

# DETERMINACION DE AGENTES CAUSALES Y EVALUACION DE PERDIDAS EN PUDRICIONES DE CAPSULAS DEL ALGODONERO (*Gossypium hirsutum*) EN EL VALLE DEL CAUCA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1.973.

Adriano Barros S.  
José M. Restrepo M.  
Jorge I. Victoria K. (\*)

## I. INTRODUCCION

A las cápsulas del algodón las afectan diversas pudriciones de origen patógeno y fisiológico, que destruyen o manchan la fibra, demeritando su valor comercial.

A pesar de la importancia económica del cultivo y de que se considera a la pudrición de las cápsulas como la enfermedad más limitante, hasta el momento se desconoce su intensidad, distribución y monto de las pérdidas en las diferentes zonas algodonerías de Colombia.

El estudio, que se desarrolló en el Valle del Cauca en el primer semestre de 1973, se propuso determinar los agentes causales de las pudriciones, desarrollar una metodología para evaluar los porcentajes de infección y estimar las pérdidas aproximadas en la producción de la región.

## II. MATERIALES Y METODOS

El Valle del Cauca se dividió en 3 zonas de acuerdo a la localización de los cultivos y a los centros de procesamiento. En cada zona se eligieron 12 fincas y en cada finca diferentes sitios según su extensión. Un sitio estaba formado por diez plantas. La selección de fincas y sitios se hizo completamente al azar.

Después de adquirir experiencia en la diferenciación de las pudriciones, se visitaron los cultivos de algodón antes del primer pase y se contaron las cápsulas sanas y afectadas por pudrición negra, rosada, *Alternaria*, *Neurospora*, moho negro y apertura prematura.

Para la prueba de patogenicidad se cultivaron en P.D.A. e incubaron a 27°C, los microorganismos aislados a partir de material colectado en el campo, hasta obtener cultivos monospóricos. Cada lóculo intermedio de las cápsulas de la variedad Acala 15-17 Br 2 se inoculó mecánicamente. Las cápsulas se protegieron con bolsas de polietileno para evitar la presencia de otros organismos. Las lecturas se hicieron a partir del 20. día durante un mes.

\* Sres. A. Barros S. y J.M. Restrepo M. estudiantes de pregrado  
Dr. J. I. Victoria K. I.A. M.Sc. Programa de Fitopatología ICA—Palmira  
Extractó: H. Quintero V.

La identificación de los patógenos la realizó el Commonwealth Mycological Institute (C.M.I.).

El análisis de los resultados se realizó mediante un modelo de clasificación jerárquica de muestras en muestras de tamaño desigual. Con el análisis de correlación se examinó la posibilidad que una ó varias enfermedades estuvieran relacionadas con la presencia de otra u otras.

Las pérdidas económicas se estimaron relacionando el porcentaje de cápsulas afectadas y el rendimiento promedio por zona. La participación de cada enfermedad en las pérdidas, se calculó relacionando el porcentaje de cápsulas por planta y las afectadas por ella. Promediando la información de los diferentes sitios se obtuvo el porcentaje de la enfermedad por finca. Para estimar las pérdidas en la colección del ICA se recogieron al azar 5 plantas por parcela.

Los porcentajes de incidencia de las enfermedades se homogenizaron mediante la transformación ( $\text{arc sen } \sqrt{o/\bar{o}}$ ) para realizar el análisis de varianza de un modelo de clasificación jerárquica (Tipo II).

El modelo propuesto para el análisis fué :

$$Y_{ijk} = u + Z_i + F_j(i) + S_k(j(i)) + P_e(k(j(i)))$$

en donde :  $u =$  media general

$Z_i =$  efecto de zona

$F_j(i) :$  efecto de finca

$J = 1, 2 \dots 12$

$S_k(j(i)) :$  efecto de sitios en finca en zona

$K = 1, 2 \dots n_j$

$P_e(k(j(i))) :$  efecto de plantas en sitio

$e = 1, 2 \dots 10$

Los niveles de significancia en la prueba de "F" fueron de 5 y 1 o/o.

### III. RESULTADOS

#### A. Análisis Estadístico

##### 1. Análisis de Varianza

###### a. Pudrición negra.

Esta variable presentó diferencia significativa al uno por ciento entre zonas y fincas. Se deduce que a la enfermedad la favorecen las condiciones particulares en que se encuentra ubicada cada finca y que inciden luego en la respectiva zona.

La pudrición negra se presentó con mayor frecuencia antes de la maduración de la cápsula en zonas húmedas, especialmente en suelos de drenaje deficiente y textura pesada. Las cápsulas atacadas se momificaron.

#### b. Pudrición rosada.

Para esta variable se encontró diferencia significativa al uno por ciento entre sitios y fincas. De acuerdo a los resultados, la enfermedad se encuentra localizada en las fincas ó sea que no se presenta uniformemente en el cultivo. Hay variación entre una finca y otra en cuanto al grado de incidencia de la enfermedad, originado por diferentes factores, como textura del suelo, drenaje, nivel freático, de los distintos lotes de una finca.

Esta enfermedad ocurrió con mayor frecuencia en los bordes del cultivo en la parte inferior y media de la planta.

#### c. Moho negro.

No presentó diferencia significativa para ninguna de las tres zonas evaluadas. Su incidencia es esporádica en los diferentes cultivos de algodón. De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, esta enfermedad, se encuentra distribuída en forma general en todos los cultivos en el Valle del Cauca.

#### d. Pudrición por *Alternaria* sp.

Presentó diferencia significativa al cinco por ciento entre zonas y al uno por ciento entre fincas, lo que indica una alta variación de incidencia de la enfermedad entre fincas, pero al relacionarlas en las tres zonas, su variación no es muy marcada. Es una de las enfermedades más frecuentes en los cultivos visitados y causa severos daños a las cápsulas.

Las cápsulas afectadas por este tipo de pudrición se pueden confundir con las afectadas por *Botryodiplodia* sp. sin embargo, los síntomas de *Alternaria* sp. sólo se presentan cuando la cápsula ha abierto. La afección es de color negro y el hongo invade la fibra en forma parcial. *Botryodiplodia* sp. suelta un hollín de color negro que mancha los dedos.

#### e. Pudrición por *Neurospora* sp.

Presentó diferencia significativa al cinco por ciento entre zonas. Es decir, la incidencia de la pudrición entre fincas y entre sitios parece ser uniforme pero se presenta variación entre zonas.

El *Neurospora* sp. se presenta generalmente en la parte media y superior de la planta, en regiones de escasa precipitación y en suelos de textura liviana. El patógeno cubre la cápsula y debido a la cantidad de esporas que produce, forma un polvillo de color anaranjado que mancha la fibra cuando la cápsula abre. Se puede confundir con la pudrición rosada.

#### f. Apertura prematura.

Esta afección fisiogénica, debida a falta de agua en el suelo, no presentó diferencia significativa para ninguna de las diferentes zonas, fincas y sitios, lo cual indica que la enfermedad se encuentra uniformemente distribuida en los cultivos.

Generalmente las cápsulas que presentan esta deficiencia, fueron atacadas fácilmente por diferentes microorganismos, los cuales ocasionaron su completa destrucción.

#### g. Análisis total de variables.

El análisis de varianza total de las seis enfermedades presentó diferencias significativas al uno por ciento entre zonas, fincas y sitios; además, se encontró un coeficiente de variación mucho más bajo que al considerar cada una de las enfermedades por separado. Esto indica que la variación por el total de enfermedades no sólo se encuentra localizada entre plantas sino que también se presenta debido al efecto de zonas, fincas y sitios.

### 2. Análisis descriptivo porcentual.

En la zona sur, (Tabla I), el rango de porcentaje de pudrición de cápsulas varió de 4.04 a 17.62 o/o con un promedio de 9.23 o/o. En términos de porcentaje, se tiene que la enfermedad con mayor incidencia y distribución uniforme en los cultivos de las fincas visitadas fué la pudrición causada por *Alternaria* sp., correspondiendo un 35.96 o/o del total de las cápsulas afectadas en la zona. La pudrición rosada, causada por *Fusarium* spp., le siguió en importancia con un 32.21 o/o y una distribución uniforme en los cultivos. El resto se clasifica en el siguiente orden de importancia: apertura prematura 10.82 o/o, pudrición por *Neurospora* sp. 9.98 o/o, pudrición negra 5.43 o/o y moho negro con 1.24 o/o.

En la zona central, (Tabla II), los porcentajes de cápsulas afectadas por pudrición en las fincas variaron de 8.57 a 23.73 o/o, con un promedio de 15.74 o/o. Si se supone este dato como el ciento por ciento, el daño causado por *Alternaria* sp. le corresponde un 41.90 o/o, siguiendo en importancia la pudrición rosada con un 21.44 o/o, la pudrición por *Neurospora* sp. con 13.04 o/o; apertura prematura con 12.31 o/o, pudrición negra 9.03 o/o y moho negro con 1.84 o/o.

Para la zona norte (Tabla III), el porcentaje total de cápsulas afectadas se encuentra en un rango de 8.82-26.24 o/o, con un promedio de 17.23 o/o. En esta zona la pudrición negra con 31.58 o/o tuvo mayor incidencia que la pudrición causada por *Alternaria* sp. la cual tuvo 30.50 o/o. Siguieron en su orden, pudrición rosada con 21.24 o/o, moho negro con 16.45 o/o, pudrición por *Neurospora* sp. con 7.18 o/o y apertura prematura con 6.33 o/o.

Al observar los datos de las Tablas I, II y III, el número promedio de cápsulas por planta, aparentemente no influye en el porcentaje de cápsulas enfermas. Es así como en la zona sur, la finca 12 con un promedio de 30.43 cápsulas por planta presentó un porcentaje de cápsulas enfermas de 9.23, mientras la finca 9 con un prome-

TABLA I

Porcentaje de cápsulas afectadas en las diferentes fincas de la zona sur  
(Cali, Pradera, Yumbo y Palmira)

Finca	Plantas Examinadas	Total Cápsulas	Cápsulas Plantas	o/o Cápsulas sanas	o/o Total cápsulas enfermas	o/o PN 1*	o/o PR 2*	o/o MN3*	o/o AL4*	o/o NE 5*	o/o AP 6*	$\bar{X}$ Producción Ha.
1	30	514	17.13	95.92	4.08	0.0	19.04	4.76	38.09	0.0	38.09	2.278
2	40	787	19.67	89.33	10.67	5.95	33.33	3.57	40.47	11.9	4.76	1.831
3	30	480	16.00	92.50	7.5	0.0	27.77	0.0	3.33	16.66	2.22	979
4	60	1.761	29.35	89.50	10.5	8.1	38.38	2.7	37.29	5.94	7.56	1.614
5	30	878	29.26	89.64	10.36	7.69	57.14	0.0	27.47	3.29	4.39	1.782
6	50	1.285	25.70	91.46	8.54	9.33	36.0	2.66	30.66	12.0	9.33	1.959
7	60	1.245	20.75	95.96	4.04	0.0	25.0	0.0	42.3	3.84	28.84	3.056
8	40	853	21.32	92.86	7.14	0.0	14.6	1.12	41.57	22.48	20.22	2.033
9	20	373	16.65	85.52	14.48	18.51	7.4	0.0	53.51	18.51	0.0	2.090
10	20	488	24.40	82.38	17.62	3.48	44.18	0.0	41.86	6.97	3.48	1.607
11	20	523	26;15	93.70	6.3	12.12	39.39	0.0	36.36	9.09	3.03	2.718
12	30	919	30.43	90.43	9.57	0.0	44.31	0.0	38.64	9.09	7.95	2.145
$\bar{X}$					9.23	5.43	32.21	1.24	35.36	9.98	10.82	

1\* Pudrición negra

2\* Pudrición rosada

3\* Moho negro

4\* Pudrición por Alternaria5\* Pudrición por Neurospora

6\* Apertura prematura

TABLA II

Porcentaje de cápsulas afectadas en las diferentes fincas de la zona central  
(Buga, Tuluá y Bugalagrande)

Finca	Plantas Examinadas	Total Cápsulas	Cápsulas Plantas	o/o Cápsulas sanas	o/o Total cápsulas enfermas	o/o PN 1*	o/o PR 2*	o/o MN 3*	o/o AL 4*	o/o NE 5*	o/o AP 6*	$\bar{X}$ Producción Ha.
1	20	538	26.90	81.22	18.78	8.91	17.82	2.97	60.39	7.92	1.98	2.551
2	20	468	23.40	88.46	11.53	5.55	9.25	1.85	55.55	9.25	7.40	1.342
3	30	581	19.36	82.27	17.72	8.73	27.18	1.94	43.20	11.65	6.79	1.138
4	20	375	18.75	76.27	23.73	2.24	41.57	0.0	47.19	7.86	1.12	2.421
5	20	385	19.25	91.43	8.57	3.33	3.33	0.0	39.39	6.66	54.54	1.931
6	20	390	19.50	82.30	17.69	8.69	15.94	2.89	23.18	18.84	30.43	2.008
7	20	336	18.46	83.64	16.36	1.81	10.90	1.81	43.63	32.72	12.72	3.086
8	20	440	22.00	82.72	17.27	3.94	11.84	1.31	67.1	10.52	5.26	2.497
9	20	563	28.15	86.86	13.14	9.45	17.56	2.7	55.4	5.4	13.5	2.006
10	40	948	23.72	87.14	12.85	6.55	40.98	1.63	32.78	13.11	4.09	
11	50	1.005	20.10	82.18	17.82	11.17	36.31	2.79	17.83	20.66	11.17	3.430
12	30	998	33.26	86.57	13.43	38.05	24.62	2.23	17.16	11.94	5.97	810
$\bar{X}$					15.74	9.03	21.44	1.84	41.90	13.04	12.91	

1\* Pudrición negra

2\* Pudrición rosada

3\* Moho negro

4\* Pudrición por Alternaria5\* Pudrición por Neurospora

6\* Apertura prematura

TABLA III

Porcentaje de cápsulas afectadas en las diferentes fincas de la zona norte  
(Roldanillo, Bolivar, La Victoria, Zarzal y Cartago)

Finca	Plantas Examinadas	Total Cápsulas	Cápsulas plantas	o/o cápsulas sanas	o/o Total cápsulas enfermas	o/o PN 1*	o/o PR 2*	o/o MN 3*	o/o AL 4*	o/o NE 5*	o/o AP 6*	$\bar{X}$ producción Ha.
1	20	526	26.1	70.09	20.91	60.0	14.54	1.81	13.63	6.35	3.63	1.663
2	30	686	23.86	81.20	18.80	25.58	23.25	4.64	26.35	6.20	13.95	1.627
3	30	821	27.36	83.68	16.32	26.86	17.91	0.75	38.05	1.04	5.97	2.319
4	60	1.345	20.91	86.14	13.86	43.1	17.24	2.81	21.83	9.19	5.74	3.077
5	40	941	21.25	83.60	16.40	24.65	22.46	1.44	31.88	10.14	9.42	2.236
6	30	872	29.06	83.95	16.05	15.71	30.71	2.14	21.42	15.71	14.28	1.632
7	20	370	18.5	82.71	17.29	18.75	37.5	1.56	34.37	1.56	6.25	2.190
8	20	381	19.05	78.74	21.26	23.45	20.98	0.0	38.27	7.41	9.87	2.145
9	20	423	21.15	83.47	16.53	25.71	18.57	1.42	47.14	7.14	0.0	2.273
10	20	340	17.0	91.18	8.82	16.66	16.66	0.0	50.0	10.0	6.66	2.108
11	20	528	26.4	85.66	14.34	26.31	19.73	2.63	37.63	9.21	5.26	2.212
12	20	801	35.05	73.76	26.24	72.28	17.39	0.54	5.43	2.17	2.17	1.387
$\bar{X}$					17.23	31.58	21.24	16.45	30.5	7.18	6.93	

1\* Pudrición negra  
2\* Pudrición rosada  
3\* Moho negro

4\* Pudrición por Alternaria  
5\* Pudrición por Neurospora  
6\* Apertura prematura

API →  
100%  
X

dio de 16.65 presentó un porcentaje de 14.48 o/o. Para la zona central ocurrió un caso similar, ya que la finca 12, con un promedio de cápsulas por planta de 33.26, tuvo un porcentaje de cápsulas enfermas de 13.43 o/o, mientras que la finca 8 con un promedio de 22.00 tuvo un porcentaje de 17.27 o/o. Para el caso de la zona norte, aparentemente ocurrió una relación entre el número de cápsulas por planta y el porcentaje de cápsulas enfermas, pues a medida que aumentó el número de cápsulas, se incrementó la incidencia de las enfermedades; tal es el caso de la finca 12, la cual con un promedio de 35.05 cápsulas, presentó el mayor porcentaje de cápsulas enfermas con 26.24 o/o, en comparación con la finca 4, la cual presentó un promedio de 20.31 con un porcentaje de 13.86 o/o y en igual forma el resto de las fincas.

Al comparar los porcentajes de cápsulas enfermas y la producción promedio por hectárea en cada una de las fincas en su respectiva zona (Tablas I, II y III), se observa que para las zonas sur y norte parece existir una relación directa entre el porcentaje de afección y el rendimiento por hectárea, lo cual no se cumple para todas las fincas comparadas y menos en la zona central, que se aparta completamente de esta relación.

El resumen de la información obtenida en las tres zonas, en relación al porcentaje de cápsulas enfermas, muestra que el grado de incidencia de todas las enfermedades es menor en la zona sur con 9.23 o/o, seguido por la zona central con 15.74 o/o y la zona norte con 17.23 o/o, (Figura 1).

### 3. Estimación de pérdidas en las zonas aldoneras.

Al relacionar el porcentaje promedio de cápsulas afectadas para cada zona, con la producción del total de fincas visitadas (Tabla IV), la zona de mayores pérdidas fué la norte con 417.50 Kilogramos de algodón-semilla por hectárea, el segundo lugar para la zona central con 264.80 Kilogramos por hectárea y con menor pérdida, la zona sur con 203.80 Kilogramos por hectárea.

El porcentaje promedio de cápsulas afectadas para las tres zonas fué de 14.06 o/o, el cual al relacionarlo con la producción promedio para el Valle del Cauca representa un promedio aproximado de 295.36 Kilogramos por hectárea. Teniendo en cuenta que la producción aproximada de algodón-semilla para el Valle del Cauca en el primer semestre de 1973 fué de 41.393.774 Kilogramos cosechados en 21.649 hectáreas, se puede suponer que las pérdidas aproximadas en todo el departamento ascendieron a 6.623.003 Kilogramos de algodón-semilla durante el primer semestre de 1973. Considerando que las ventas en promedio en dicho año fueron de \$ 20.000 por tonelada, se puede decir que las pérdidas de algodón-semilla tuvieron un valor de \$ 132.460.060.

### 4. Análisis de correlación.

Las enfermedades que presentaron significancia al uno por ciento fueron pudrición rosada contra pudrición por *Alternaria* sp. y *Neurospora* sp. contra pudrición rosada. El anterior hecho confirma lo observado en el campo, es decir, cuando se en-

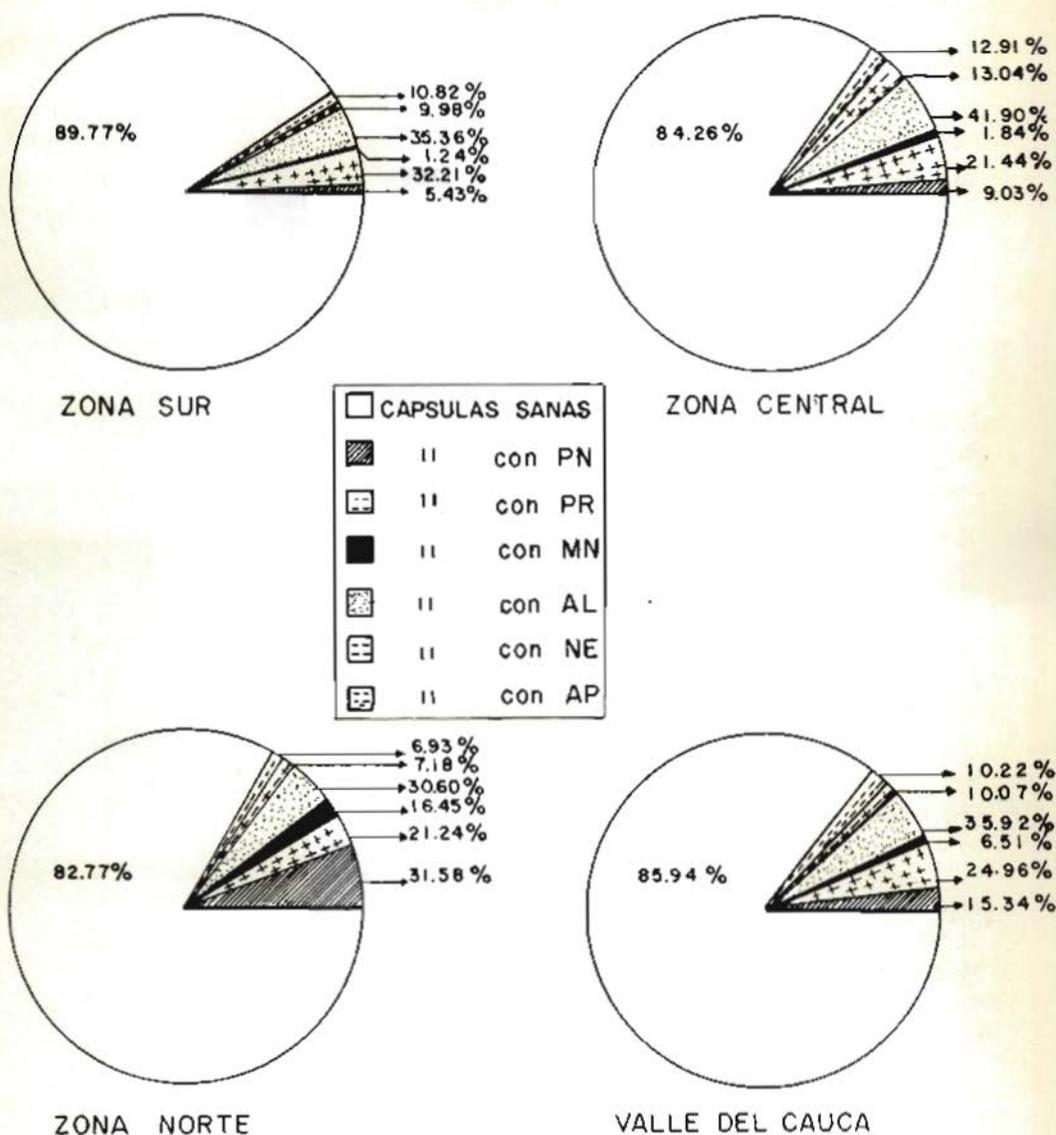


FIG. No.1:

Diagrama sobre la distribución porcentual de cápsulas afectadas por cada una de las enfermedades en las tres zonas y en el Valle del Cauca.

TABLA IV

Pérdidas aproximadas de algodón-semilla debidas a pudriciones de las cápsulas, en fincas visitadas en las tres zonas y en el Valle del Cauca

	o/o Promedio de pudrición	Producción del total de fincas (Kgs)	Area Total examinada (Ha.)	Pérdidas totales (Kgs)	Pérdidas $\bar{x}$ Kg/Ha.
Zona sur	9.23	4.109.004	2.020	410.900	203.80
Zona central	15.74	1.551.025	1.054	279.195	264.80
Zona norte	17.23	2.841.984	1.184	496.396	417.50
Valle del Cauca	14.06	8.502.073	4.158	1.186.491	295.36

contró en una planta pudrición rosada también se encontró cápsulas infectadas con *Neurospora* sp. y *Alternaria* sp. y en algunas ocasiones, estos patógenos se encontraron asociados en la misma cápsula.

#### 5. Evaluación de pérdidas en la colección.

En la colección de variedades de algodón del Instituto Colombiano Agropecuario, se encontraron las seis enfermedades reportadas en los cultivos comerciales del Valle del Cauca.

Por cada variedad se tomaron cinco plantas al azar, en las cuales se examinaron las cápsulas para determinar presencia de pudriciones. Los porcentajes totales promedios se presentan en la Tabla V.

Los porcentajes de pudriciones de cápsulas variaron de 0 a 45 o/o para las diferentes variedades. Al agrupar las 126 variedades examinadas en intervalos de 5 o/o de afección, se encontró que el mayor intervalo correspondía a 10-15 o/o con 30 variedades. Para los intervalos de 5-10 o/o y 15-20 o/o, le correspondieron cantidades de 26 a 28 variedades respectivamente; el resto se encontró localizada en los extremos.

## B. ETIOLOGIA.

### 1. Aislamientos.

Los microorganismos que con mayor frecuencia se aislaron en las tres zonas donde se tomaron las muestras, se presentan en la Tabla VI. Se observaron esporádicamente otros organismos de menor importancia, tales como *Colletotrichum* sp. y otros que no se identificaron por carencia de esporulación. Estos microorganismos no se les tuvo en cuenta ya que su desarrollo fué muy incipiente y no presentaron síntomas característicos para definir ó caracterizar una enfermedad.

TABLA V

Porcentaje de cápsulas afectadas en la colección de variedades del  
Instituto Colombiano Agropecuario

Variedad	Porcentaje total promedio	Intervalo o/o
Blight-Master	3.08	0-5
AC-134	3.98	
Brycot 4	5.76	5-10
URSS 6-2-3	5.80	
Ston 508	5.84	
AU-14	6.32	
Brycot-324	6.54	
Ston 584	6.70	
DP 6225	6.82	
Ston D 2247	6.88	
AC-1517D	7.20	
Rex	7.30	
Ston 603	7.36	
S 501 173	7.44	
DP 5440	7.80	
Ston 156	8.08	
Satu 65	8.24	
TH-148-20	8.38	
Coker 201	8.40	
Ston 7A	8.78	
Ston 7 BR	8.82	
Bobshaw-54	8.92	
Coker 100 A	8.94	
URSS 108	9.16	
CMSP 6189	9.26	
Dessi	9.32	
Ston 7	9.46	
Ston 213	9.74	
US Proop	10.11	10-15
DP 16	10.06	
6 B-EFA	10.40	
AC-151 7V	10.36	
Del cerro 503	10.64	
URSS 2421	10.88	
SR 1054-2	10.96	
Ston 3202	11.28	

TABLA V (Continuación)

Variedad	Porcentaje total promedio	Intervalo o/o
DP-15	11.60	
Coker 137-61	11.76	
GRS-681	11.88	
DP-45	11.90	
Austin 10	11.96	
Coker 130	12.16	
Hy Bee 300	12.24	
DP 45A	12.30	
Lockett-DXL	12.50	
Delta Queen	12.62	
Pima 53	12.66	
Stardel	12.74	
Hopi Cala	12.76	
Pay Master 909 A	13.02	
AC-307	13.06	
DP SL	13.10	
Lockett 4789	13.10	
Plains	13.12	
Brycot 1032	13.52	
320 F	13.54	
Ala 894 (65) 1	13.58	
DP-523	13.66	
Gregg	13.70	
Ston 106	13.78	
Coker 100A	13.90	
Coker 124D	13.96	
GRS-674	14.40	
Brycot 1	14.52	
Tanguis	14.58	
Anton 99	14.84	
Auburn-M	15.08	15-20
Dixie King II	15.14	
Acala Imperial	15.16	
GRS-672	15.32	
Lockett 4789A	15.64	
URSS 5476	15.94	
Acala 44	15.98	
Hy Bee 200	16.12	
AC-SJJ	16.26	
Frego	26.94	25-30

TABLA V (Continuación)

Variedad	Porcentaje total promedio	Intervalo o/o
CMSP 603	27.64	
CMSP 60204	27.76	
CMSP 6202	27.84	
CMSP 6001	29.08	
Fox 4	29.32	
Early Staple	31.00	
Anton 105	31.60	
Carolina Queen	32.12	
Del Cerro	35.08	
DPA 68	45.00	40-45

TABLA VI

Microorganismos causales de pudriciones de cápsulas aislados con mayor frecuencia en las distintas áreas aldoneras del Valle del Cauca

REGION	MICROORGANISMOS				
	<u>Botryodiplodia</u> sp.	<u>Fusarium</u> spp.	<u>Alternaria</u> spp.	<u>Neurospora</u> sp.	<u>Rhizopus</u> sp.
Palmira	+	+++	+++	+++	+
Yumbo	-	+	+	+	+
Cali	+	+	+++	+	-
Pradera	-	++	++	+	-
Buga	++	++	+++	++	+
Tuluá	+++	++	+++	++	+
Bugalagrande	++	+++	++	+	-
Roldanillo	+++	++	++	+	+
Bolivar	++	++	++	+	-
Zarzal	+++	++	++	+	+
Cartago	+++	+	+	+	+
La Victoria	+++	+	+	+	+

Frecuencia de la incidencia:

+++ : Abundante

++ : Media

+ : Escasa

- : Ninguna

Las condiciones ambientales del primer semestre de 1973, presentaron alta temperatura, baja humedad relativa y escasa precipitación.

La pudrición de cápsulas se localizó con mayor intensidad en la parte inferior de la planta, lo cual se explica, a pesar del tiempo de sequía, debido a que esta parte presenta mayor humedad, escasa circulación de aire y además, cuando el follaje es abundante, impide la penetración de los rayos solares en forma adecuada, proporcionando condiciones propicias para el desarrollo de los microorganismos que atacan la cápsula.

## 2. Prueba de Patogenicidad.

Los resultados de esta evaluación se pueden observar en la Tabla VII. Las reacciones de las plantas inoculadas fueron positivas para *Botryodiplodia* sp., *Fusarium* sp., *Alternaria* spp. y *Neurospora* sp., no así para *Rhizopus* sp., pues parece que el hongo requiere condiciones ambientales especiales.

El patógeno que presentó los primeros síntomas fué *Botryodiplodia* sp., alrededor de los diez días después de la inoculación seguido de *Neurospora* sp. a los doce días y *Fusarium* sp. a los catorce días. En *Alternaria* sp. ocurrió alrededor de los dieciocho días después de la inoculación. Las cápsulas testigo se inocularon con agua esterilizada y siguieron su desarrollo normal.

El patógeno que presentó mayor virulencia fué *Botryodiplodia* sp., a los diez días de haber presentado los primeros síntomas destruyó completamente las cápsulas y presentó los mismos síntomas que se observaron en el campo; la cápsula no alcanzó a abrir y sufrió momificación, produciendo gran cantidad de cuerpos fructíferos del hongo sobre el pericarpio.

TABLA VII

Resultados de la prueba de patogenicidad de microorganismos aislados en cápsulas de algodónero afectados por pudriciones

MICROORGANISMO	REACCION DE INFECCION				
	Nov.5	Nov.8	Nov.10	Nov.19	Nov.25
<i>Botryodiplodia</i> sp.	-	+	+	+	+
<i>Fusarium</i> spp.	-	-	-	+	+
<i>Neurospora</i> sp.	-	-	+	+	+
<i>Alternaria</i> spp.	-	-	-	+	+
<i>Rhizopus</i> sp.	-	-	-	-	-

Fecha de inoculación: Octubre 29/73

+ Síntoma típico de la enfermedad

- No se observaron síntomas de la enfermedad

Las cápsulas inoculadas con *Neurospora* sp. presentaron abundante producción de esporas y micelio sobre la superficie, mucho antes de que abrieran. A medida que maduraron el ataque se intensificó y alrededor de quince días después de haber presentado los primeros síntomas, el micelio del hongo invadió toda la fibra.

En las cápsulas inoculadas con *Fusarium* spp. y *Alternaria* spp., el desarrollo del hongo fué menor, el micelio invadió la cápsula cuando se encontraba abierta.

### 3. Identificación de los Microorganismos.

A excepción de la pudrición por *Alternaria* que no se pudo identificar por esporulación insuficiente, los resultados fueron:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| a. PUDRICION NEGRA:       | <i>Botryodiplodia theobromae</i> Pat        |
| b. PUDRICION ROSADA:      | <i>Fusarium semitectum</i> Berk             |
| c. MOHO NEGRO:            | <i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb. exFr) y |
| d. PUDRICION POR MONILIA: | <i>Neurospora sitophile</i> Shear Dodge     |

## IV. DISCUSION

### A. Análisis de Varianza.

Los resultados del análisis de varianza, indican la poca efectividad de la transformación puesto que se obtuvieron coeficientes de variación bastante altos. Además, en términos de componentes de varianza, la variación entre plantas dentro de zonas representa el mayor porcentaje para todas las enfermedades, variando entre 55.05 o/o para pudrición negra y 99 o/o para apertura prematura. Los porcentajes correspondientes a sitios dentro de fincas, a fincas dentro de zonas y a zonas son poco representativos.

Sin embargo, al realizar el análisis de varianza para todas las enfermedades el porcentaje del componente de varianza de sitios dentro de fincas dentro de zonas se encuentra mejor distribuído que al analizar por separado las diferentes variedades. El coeficiente de variación es mucho más representativo (51.78 o/o) que al considerar las diferentes enfermedades.

Una explicación de la poca exactitud de estos resultados, se debe a varios factores: a) el que se presente en las lecturas muchos ceros, lo cual hace que la transformación de los resultados no sea eficiente b) el número de plantas por sitio que se escogió fué bastante bajo, lo cual enseña que para futuros trabajos, se debe pensar en eliminar los sitios por finca y tomar un número bastante alto de plantas por cada finca para realizar las evaluaciones.

De acuerdo con la literatura consultada, son muy pocos los trabajos que en el campo de la Fitopatología emplean modelos estadísticos para realizar evaluaciones

ó pérdidas de enfermedades, por lo tanto se debe pensar en estudiar en forma detallada estos problemas de tipo estadístico para posteriores trabajos.

### B. Análisis Porcentual.

En el Valle del Cauca la enfermedad de mayor incidencia fué *Alternaria* sp, seguida por *Fusarium* y *Botryodiplodia*, lo cual aparentemente tiene una relación similar a lo encontrado en Estados Unidos por Bagga (3), quién informó como principales enfermedades a las causadas por *Fusarium*, *Alternaria* y *Diplodia gossypina*. Considerando el total de cápsulas afectadas en promedio en el Valle del Cauca, se encontró un 14.05 o/o, similar al 15 o/o reportado por Pinckard (11) en varias localidades de Louisiana.

Sin embargo, al comparar la información obtenida para el Valle del Cauca, con lo encontrado por Vargas (14) para la zona del Tolima, los datos difieren considerablemente, puesto que en esa zona únicamente se encontró a la pudrición negra y pudrición rosada como enfermedades, en porcentajes de 21 o/o y 20 o/o respectivamente, los cuales son bastante altos.

### C. IDENTIFICACION DE LOS AGENTES CAUSALES DE PUDRICION

El Doctor Sutton del C.M.I. identificó como organismo causal de la pudrición negra a *Botryodiplodia theobromae* Pat. La misma enfermedad la identificaron Palomino (8), Sánchez Potes (13) y Vargas (14) como causada por *Diplodia gossypina*, en trabajos realizados en Colombia.

Es necesario considerar que Arndt (1), al efectuar aislamientos en cápsulas afectadas por pudrición negra en Carolina del Sur en el año de 1949, encontró que *Diplodia theobromae* se presentó con bastante frecuencia en las regiones de Aiker, Florence y Orangebur. En trabajos recientes realizados en las zonas algodonerías de los E. U. por Pinckard (10), Bagga (3) y McCarter (7) han identificado a *Diplodia gossypina* como el agente causal de la pudrición negra.

De acuerdo a lo anterior, es importante destacar que hasta el presente en la literatura no se ha informado sobre la existencia de *Botryodiplodia* atacando cápsulas de algodón. Sin embargo, es importante considerar que varios micólogos consideran a las especies *Diplodia* y *Botryodiplodia* como similares; Grove (6), afirma que "la mayoría de las especies de *Diplodia* y *Botryodiplodia* son extremadamente similares especialmente en lo que respecta a las esporas. Se pueden separar por el huésped ó susceptible". Teniendo en cuenta lo anterior, es posible que el cultivo monosporico identificado por el Dr. Sutton como *Botryodiplodia theobromae*, sea el mismo *Diplodia gossypina* reportado en la literatura; es conveniente realizar posteriores estudios para clarificar esta situación y establecer si se trata del mismo ó de diferentes agentes causales.

En relación con la pudrición rosada, el Dr. Booth del C.M.I. identificó como agente causal a *Fusarium semitectum*, el cual difiere de las especies de *Fusarium*

encontradas por Palomino (8) y Sánchez Potes (13). Sin embargo, Bagga (3) aisló en el Delta del Mississipi cinco especies de *Fusarium*, lo cual indica que la pudrición rosada puede ser ocasionada por diferentes especies de ese género.

La identificación del agente causal de la pudrición por moho negro, realizada por Mrs. Lunn en el C.M.I., coincide con el reportado por Sánchez Potes (13) y Palomino (8) en Colombia y por diferentes autores en la literatura mundial.

La pudrición por *Alternaria* sp. ha sido reportada ampliamente en la literatura mundial, especialmente en la zona algodonera de los E. U. por Bagga (3), Pinckard (11) y otros. Sin embargo, en Colombia hasta ahora no ha sido reportada ocasionando pudrición en las cápsulas de algodón.

La pudrición de cápsulas por *Neurospora sitophila* tampoco ha sido reportada en Colombia. En la literatura mundial sólo ha sido reportada por Pinckard (11) y Baehr (2) en varias regiones de Louisiana.

## V. CONCLUSIONES

1. El reconocimiento realizado en los diferentes cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) en el Valle del Cauca demostró la presencia de cinco microorganismos causales de pudrición de cápsulas a saber: *Botryodiplodia theobromae* Pat, *Fusarium semitectum* Berk., *Alternaria* sp., *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb ex Fr) y *Neurospora sitophila* Shear Dodge.
2. Por primera vez se reporta en Colombia *Alternaria* sp. y *Neurospora sitophila* ocasionando pudrición de cápsulas de algodón.
3. *Alternaria* sp, *Neurospora* sp, *Fusarium* spp. y *Botryodiplodia* sp, presentaron patogenicidad, mientras que *Rhizopus* sp. no presentó, debido posiblemente a condiciones especiales que necesita para su desarrollo.
4. El grado de incidencia de las enfermedades fué menor en la zona Sur con 9.23 o/o de cápsulas enfermas, seguida por la zona central con 15.74 o/o y finalmente la zona Norte con 17.23 o/o.
5. El 72.57 o/o de la variación debida al error (variación entre plantas dentro de sitios) sugiere que en el futuro debe aumentarse considerablemente el número de plantas por sitio, ya que las diez tomadas por los autores fué insuficiente.
6. De las tres zonas en que se dividió el Valle del Cauca, la que presentó mayores pérdidas de algodón-semilla debidas a pudrición de cápsulas, fué la zona Norte con 417.50 Kgs./Ha. seguida por la zona central con 264.80 Kgs./Ha. y finalmente la zona Sur con 203.80 Kgs./Ha.
7. Las pérdidas aproximadas para el Valle del Cauca de algodón-semilla por pu-

dración de cápsulas fué 6.623 toneladas, lo cual significa una pérdida aproximada de \$132.460.000 pesos para éste departamento en 1973.

8. De acuerdo al análisis estadístico de correlación, se puede afirmar que cuando hay presencia de pudrición rosada, existe también pudrición por *Alternaria* ó pudrición por *Neurospora*. En algunas ocasiones se encontraron asociadas estas enfermedades en la misma cápsula.
9. Es necesario resaltar la baja incidencia de la infección en las variedades Blight Master y AC-134, las cuales deben ser consideradas para posteriores estudios como fuentes de resistencia a pudriciones de cápsulas.
10. Teniendo en cuenta que las pérdidas que ocasionan las pudriciones de cápsulas son bastante altas, es importante realizar estudios encaminados a su control, como la determinación de:
  - a. Influencia del descope en la pudrición de la cápsula.
  - b. Epoca adecuada para utilizar defoliantes químicos y beneficios económicos que se logran mediante su empleo en relación con la pudrición de las cápsulas.
  - c. Ensayos de distancia de siembra y de siembra en fajas, en zonas donde la pudrición de cápsulas es bastante alta.
  - e. Obtención de líneas que presenten escaso follaje, pericarpio de las cápsulas más resistente y estomas de las cápsulas que abran al final de la maduración.

## VI. RESUMEN

El presente estudio tuvo por objeto determinar los diferentes agentes causales de pudrición de cápsulas de algodón y evaluar las pérdidas ocasionadas por ellos, en la zona algodonera del Valle del Cauca; así como también, en la colección de variedades del Programa de Algodón del Instituto Colombiano Agropecuario en Palmira.

Los microorganismos aislados con mayor frecuencia fueron: *Alternaria* spp, *Fusarium* spp, *Botryodiplodia* sp, *Neurospora* sp. y *Rhizoma* sp, los cuales se inocularon en cápsulas sanas para comprobar su patogenicidad. Cultivos monospóricos de cada uno de estos patógenos fueron enviados al Commonwealth Mycological Institute (CMI) de Inglaterra con el objeto de identificar las diferentes especies.

Para analizar la distribución e intensidad de las diferentes enfermedades, se utilizó un modelo de clasificación jerárquica ó anidado (Tipo II) para cada variable y el total de las mismas. También se empleó el método estadístico de correlación para averiguar si la presencia de una enfermedad estaba relacionada con la presencia de otra de las afecciones.

El porcentaje de cápsulas de algodón afectadas por pudrición alcanzó un 14.06 o/o, con una pérdida aproximada de algodón-semilla para el Valle del Cauca de 6.623 toneladas, lo que significa \$132.460.000 pesos perdidos durante el primer semestre de 1973.

## VII. SUMMARY

This study was undertaken to determine the different causal agents of boll rot of cotton. Furthermore, economic damage due to boll rot was evaluated in the cotton belt of the Cauca Valley as well as in the stock collection of Cotton Program of the Colombian Institute of Agriculture (ICA).

The microorganisms isolated with high frequency were *Alternaria* sp, *Botryodiplodia* sp, *Fusarium* sp, *Neurospora* sp. and *Rhizoma* sp; these microorganisms were inoculated to healthy bolls to test pathogenicity and single-cell cultures of them were sent to the Commonwealth Mycological Institute (CMI) in England for identification.

To analyze the distribution and intensity of the different diseases the data were submitted to nested classifications, samples within samples of unequal sizes with model of random effects, considering each variable individually and the total variation. Correlation coefficient was also obtained to see whether or not the presence of one disease was related with the presence of another.

The percentage of cotton boll affected by rots was during the first semester of 1973 of 14.1 o/o representing a loss of 6.623 tons. of cotton-seed valuing approximately \$132.460.000 colombian pesos.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ARNDT, C. H. Boll Rots of Cotton in South Carolina in 1949. *Plant Disease Reporter* 34: 176-177. 1950.
2. BAEHR, L. F. and PINCKARD J. A. Histological studies on the mode of penetration of boll rotting organisms into developing cotton bolls. *Phytopathology* 60: 581. 1970.
3. BAGGA, H. S. Fungi associated with cotton boll rot and their frequency. *Plant Disease Reporter*. 52: 582-584. 1968.
4. BAGGA, H. S. and RANNEY C. D. Boll rot potential, organisms involved and actual boll rot in seven cotton varieties. *Phytopathology* 59: 255-256. 1969.
5. EDGERTON, C. W. The rots of the cotton boll. Louisiana. Agr. Exp. Sta. Bull. No. 137. 113 p. 1972.
6. GROVE, W. B. British and leaf fungi (Coelomycetes) Sphaeropsidales and melanconiales. Cambridge University Press. London. Vol. II. 1973. 407 p.
7. McCARTER, R. W. et al. Microorganisms associated with cotton boll rots in Georgia. *Plant Disease Reporter* 54: 586-590. 1970.

8. PALOMINO, G. Enfermedades del Algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) en el Valle del Cauca. (Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia) Palmira, Facultad de Agronomía. 1961. 72 p.
9. PINCKARD, J. A. and CHILTON, S. J. The economic importance and classification of cotton boll rots in Louisiana. *Cotton Growing. Rev.* 49: 153-159. 1966.
10. PINCKARD, J. A. y BAEHR, L. Estudios histológicos del desarrollo de la bellota del algodón en relación a la infección microbiana y su pudrición. *Fitopatología* 8: 7-24. 1973.
11. PINCKARD J. A. A method for estimating losses from cotton boll rots. *Plant Disease Reporter* 50: 154-256. 1966.
12. RONCADORI, R. W. Fungi invasion of developing cotton bolls. *Phytopathology* 59: 1356-1359. 1969.
13. SANCHEZ POTES, A. Enfermedades del algodón en el Valle del Cauca, Colombia. Instituto de Fomento Algodonero. Bol. Técnico No. 1 pp.5-23. 1961.
14. VARGAS, A. Evaluación de pérdidas debidas a pudriciones de cápsulas en el algodón en el Tolima y Codazzi. *El Algodonero (Colombia)* 64: 12-16 1973.