5	546,5	171,5	92,0	8,0	3,6	20,0	27,0
Papua enferma	24,0	604,3	3,0	513,3	155,0	99,6	8,5	4,3	12,0	26,7
Papua sana	24,0	925,0	5,5	646,5	183,5	59,2	10,6	4,6	5,5	30,5
Irho enferma	16,0	541,0	4,0	567,3	172,3	104,8	8,2	4,3	17,7	15,3
Irho sana	16,0	515,0	4,0	604,0	162,0	92,9	9,5	5,0	15,0	19,0
Cirad enferma	1,0	0,0	2,0	153,0	63,7	48,5	2,9	1,6	7,3	0,0
Cirad sana	1,0	0,0	2,0	163,0	66,0	40,4	2,9	1,9	6,0	0,2
Guthrie enferma	2,0	0,0	1,3	293,7	101,3	70,9	4,3	2,6	12,0	4,4
Guthrie sana	2,0	0,0	4,0	283,0	104,0	67,3	4,0	2,3	9,0	4,5
Chemara enferma	26,0	973,3	4,0	621,0	171,7	96,3	9,4	6,1	11,7	23,0
Chemara sana	26,0	967,0	4,0	641,0	126,5	100,7	11,9	5,0	11,0	31,5
Desviacion estandar	9,0	339,6	1,1	164,8	40,8	20,6	2,7	1,2	5,6	10,2
Promedio	12,6	448,8	3,4	481,4	145,5	84,2	7,4	3,7	14,0	16,9
C.V	71,5	75,7	32,8	34,2	28,0	24,4	36,1	33,1	39,6	60,6

Material	Var1	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19	Var20
Costa Rica enferma	8,7	5,7	7,0	2,3	5,0	19,0	2,0	10,0	696,7	99623,3
Costa Rica sana	9,0	6,7	4,0	1,0	0,5	10,0	3,0	6,5	531,7	76028,3
Corpoica enferma	7,4	4,2	2,3	1,3	5,3	6,3	2,3	3,0	431,1	61648,9
Corpoica sana	7,5	4,9	2,0	1,0	2,0	6,5	0,0	2,5	465,0	66495,0
Corpoica enferma 2	10,2	6,8	0,0	0,0	0,0	9,7	0,7	8,0	648,9	92791,1
Corpoica sana 2	10,7	8,1	0,0	0,0	3,5	7,0	1,0	5,5	935,0	133705,0
Papua enferma	8,8	6,4	2,3	1,0	9,3	8,3	1,3	1,7	560,0	80080,0
Papua sana	10,0	7,5	3,5	5,0	0,0	9,5	2,0	7,0	275,8	39444,2
Irho enferma	8,8	5,5	1,3	1,7	1,7	18,7	0,0	15,3	464,4	66415,6
Irho sana	8,1	5,9	1,5	1,5	4,5	7,5	0,0	5,0	500,0	71500,0
Cirad enferma	2,9	2,0	0,7	2,3	2,3	11,7	2,0	3,0	0,0	0,0
Cirad sana	1,8	1,1	0,5	0,5	6,5	3,0	1,5	2,0	1,4	206,2
Guthrie enferma	6,7	3,8	3,3	0,7	6,7	8,0	2,7	3,7	88,5	12655,5
Guthrie sana	6,3	3,8	1,5	0,0	7,0	8,0	0,5	0,0	67,5	9652,5
Chemara enferma	10,6	7,5	4,7	2,3	5,7	11,3	3,0	3,0	460,6	65859,4
Chemara sana	11,4	8,6	5,0	2,0	5,0	11,5	1,0	1,0	492,5	70427,5
Desviacion estandar	2,7	2,1	2,0	1,3	2,8	4,2	1,0	3,9	264,5	37826,0
Promedio	8,0	5,5	2,5	1,4	4,1	9,8	1,4	4,8	413,7	59158,3
C.V	33,2	38,5	79,8	88,8	67,9	42,9	72,3	80,8	63,9	63,9

Continuación anexo 3

Material	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30
Costa Rica enferma	48,8	61,1	0,3	8,1	296,9	1,6	0,1	357,2	32,5	365,9
Costa Rica sana	50,8	65,4	0,3	8,0	277,2	2,0	0,2	447,6	40,7	455,9
Corpoica enferma	59,5	59,3	0,2	5,7	237,0	0,7	0,2	155,3	38,8	164,9
Corpoica sana	63,5	62,8	0,2	5,9	215,9	0,8	0,2	179,4	44,9	188,0
Corpoica enferma 2	36,5	62,5	0,3	10,5	336,8	1,7	0,1	397,0	29,9	404,8
Corpoica sana 2	47,7	63,1	0,3	8,3	257,9	1,8	0,2	401,2	36,5	408,5
Papua enferma	27,5	49,5	0,4	7,1	193,8	1,2	0,1	280,2	12,7	286,8
Papua sana	42,0	58,5	0,5	10,2	307,9	2,5	0,1	565,3	25,7	573,0
Irho enferma	38,6	58,8	0,4	8,3	283,3	1,5	0,1	332,0	23,7	340,3
Irho sana	36,8	57,9	0,5	7,3	211,1	1,4	0,1	307,4	22,0	314,6
Cirad enferma	0,0	22,7	0,0	1,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
Cirad sana	0,0	21,6	0,1	0,9	24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
Guthrie enferma	0,0	42,1	0,1	2,7	80,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
Guthrie sana	0,0	44,4	0,1	2,5	79,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
Chemara enferma	40,6	49,4	0,6	7,7	220,0	1,9	0,1	431,3	18,0	438,9
Chemara sana	40,3	42,3	0,6	8,0	269,6	1,4	0,1	310,0	12,9	318,5
Desviacion estandar	21,7	13,7	0,2	3,0	100,5	0,8	0,1	183,3	15,6	183,9
Promedio	33,3	51,3	0,3	6,4	207,5	1,1	0,1	260,2	21,1	267,8
C.V	65,1	26,8	57,6	47,4	48,4	70,4	73,9	70,4	73,9	68,7

Material	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35	Var36
Costa Rica enferma	41,2	696,7	99,6	369,2	735,1	105,1
Costa Rica sana	49,0	531,7	76,0	281,8	737,7	105,5
Corpoica enferma	48,5	431,1	61,6	228,5	393,4	56,3
Corpoica sana	53,4	465,0	66,5	246,5	434,4	62,1
Corpoica enferma 2	37,7	648,9	92,8	343,9	748,7	107,1
Corpoica sana 2	43,8	935,0	133,7	495,6	904,1	129,3
Papua enferma	19,3	560,0	80,1	296,8	583,6	83,5
Papua sana	33,4	275,8	39,4	146,2	719,2	102,8
Irho enferma	32,0	464,4	66,4	246,2	586,4	83,9
Irho sana	29,2	500,0	71,5	265,0	579,6	82,9
Cirad enferma	5,7	0,0	0,0	0,0	5,7	0,8
Cirad sana	5,5	1,4	0,2	0,8	6,3	0,9
Guthrie enferma	6,5	88,5	12,7	46,9	53,4	7,6
Guthrie sana	6,8	67,5	9,7	35,8	42,6	6,1
Chemara enferma	25,5	460,6	65,9	244,1	683,0	97,7
Chemara sana	21,4	492,5	70,4	261,0	579,5	82,9
Desviacion estandar	16,5	264,5	37,8	140,2	300,6	43,0
Promedio	28,7	413,7	59,2	219,3	487,0	69,6
C.V	57,7	63,9	63,9	63,9	61,7	61,7

## ANEXO 4

### DESCRIPTORES CUANTITATIVOS

Var1	Edad
Var2	Altura
Var3	Numero de flechas
Var4	Longitud del raquis
Var5	Nº foliolos de la hoja 25
Var6	largo del foliolo
Var7	Ancho del pecíolo
Var8	Largo del pecíolo
Var9	Nº de inflorescencias femeninas y racimos en formación
Var10	Peso racimo
Var11	Diámetro mayor pecíolo
Var12	Diámetro menor pecíolo
Var13	N inflorescencias femeninas en hojas sin abrir
Var14	N inflorescencias masculinas en hojas sin abrir
Var15	N inflorescencias sin diferenciar en hojas sin abrir
Var16	Nº raíces viejas
Var17	N raíces jóvenes
Var18	N raíces dañadas
Var19	Producción estimada p/año Kg.
Var20	Producción Estimada ha/año Kg.
Var21	Tasa de crecimiento del tallo cm. Año
Var22	Diámetro del tallo (cm.)
Var23	Área de la sección del pecíolo
Var24	Área de la Hoja 25 m2
Var25	Área foliar de la palma
Var26	Volumen total del tallo
Var27	Tasa de crecimiento del tallo volumen
Var28	Peso seco total del tallo
Var29	Tasa de crecimiento del tallo en peso
Var30	Materia seca vegetativa por palma
Var31	Tasa de crecimiento de la materia seca vegetativa por palma
Var32	Producción estimada palma/año
Var33	Producción estimada ha/año
Var34	Peso seco de los racimos
Var35	Materia seca total por palma
Var36	Materia seca total por ha

## ANEXO 5

### DESCRIPTORES CUANTITATIVOS

Estado	se
Tipo de material (Dura, Ténera)	v1
Dirección Filotaxica	v2
Ciclo de la floración actual (Masculino, Femenino, Transición, Estéril)	v3
Presencia de hojas sin inflorescencia (Si, No)	v4
Presencia de una cubierta de fibras en el racimo (Si, No)	v5
Pedúnculo del racimo (corto, largo)	v6
Presencia de racimos malogrados	v7
Presencia de flores abortadas en hojas sin abrir	v8
presencia de inflorescencias con espata en proceso de descomposición	v9
presencia de pudrición en la raíz	v10