

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL  
RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES

## **Trabajo de Diploma**

ESTUDIO SOBRE ALGUNAS CAUSAS DE BAJA  
GERMINACION DE TRES VARIEDADES DE SORGO  
Sorghum bicolor (L.) Moench

AUTOR:

*Lester Enrique Gaitán Carrión*

ASESORES:

*Ing. Mauro Minelli*

*Ing. Oscar Gómez Gutiérrez*

MANAGUA, NICARAGUA, 1991

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL  
RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTUDIO SOBRE ALGUNAS CAUSAS DE BAJA GERMINACION  
DE TRES VARIEDADES DE SORGO  
(Sorghum bicolor L. Moench).

AUTOR : LESTER ENRIQUE GAITAN CARRION  
ASESORES : ING. MAURO MINELLI  
ING. OSCAR GOMEZ GUTIERREZ

Managua, Nicaragua, C.A. 1991.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL  
RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTUDIO SOBRE ALGUNAS CAUSAS DE BAJA GERMINACION  
DE TRES VARIEDADES DE SORGO  
(Sorghum bicolor L. Moench).

POR :

LESTER ENRIQUE GAITAN CARRION

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador  
como requisito parcial para obtener el grado profesional de  
INGENIERO AGRONOMO.

Managua, Nicaragua, C.A. 1991.



## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento de manera muy especial a mis amigos y asesores :

ING. MAURO MINELLI  
ING. OSCAR GÓMEZ GUTIERREZ

Quienes de manera desinteresada, me apoyaron y ayudaron para el término de esta obra.

Agradesco la ayuda prestada, a todas las compañeras del Centro Nicaraguense de Información Agropecuaria (CENIDA), por sus aportes bibliográficos, lo mismo que a todo el personal del programa de Recursos Genético Nicaraguense (REGEN) por su ayuda brindada, de igual forma a la compañera Lorena Jarquin por su ayuda para poder llevar a cabo los análisis de sanidad.

Agradesco sobremanera al organismo italiano Movimento Liberazione e Sviluppo (MOLISV), por todos sus aportes y ayuda brindada sin la cual no se hubiera hecho posible el término de esta obra.

Mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas, que de una u otra forma hicieron posible el término de esta obra.

## CONTENIDO

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
INDICE DE FIGURAS.....	I
INDICE DE ANEXOS.....	IV
RESUMEN. ....	VI
I. INTRODUCCION. ....	1
II. MATERIALES Y METODOS. ....	3
2.1. - Descripción del lugar y del diseño. ....	3
2.2. - Manejo del ensayo. ....	3
2.2.1. - Trabajo de campo. ....	4
2.2.2. - Trabajo de laboratorio. ....	4
III. RESULTADOS Y DISCUSION. ....	6
3.1 Efecto de algunos factores bioticos y abioticos en la baja germinación del híbrido D-55. ....	6
3.1.1. Efecto de la humedad de cosecha sobre la germi- nación. ....	6
3.1.2. Latencia de la semilla. ....	9
3.1.3. Infección total. ....	10
3.1.4. Infección por hongos específicos. ....	11
3.2. Efecto de algunos factores bioticos y abioticos en la baja germinación de la variedad T-43. ....	17
3.2.1. Efecto de la humedad de cosecha sobre la germi- nación. ....	17
3.2.2. Latencia de la semilla. ....	20
3.2.3. Infección total. ....	21

3.2.4. Infección por hongos específicos. ....	22
3.3. Efecto de algunos factores bióticos y abióticos en la baja germinación de la línea SPV-475. ....	28
3.3.1. Efecto de la humedad de cosecha sobre la germi- nación. ....	28
3.3.2. Latencia de la semilla. ....	31
3.3.3. Infección total. ....	32
3.3.4. Infección por hongos específicos. ....	33
IV. CONCLUSIONES. ....	40
V. RECOMENDACIONES. ....	41
VI. BIBLIOGRAFIA. ....	42

## INDICE DE FIGURAS

Figura #	pagina
1 : Germinación de la semilla al momento de la cosecha (D-55). .....	6
2 : Germinación de la semilla después de tres meses de almacenamiento (D-55) .....	7
3 : Regresión entre germinación y latencia, al momento de la cosecha (D-55) .....	8
4 : Latencia de la semilla, al momento de la cosecha (D-55) .....	9
5 : Infección de la semilla, al momento de la cosecha (D-55) .....	10
6 : Infección por <u>Curvularia</u> (D-55).....	11
7 : Infección por <u>Phomopsis</u> (D-55).....	12
8 : Infección por <u>Fusarium</u> (D-55).....	13
9 : Infección por <u>Nigrospora</u> (D-55).....	14
10 : Infección por <u>Helminthosporium</u> (D-55).....	15
11 : Infección por <u>Colletotrichum</u> (D-55).....	16
12 : Germinación de la semilla al momento de la cosecha (T-43) .....	17

13 : Germinación de la semilla después de tres meses de almacenamiento (T-43)	18
14 : Regresión entre germinación y latencia, al momento de la cosecha (T-43)	19
15 : Latencia de la semilla, al momento de la cosecha (T-43)	20
16 : Infección de la semilla, al momento de la cosecha (T-43)	21
17 : Infección por <u>Curvularia</u> (T-43)	22
18 : Infección por <u>Phomopsis</u> (T-43)	23
19 : Infección por <u>Fusarium</u> (T-43)	24
20 : Infección por <u>Nigrospora</u> (T-43)	25
21 : Infección por <u>Helminthosporium</u> (T-43)	26
22 : Infección por <u>Colletotrichum</u> (T-43)	27
23 : Germinación de la semilla al momento de la cosecha (SPV-475)	28
24 : Germinación de la semilla después de tres meses de almacenamiento (SPV-475)	29
25 : Regresión entre germinación y latencia, al momento de la cosecha (SPV-475)	30
26 : Latencia de la semilla, al momento de la cosecha (SPV-475)	31

27 : Infección de la semilla, al momento de la cosecha (SPV-475)	32
28 : Infección por <u>Curvularia</u> (SPV-475)	33
29 : Infección por <u>Phomopsis</u> (SPV-475)	34
30 : Infección por <u>Fusarium</u> (SPV-475)	35
31 : Infección por <u>Nigrospora</u> (SPV-475)	36
32 : Infección por <u>Helminthosporium</u> (SPV-475)	37
33 : Infección por <u>Colletotrichum</u> (SPV-475)	38

## INDICE DE ANEXOS

Anexo #		pagina.
1	Producción y calidad de la semilla de sorgo en Nicaragua. .....	45
2	Germinación de la semilla (D-55).....	46
3	D-55 Semilla latente (D-55).....	46
4	Semilla infectada por hongos (D-55).....	47
5	Infección por <u>Curvularia</u> (D-55).....	47
6	Infección por <u>Phomopsis</u> (D-55).....	48
7	Infección por <u>Fusarium</u> (D-55).....	48
8	Infección por <u>Nigrospora</u> (D-55).....	49
9	Infección por <u>Helminthosporium</u> (D-55).....	49
10	Infección por <u>Colletotrichum</u> (D-55).....	49
11	Germinación de la semilla (T-43).....	50
12	Semilla latente (T-43).....	50
13	Semilla infectada por hongos (T-43).....	51
14	Infección por <u>Curvularia</u> (T-43).....	51
15	Infección por <u>Phomopsis</u> (T-43).....	52
16	Infección por <u>Fusarium</u> (T-43).....	52
17	Infección por <u>Nigrospora</u> (T-43).....	53
18	Infección por <u>Helminthosporium</u> (T-43).....	53
19	Infección por <u>Colletotrichum</u> (T-43).....	53
20	Germinación de la semilla (SPV-475).....	54
21	Semilla latente (SPV-475).....	54

22 :	Semilla infectada por hongos (SPV-475).....	55
23 :	infección por <u>Curvularia</u> (SPV-475).....	55
24 :	Infección por <u>Phomopsis</u> (SPV-475).....	56
25 :	Infección por <u>Fusarium</u> (SPV-475).....	56
26 :	Infección por <u>Nigrospora</u> (SPV-475).....	57
27 :	Infección por <u>Helminthosporium</u> (SPV-75).....	57
28 :	Infección por <u>Colletotrichum</u> (SPV-475).....	57

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en época de postrera de 1989, en terrenos del programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN). Con el objetivo de determinar las causas de la baja germinación de tres variedades de sorgo que se producen en el país.

Las variedades que se utilizaron durante la investigación fueron: El híbrido D-55, la variedad T-43 y la línea SPV-475. La razón por la cual se usaron estas variedades, es que dos de ellas en esa época estaban en producción y la línea SPV-475 en proceso de liberación comercial.

El diseño utilizado fue el de parcelas simples, tres en total, con un área de 50 metros cuadrados cada una, se usó como parcela útil el área formada por los seis surcos centrales de cada parcela, dejando un metro de borde.

Las variables a medir fueron: Los porcentajes de germinación al momento de la cosecha y después de tres meses de almacenamiento, también los porcentajes de germinación de las semillas afectadas por los diferentes hongos que la atacan en el campo y el porcentaje de semillas latentes.

Los resultados indican que el híbrido D-55, tuvo un mayor porcentaje de semillas latentes, seguido de la variedad T-43 y SPV-475 (Pinolero-1).

En relación a la infección, tanto las variedades como el híbrido en estudio resultaron fuertemente atacados por los hongos, siendo Fusarium el único que se comprobó afectó la viabilidad de la semilla.

Con respecto a la humedad del grano para la cosecha, se recomienda cosechar temprano las variedades de color blanco y cosechar tarde las variedades de color rojo.

## 1. INTRODUCCION

En Nicaragua el cultivo de sorgo Sorghum bicolor (L) Moench, ha adquirido especial importancia por poseer un alto grado de adaptación donde otros cultivos anuales ya establecidos no han podido desarrollarse (Escobar, y Stefano, 1986).

Generalmente el sorgo para grano se cultiva en zonas con temperaturas relativamente altas y bajos niveles de precipitaciones (Poehlman, 1981). Se usa principalmente como alimento para animales y en particular es materia prima para la agroindustria que elabora nutrientes concentrados para la zootecnia. Sin embargo, en algunas zonas de Nicaragua el sorgo es también utilizado como alimento para el hombre, sustituyendo al maíz en época de escasez.

Paralelamente al aumento de la superficie cultivada de sorgo, la producción de semilla de este cereal se ha venido incrementando en los últimos años (Anexo 1). Esto permite un ahorro sustancial en las importaciones y una relativa independencia económica y tecnológica de compañías semilleras transnacionales (Pineda, 1989).

A menudo la semilla de este cereal muestra una cierta deficiencia en la germinación. Esto puede ser debido a diferentes causas tales como: una forma de latencia (Corbineau, 1989), o sea la incapacidad de la semilla a germinar aun cuando las condiciones externas son las más favorables (Gómez y Minelli, 1990); una rápida pérdida de viabilidad como consecuencia del ataque de hongos y una cosecha del grano efectuada en el momento no oportuno.

La latencia en el grano de sorgo ha sido asociada por algunos autores con la existencia de glumas que hacen a los tegumentos impermeables al agua (Querol, 1988) y con la presencia en la semilla de sustancias inhibitoras de la germinación (Casey y Godsell, citados por Ortiz, 1983).

También se ha encontrado que la latencia es más pronunciada en las variedades de color oscuro o café, las cuales tienen una alta concentración de compuestos polifenólicos, también conocidos como taninos (Axtell citado por Ortiz, 1983). El alto contenido de taninos en el tegumento de la semilla determina una baja germinación (Harris y Burns, citados por Maiti, 1985); esto se explica con la oxidación de los compuestos polifenólicos por la catálisis de la enzima catecol oxidasa. Esta oxidación provoca el oscurecimiento y la impermeabilidad al agua de la testa de las semillas, retardando la imbibición y en consecuencia la germinación de las mismas (Valdivia, 1983).

Otros investigadores relacionan bajos porcentajes de germinación de semillas de sorgo con el ataque de hongos en el campo. Los hongos se ven favorecidos por la alta humedad del grano y las lluvias (Maiti, 1985) e invaden al grano desde que este todavía se encuentra en la planta y está inmaduro (FAO, 1979).

El alto contenido de humedad en el ambiente durante el periodo de maduración del grano, afecta la germinabilidad de la semilla debido a que favorece al desarrollo de los hongos y posteriormente la deterioración del grano (Maiti, 1985).

Entre los hongos que frecuentemente podemos encontrar en el campo invadiendo la semilla, tenemos : Curvularia y Dreschlera (Salinas, 1988), Alternaria, Helminthosporium y Fusarium (Ramayo, 1983), Phomopsis, Colletotrichum (FAO, 1977), Cladosporium, Nigrospora y Phoma (FAO, 1979). Estos hongos ocasionan daños a la semilla en forma directa, reduciendo su poder germinativo y nutritivo (Ramayo, 1983), y mediante la producción de micotoxinas (Noble and Richardson, 1968). Signos de su presencia son el decoloramiento y el arrugamiento de los granos que culminan con la muerte de los embriones (Christensen y Kaufman, 1969).

Consecuencia de los ataques de los hongos son una baja germinación de las semillas y una emergencia desuniforme de las plántulas en el campo ( Williams and Nickel, 1983).

La semilla puede también presentar problemas de baja germinación al no ser cosechada al momento oportuno (Besnier, 1965); en efecto, una cosecha temprana puede provocar una baja germinación y bajo vigor porque la semilla con alto contenido de humedad es más susceptible a daños durante la cosecha y el beneficiado y a deterioramiento durante la conservación (Matsumoto citado por Mugnisjah, 1977).

Actualmente existe poca información acerca de la influencia que tienen los factores antes mencionados en determinar los bajos porcentajes de germinación que a veces se han encontrado en la semilla de sorgo producida en Nicaragua. Debido a lo antes mencionado este trabajo se realizó con los objetivos de :

- a) Determinar algunas causas que provocan la baja germinación de las variedades de sorgo D-55, T-43 y de la línea SPV-475 liberada comercialmente bajo el nombre de Pinolero-I.
- b) Comprobar si en estas variedades se da el fenómeno de latencia.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Descripción del lugar y del diseño.

El presente trabajo se realizó en los terrenos del programa Recursos Genéticos Nicaraguenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), localizado en el Km. 12 1/2 carretera norte, cuya ubicación geográfica es de 86.10 grados longitud oeste y 12.08 grados latitud norte. Con una altitud de 56 metros sobre el nivel del mar.

El tipo de suelo, donde se estableció el ensayo perteneciente a la serie La Calera, es de textura franco-arenosa, de topografía plana y con un pH de 7.5 a 8.5.

El ensayo de campo se realizó durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1989, periodo en el cual se manifestó una temperatura media mensual de 27.37 grados centígrados, una humedad relativa promedio de 80.95% y una precipitación de 489 milímetros.

Las variedades utilizadas durante la investigación fueron: T-43, (grano blanco), de panoja semi-abierta con una capacidad de rendimiento de 4528 kilogramos por hectarea, proveniente del programa nacional de sorgo; SPV-475 (grano blanco) de panoja semi-cerrada con rendimiento de 3234.2 - 3881 kilogramos por hectarea, proveniente del programa nacional de sorgo y el híbrido D-55 (grano rojizo), con un tipo de panoja semi-abierta y una capacidad de rendimiento de 5627.6 kilogramos por hectarea, con procedencia de DEKALB.

El tipo de diseño empleado fue el de parcelas simples, en este caso tres en total, con un área de 50 metros cuadrados cada una. Cada parcela estaba constituida por 10 surcos distanciados 50 centímetros uno de otro. El área total del ensayo fue de 150 metros cuadradas. Se consideró como parcela útil el área formada por los seis surcos centrales de cada parcela simple, dejando un metro de borde.

### 2.2 Manejo del ensayo.

El trabajo se llevó a efecto en dos fases: la primera en el campo, la segunda en el laboratorio.

### 2.2.1 Trabajo de campo

La fase de campo consistió en el manejo agronómico del cultivo en si.

La preparación del terreno para la siembra se llevó a cabo siguiendo las normas y prácticas más comunes requeridas para el cultivo de semilla de sorgo. Se hizo una limpia, luego un pase de arado y gradeo; el día 3 de agosto de 1989, se llevó a efecto el último pase de arado y posteriormente se procedió a la siembra.

Al momento de la siembra se aplicó Furadán (Carboturan) en dosis de 19.4 kilogramos por hectarea, para el control de plagas de suelo. Simultáneamente se aplicó fertilizante completo 10:30:10 en dosis de 129.3 kilogramos por hectarea.

A los 25 días después de la siembra, se efectuó el raleo, dejando 200 plantas por surco para un total de 2000 plantas por área experimental. Al mismo tiempo se efectuó la segunda fertilización aplicándose urea 46% a razón de 64.7 kilogramos por hectarea.

Durante la permanencia del cultivo en el campo, la única plaga que ameritó control fue la mosquita del sorgo (Contarinia sorghicola), la cual se eliminó aplicando DECIS (Decametrina), en dosis de 0.5 litros por hectarea.

También se presentaron ataques de Spodóptera frugiperda (gusano cogollero) y Colletotrichum graminicola (Antracnosis); en ambos casos los daños fueron mínimos y las plantas pudieron desarrollarse de manera normal, sin que fuera necesario un control específico de dicha plaga y enfermedad.

Una vez formado el grano en la panoja, se procedió a extraer muestras en cantidad de 30 gramos para determinar su porcentaje de humedad y alcanzada la madurez fisiológica de este se llevaron a efecto los análisis de germinación y sanidad a los diferentes niveles de humedad predeterminados. Los muestreos se efectuaron cada tres días.

### 2.2.2 Trabajo de laboratorio.

La fase de laboratorio consistió en realizar pruebas de humedad, germinación y sanidad, una vez alcanzada la madurez fisiológica del grano.

Los análisis se ajustaron a las indicaciones determinadas por la International Seed Testing Association (ISTA) y se realizaron en los laboratorios del programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) y en el laboratorio de la Dirección de Semilla de la DGTA

donde se efectuaron los análisis de sanidad.

En un primer momento, la consistencia dura del grano valorada a través del tacto y la visualización del punto negro en la base de inserción del grano a la espiga, permitieron seleccionar las semillas que alcanzaron su madurez fisiológicas (House, L. K. 1980).

Esta muestras fueron sometidas en periodos de cada tres días a análisis de humedad y se consideró que con 30% de humedad, el grano estaba fisiológicamente maduro (Tapia y House, 1980).

Debido a las diferencias genéticas del híbrido y las variedades en estudio, la maduración de los granos ocurrieron en periodos diferentes. La madurez de la semilla del híbrido D-55 ocurrió a los 83 días después de la siembra, la de la variedad T-43 y de la línea SPV-475 a los 89 y 95 días después de la siembra respectivamente.

Alcanzada la madurez fisiológica del grano, se realizaron las primeras pruebas de germinación y sanidad.

Para cada variedad se realizaron cuatro análisis de germinación y tres análisis de sanidad, tomando como marco de referencia para estos los contenidos de humedad del grano del 30, 25, 20 y 15%, pero las condiciones climáticas variables no permitieron tomar las muestras con exactitud a los niveles de humedad predeterminados.

Posteriormente después de efectuado cada análisis de germinación, se tomaron muestras de semillas y se secaron hasta un 12%, para almacenarlas por un periodo de tres meses y posteriormente hacerle nuevas pruebas de germinación y así comprobar el posible vencimiento de la latencia de las mismas. Las condiciones de almacenamiento fueron de una humedad relativa del 50% y temperatura de 30°C (Tapia, 1983).

Lamentablemente, por razones ajenas a nuestra voluntad, durante el periodo de almacenamiento algunas muestras sufrieron deterioro y no fue posible someterlas a germinación después de los tres meses.

Los análisis de los datos se realizaron con los estadísticos descriptivos, análisis de variancia (ANDEVA), pruebas de Duncan y análisis de regresión (ANARE).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Efecto de algunos factores bioticos y abioticos en la baja germinación del híbridso de sorgo D-55.

##### 3.1.1. - Efecto de la humedad de cosecha sobre la germinación.

Como podemos ver, el porcentaje de germinación en G1 resultó bajo, independientemente del nivel de humedad en que fue cosechada la semilla (fig. 1). No existen diferencias significativas, entre las distintas humedades de cosecha.  $F = 0.70$  (n.s.)

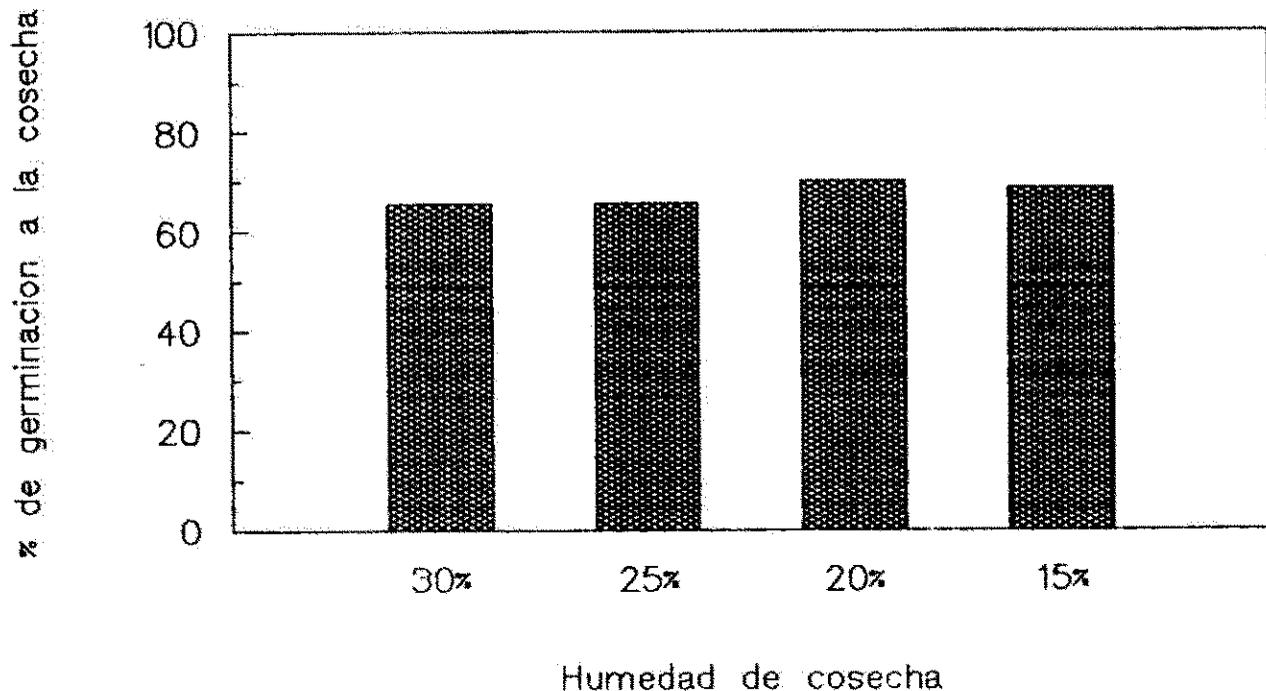
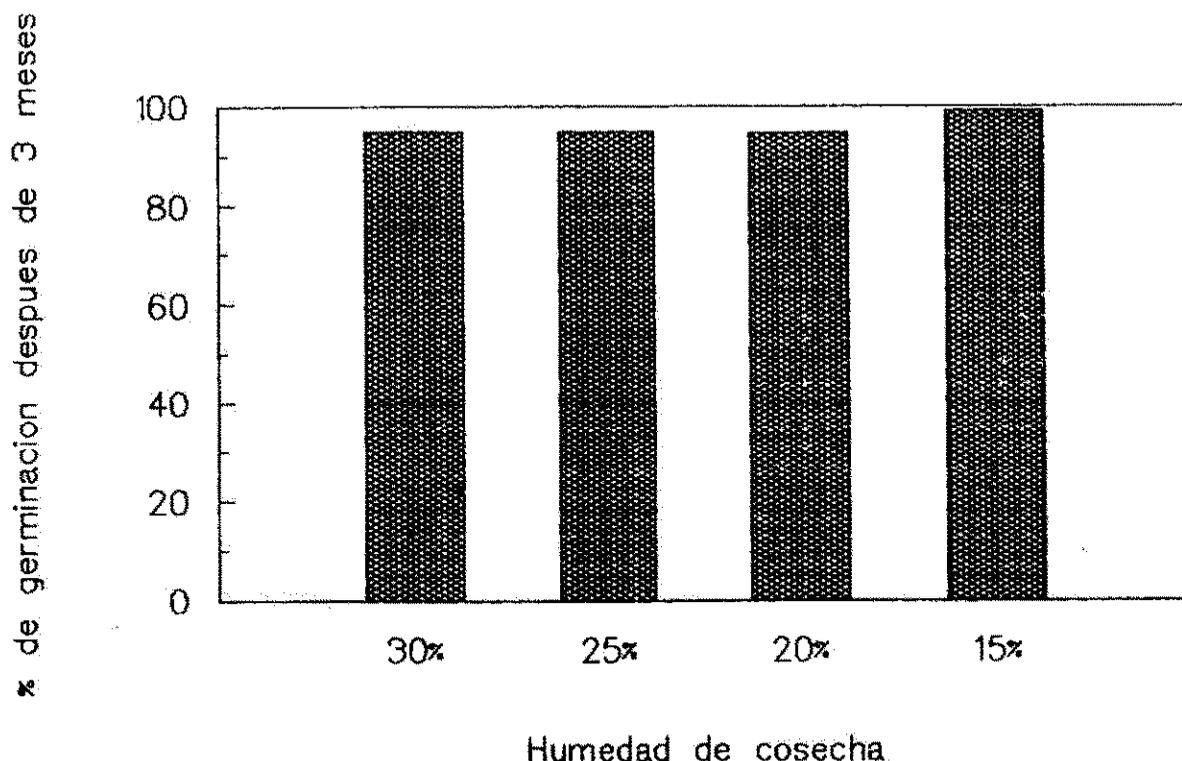


Figura # 1 : Germinación de la semilla al momento de la cosecha

En G2 el porcentaje de germinación resultó alto (mayor de 94.5%) en todas las condiciones de humedad (fig.2). También podemos apreciar que cosechando tarde (15% Hum.), la germinación resultó ser significativamente mayor, con respecto a los otros niveles de humedad.  $F = 6.13$  (\*\*)



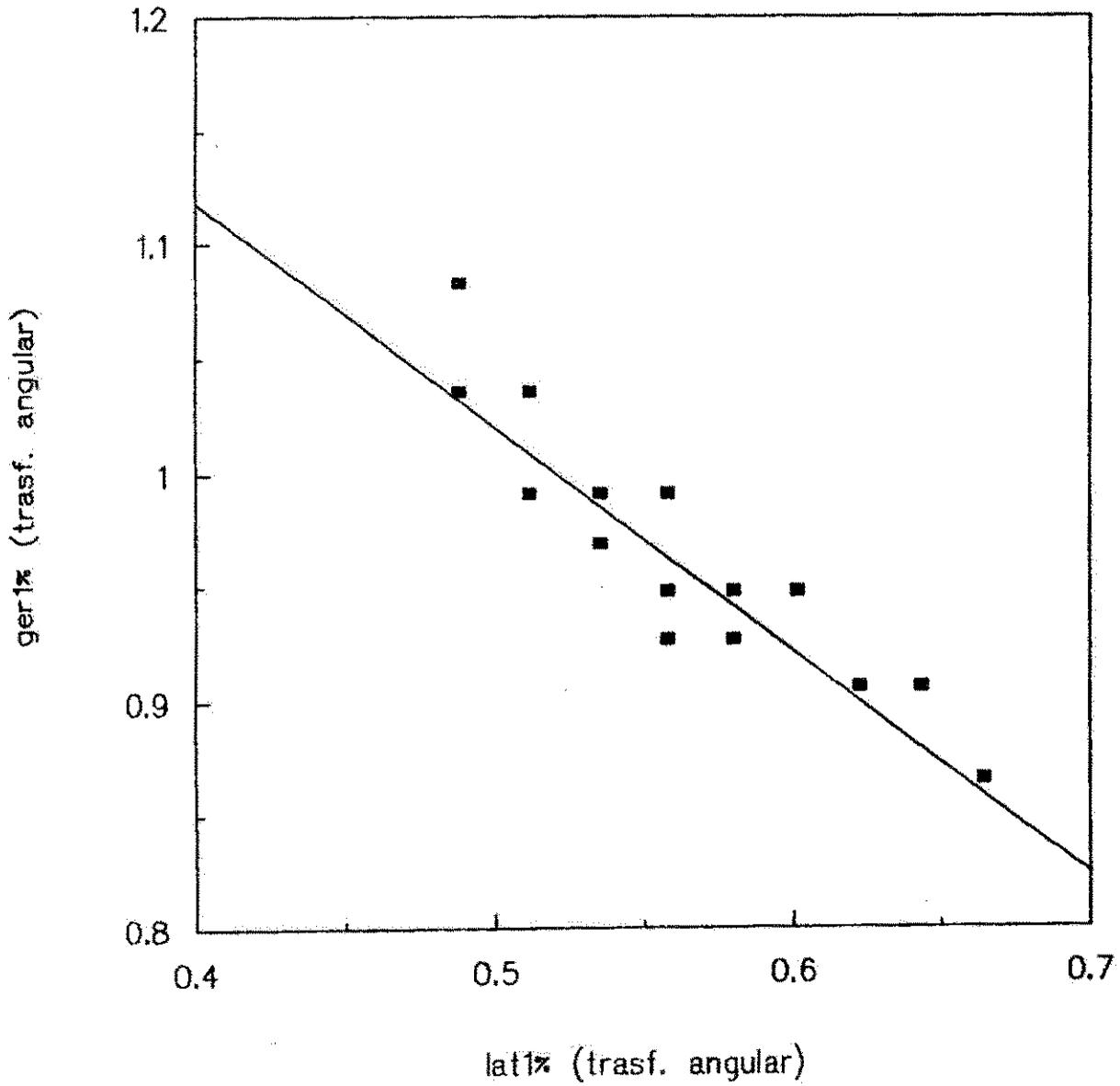
**Figura # 2 : Germinación de la semilla despues de tres meses de almacenamiento**

Para evaluar el efecto de la humedad de cosecha sobre la germinación, no es posible tomar como referencia los resultados de los análisis hechos al momento de la cosecha (G1). En efecto estos resultados, están fuertemente influenciados, como se puede observar en el anexo 3, por el alto porcentaje de latencia de la semilla. Esta relación entre G1 y latencia está confirmada por el análisis de regresión que se hizo entre estas dos variables.

El análisis de regresión entre Lat1% (variable independiente) y G1% (variable dependiente), realizado considerando conjuntamente todas las humedades de cosecha, comprobó la existencia de una relación inversamente proporcional y altamente significativa entre las dos variables.  $r = 0.83$   $F = 67.56$  (\*\*\*)

La ecuación de la regresión (fig. 3) resultó ser  $y = 1.51 - 0.98 x$

Sin embargo los resultados de los análisis de germinación hechos después de tres meses de la cosecha, indican claramente como más favorable cosechar a un 15% de humedad, encontrándose en esta condición un valor de germinación (99%) significativamente mayor que en los otros casos.



$$y = 1.51 - 0.98x$$

Figura # 3 : Recta de regresión entre germinación y latencia al momento de la cosecha.

### 3.1.2 - Latencia.

Se puede observar (fig. 4) que al momento de la cosecha se encontró un alto porcentaje de semilla latente (Anexo 3), que no fue significativamente diferente en las diversas condiciones.  $F = 0.81$  (n.s.)

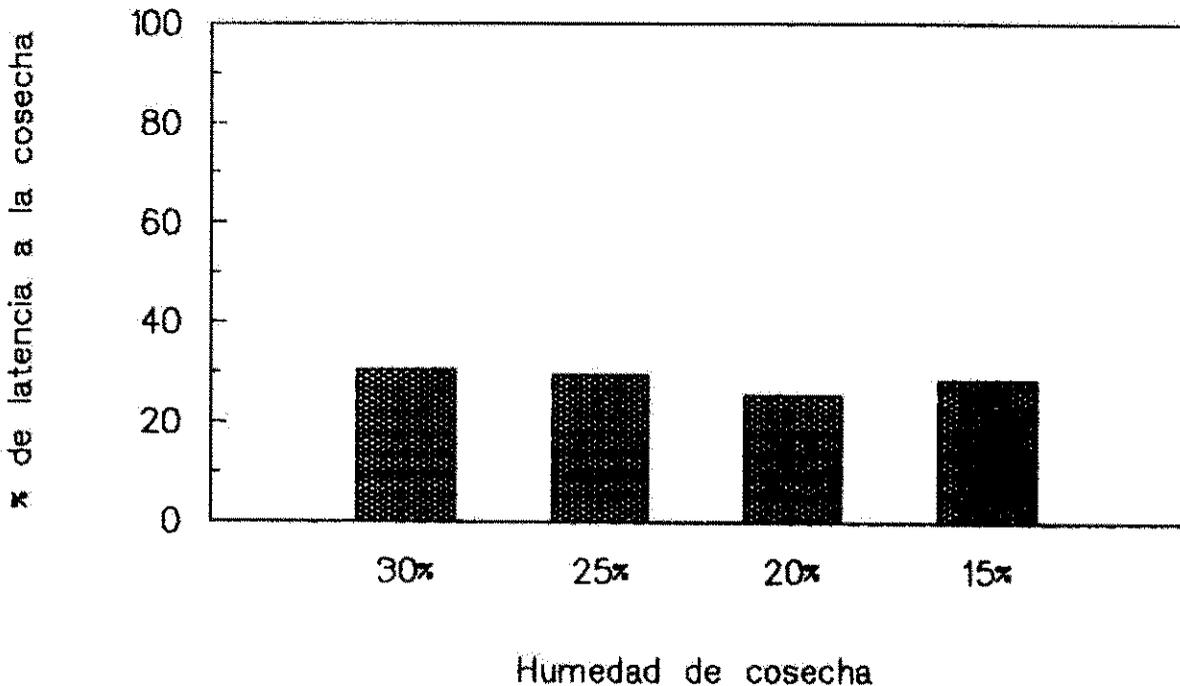


Figura # 4 : Latencia de la semilla al momento de la cosecha.

Independientemente de la humedad de cosecha, la latencia desapareció después de 3 meses de almacenamiento (anexo 3).

El vencimiento de la latencia pudo haber ocurrido como consecuencia del secado de la semilla (en efecto antes de ser almacenada las semillas fueron secadas hasta un 12% de humedad), o también los factores que determinaron este fenómeno pudieron ser otros, como la activación de procesos fisiológicos o cambios en la permeabilidad de los tegumentos de la semilla que se han dado en los tres meses de almacenamiento. Este fenómeno debería ser objeto de investigaciones más específicas.

### 3.1.3 - Infección total.

El porcentaje de infección es alto en todas las condiciones (fig. 5), siendo significativamente mayor cuando la semilla fue recolectada a un 20% de humedad. A menor y mayor porcentaje de humedad se da un porcentaje de infección más bajo.  $F = 14.5 (**)$ .

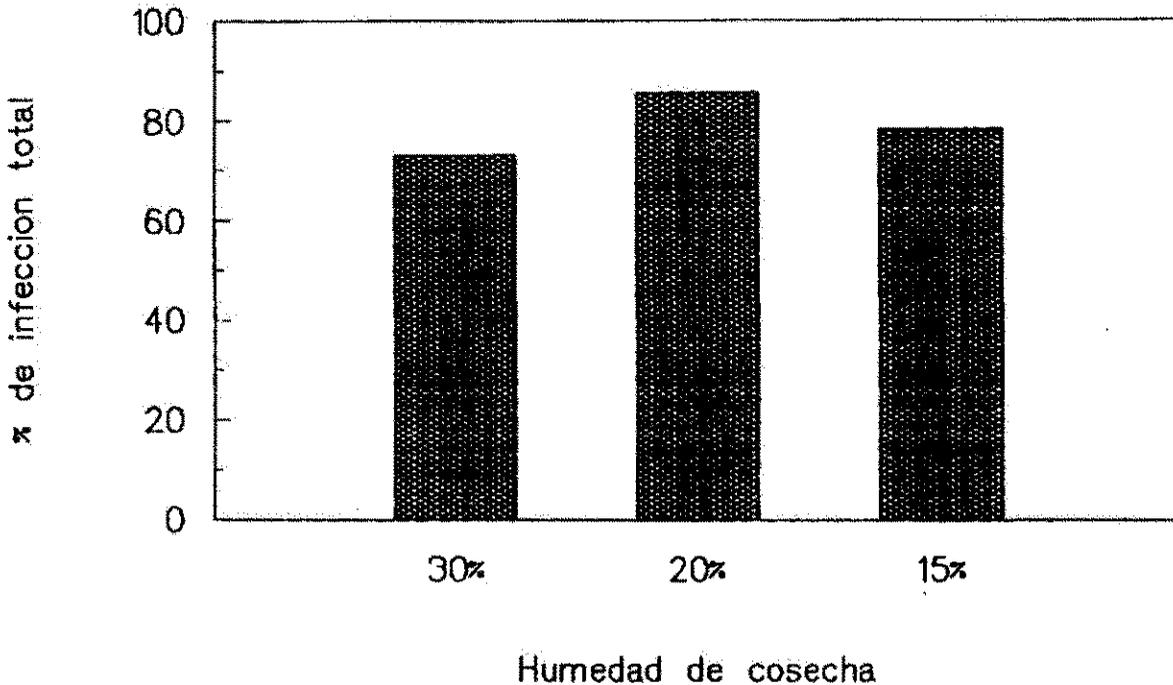


Figura # 5 : Infección de la semilla al momento de la cosecha.

El alto valor de la humedad relativa del aire durante la fase de maduración y secado del grano en la planta, favorece el ataque de parte de los hongos y puede explicar este resultado.

La infección llegó a su máximo grado al tener la semilla un 20% de humedad, después, con el bajar de la humedad de la semilla, las condiciones para el desarrollo de los hongos se hicieron menos favorables. La mayor concentración de taninos en el tegumento de la semilla es otro fenómeno que explica la disminución de la infección cosechando al 15% de humedad y el hecho que la semilla cosechada tarde mantiene un alto grado de germinación. En efecto, es comprobado (Kao, 1988), que los compuestos polifenólicos protegen la semilla del ataque de los hongos.

El análisis de regresión efectuado, considerando conjuntamente todas las humedades de cosecha, entre la infección total (variable independiente) y la germinación total (variable dependiente), indica que la infección total no influyó en la germinación de la semilla considerada al momento de la cosecha.  $F = 0.18$  (n.s.)

### 3.1.4 Infección por hongos específicos.

Los hongos encontrados en la semilla durante su permanencia en el campo fueron : Curvularia, Phomopsis, Fusarium, Nigrospora, Helminthosporium y Colletotrichum.

A los diferentes niveles de humedad, la presencia de Curvularia siempre se mantuvo alta (fig. 6), existiendo una diferencia altamente significativa entre el primer nivel de humedad (30%) y los otros dos niveles (20% y 15%).  $F = 9.025$ . (\*\*). También se puede observar que a medida que el grano pierde humedad, la infección disminuye.

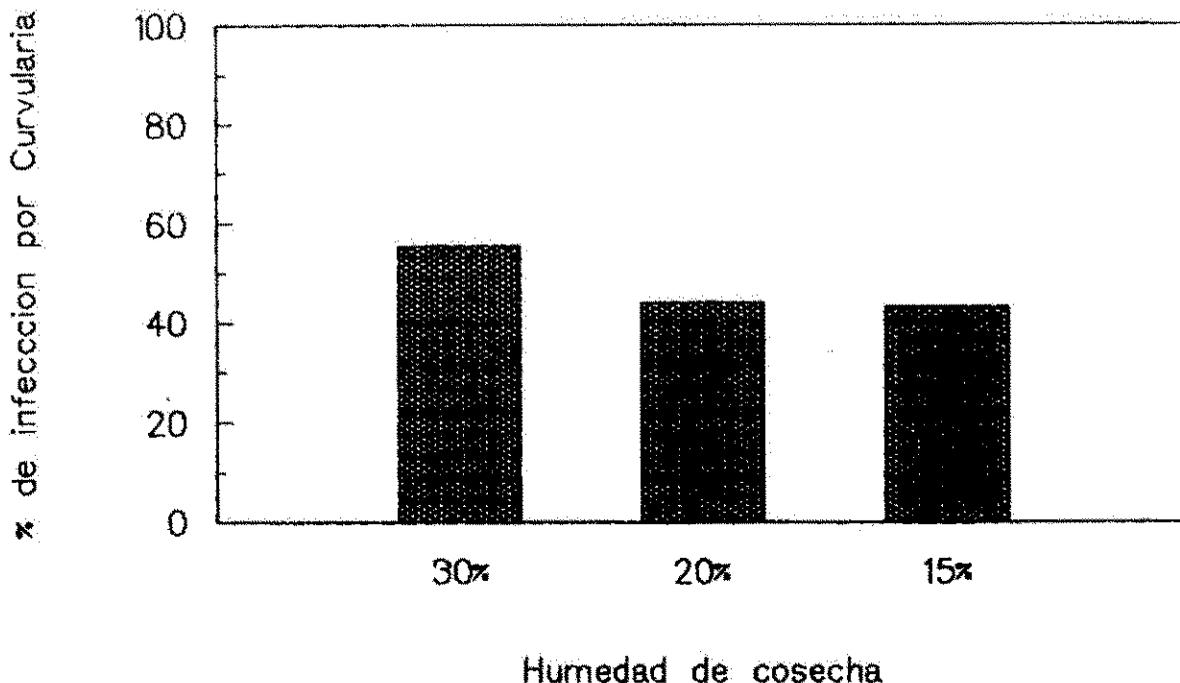


Figura # 6 : Infección por Curvularia.

A pesar del alto índice de presencia del patógeno, no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Curvularia y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 4.14$  n.s. (anexo 5).

Los porcentajes de presencia de Phomopsis se consideran altos en todas las condiciones (fig. 7). Este hongo adquiere mayor presencia a un 20 % de humedad, observándose una diferencia significativa entre este momento de cosecha respecto a los otros dos analizados.  $F = 11.45 (**)$ .

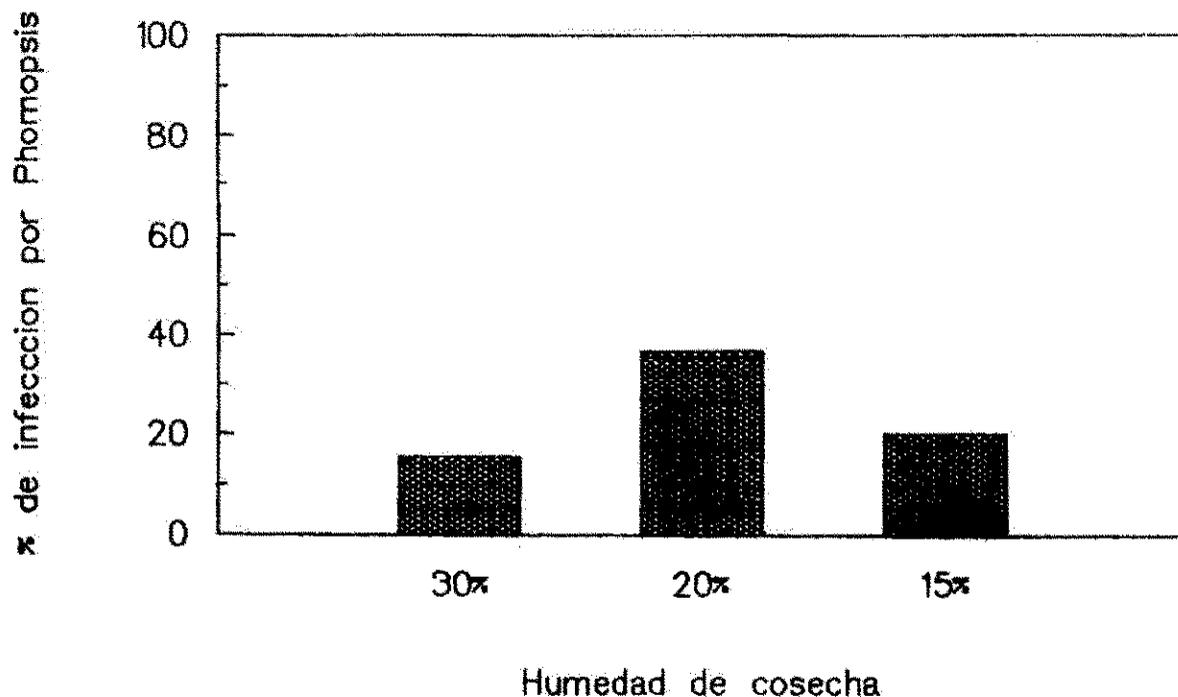


Figura # 7 : Infección por Phomopsis.

Al evaluar el efecto del hongo sobre la germinación de la semilla, se encontró que no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Phomopsis y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 4.69$  n.s. (anexo 6).

La presencia de Fusarium en la semilla cosechada al 30% de humedad fue baja (fig 8); sin embargo se observa que a medida que el grano fue perdiendo humedad (mayor permanencia en el campo), la infección aumentó significativamente, existiendo una diferencia altamente significativa entre los tres niveles de humedad respecto a su presencia.  $F = 15.02 (**)$ .

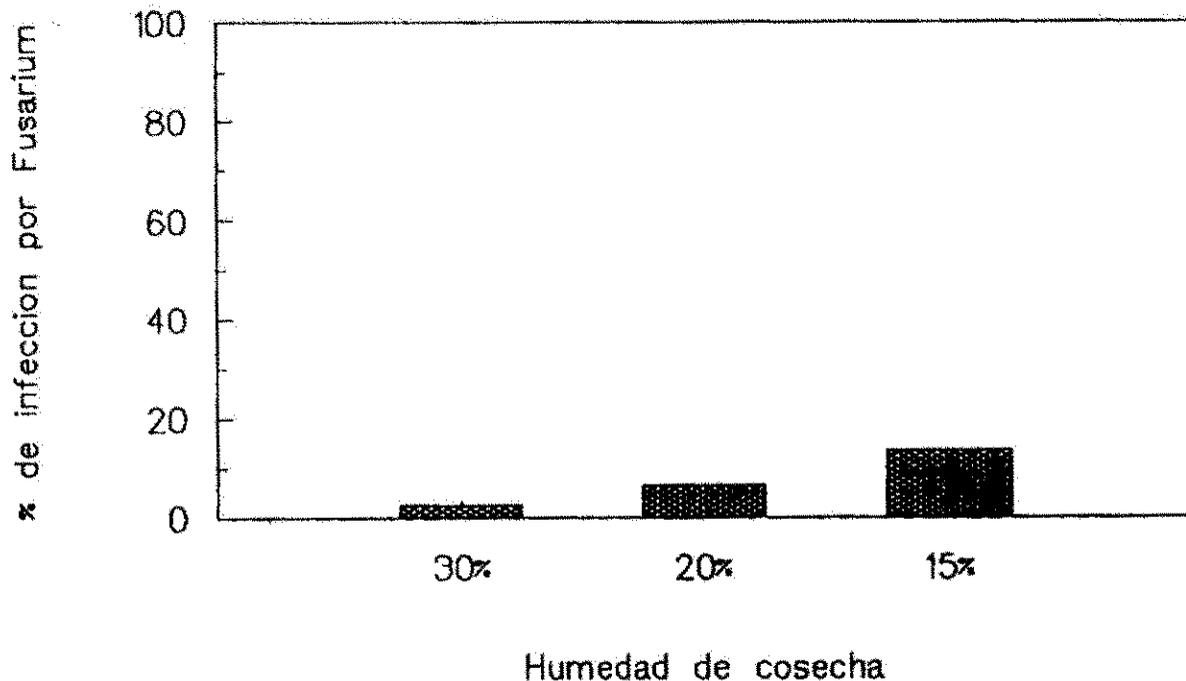


Figura # 8 : Infección por Fusarium.

Al evaluar el efecto del hongo sobre la germinación del grano, se encontró que hubo una diferencia altamente significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Fusarium y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 249.80 (***)$  (anexo 7).

La presencia de Nigrospora fue baja en todas las condiciones y no se dieron diferencias significativas entre los diversos momentos de cosecha respecto a la presencia de este hongo.  $F = 1.28$  n.s. (fig.9).

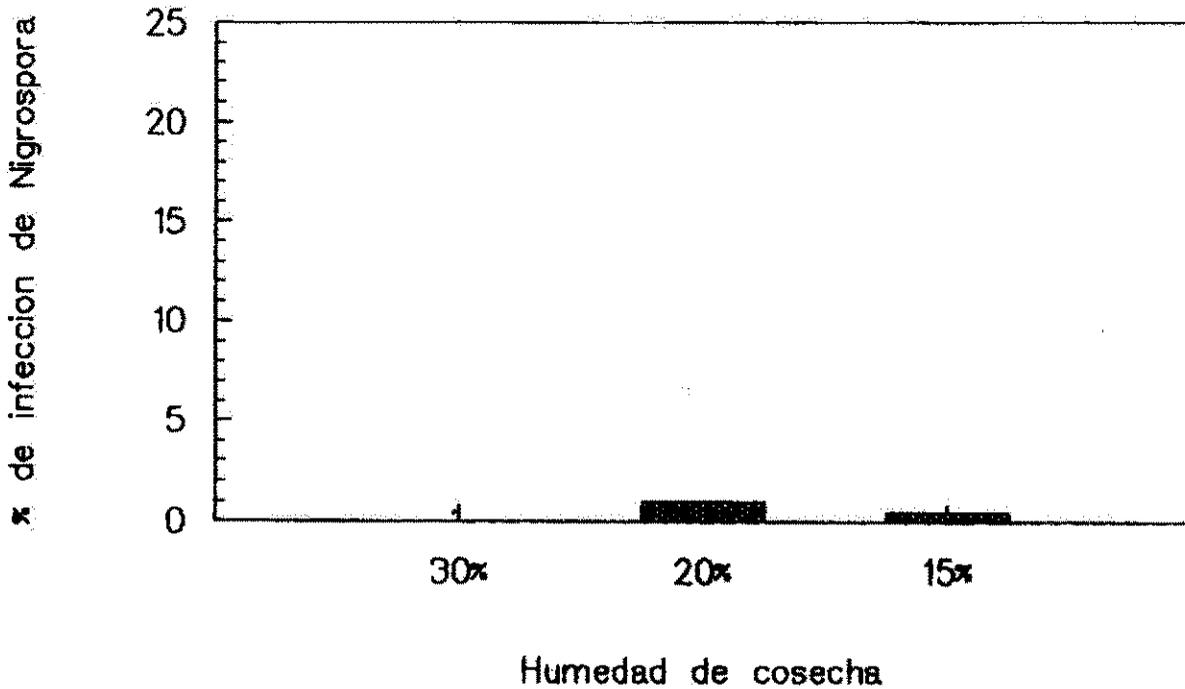


Figura # 9 : Infección por Nigrospora

Los efectos sobre la germinación del grano, no pudieron ser evaluados debido a la poca presencia del patógeno.

La presencia de Helminthosporium fue baja en todas las condiciones (fig. 10), sin observarse diferencias significativas entre los diferentes niveles de humedad de cosecha.  $F = 2.46$  (n.s.)

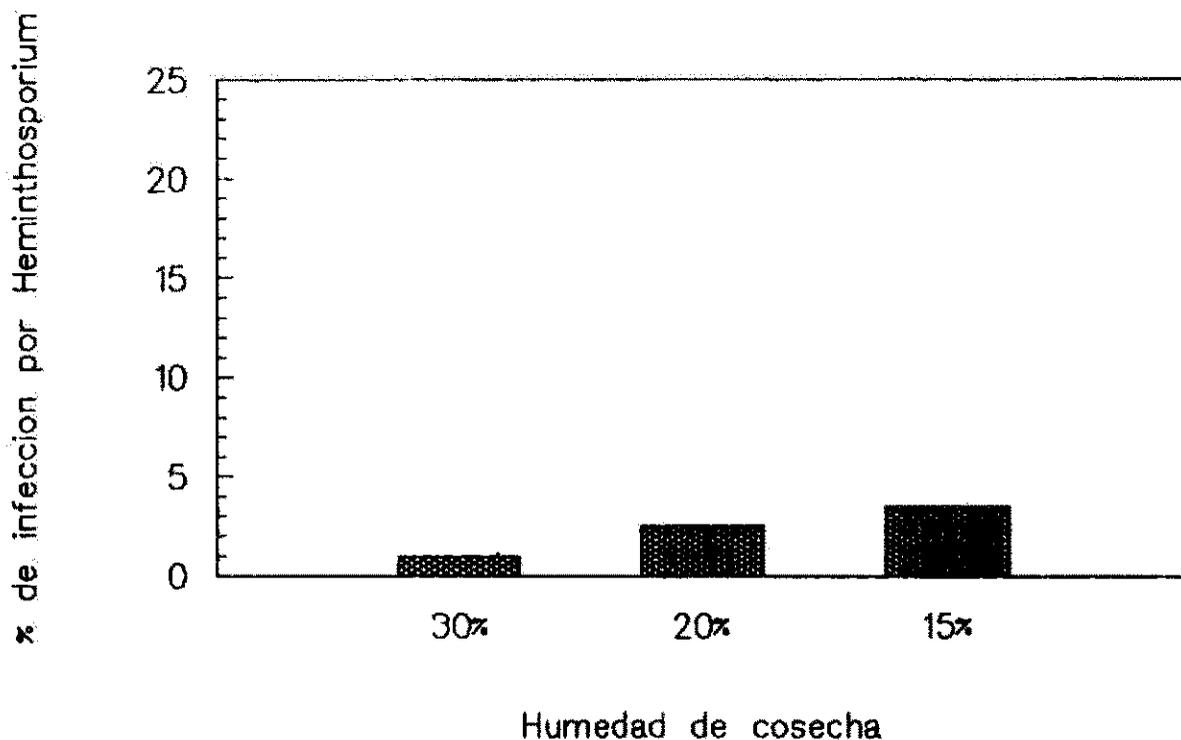


Figura # 10 : Infección por Helminthosporium.

Debido a la baja presencia del hongo, no fue posible evaluar el efecto de éste sobre la germinación de la semilla.

Colletotrichum se manifestó en porcentajes bastante bajos en todas las condiciones (fig. 11), mostrando una tendencia a ir aumentando a medida que la semilla perdió humedad; sin embargo no existieron diferencias significativas respecto a su presencia en los diferentes momentos de cosecha.  $F = 1.12$  (n.s.).

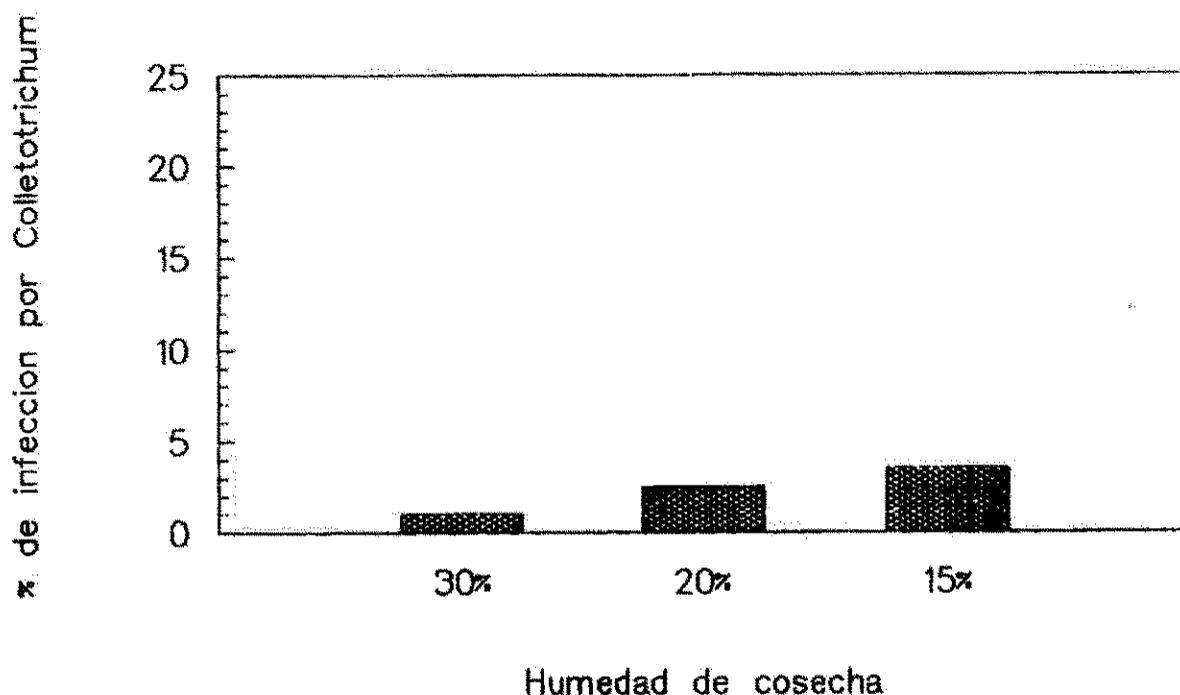


Figura # 11 : Infección por Colletotrichum.

Los efectos sobre la germinación del grano no pudieron ser evaluados, debido a la poca presencia del patógeno.

De los hongos encontrados, los de mayor presencia fueron Curvularia y Rhizopus.

Fusarium aumentó significativamente su presencia con el transcurrir del tiempo en que las plantas fueron dejadas en el campo y afectó la viabilidad de la semilla.

Nigrospora, Helminthosporium y Colletotrichum tuvieron una presencia mínima que no varió en forma significativa en los diferentes momentos de cosecha.

### 3.2 Efecto de algunos factores bióticos y abióticos en la baja germinación de la variedad T-43.

#### 3.2.1 - Efecto de la humedad de cosecha sobre la germinación.

El porcentaje de germinación en G1 resultó bajo, independientemente del nivel de humedad en que fue cosechada la semilla (fig. 12). Sin embargo se encontró una diferencia altamente significativa, cuando el grano se cosechó a un 18% de humedad. En esta condición la germinación resultó ser significativamente mayor.  $F = 6.53 (**)$ .

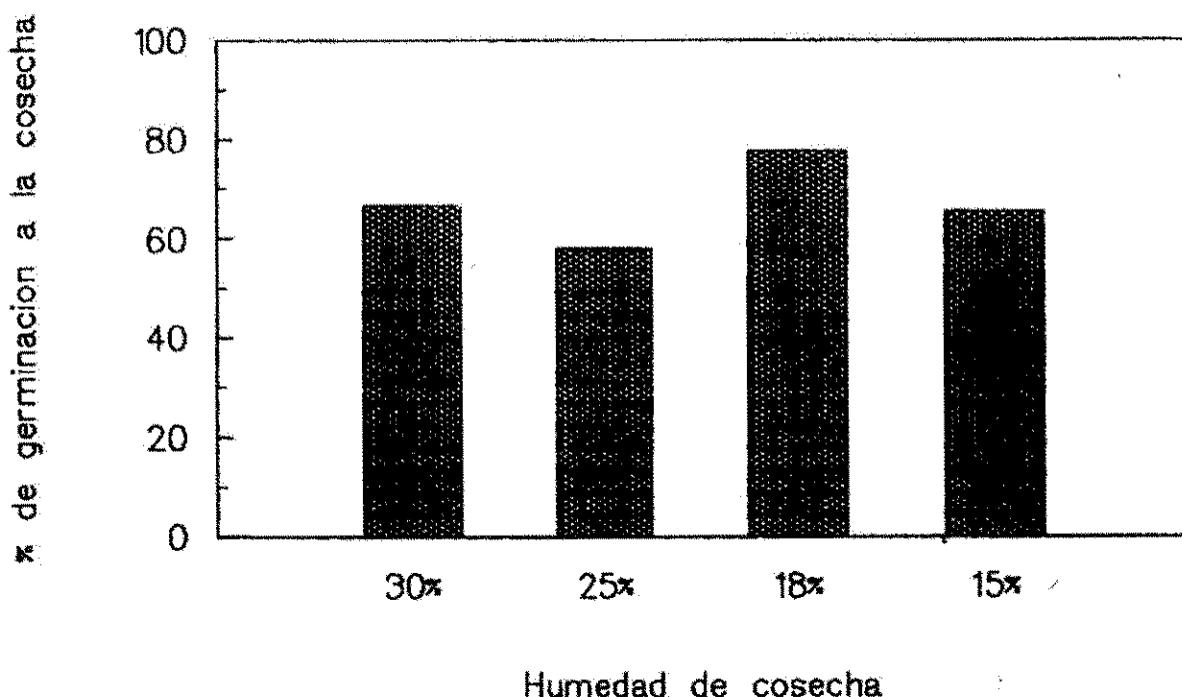
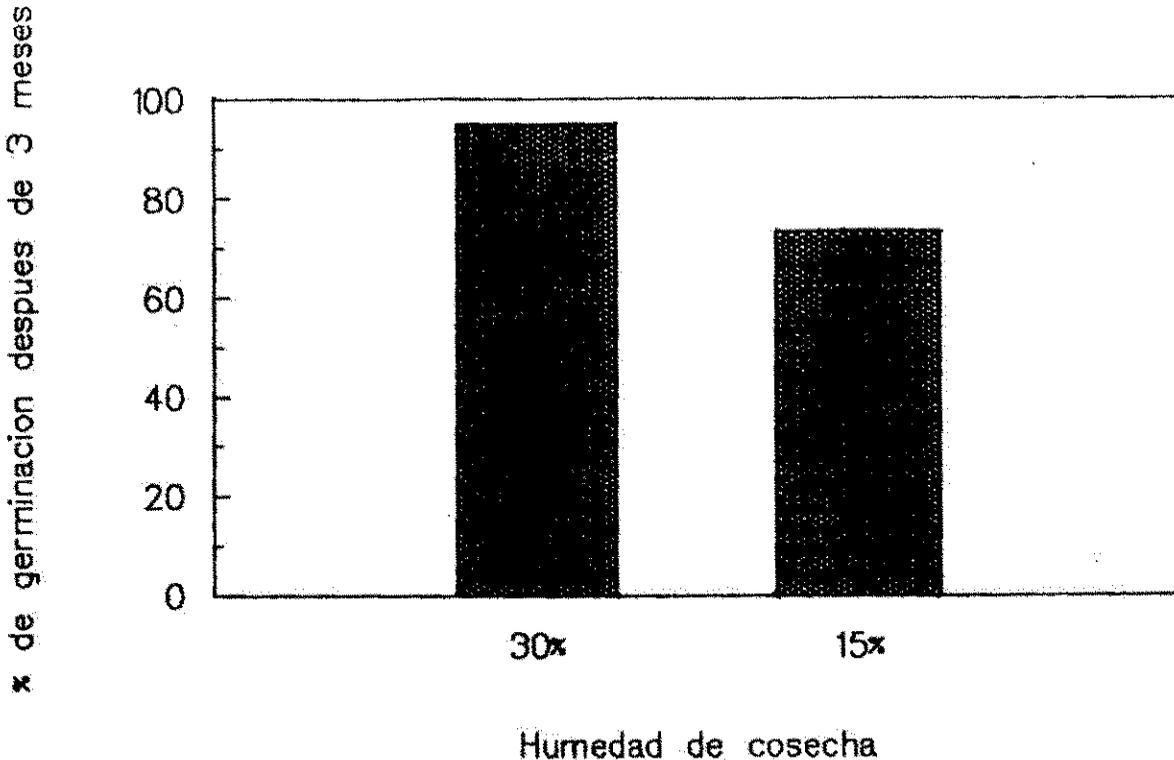


Figura # 12: Germinación de la semilla al momento de la cosecha

En G2, el porcentaje de germinación fue mayor cuando la semilla se cosechó temprano (30%), que cuando se cosechó tarde (15%), existiendo una diferencia altamente significativa entre estos dos momentos de cosecha, respecto a la germinación de la semilla.  $F = 58.39 (***)$  (fig. 13).



**Figura # 13: Germinación de la semilla después de tres meses de almacenamiento**

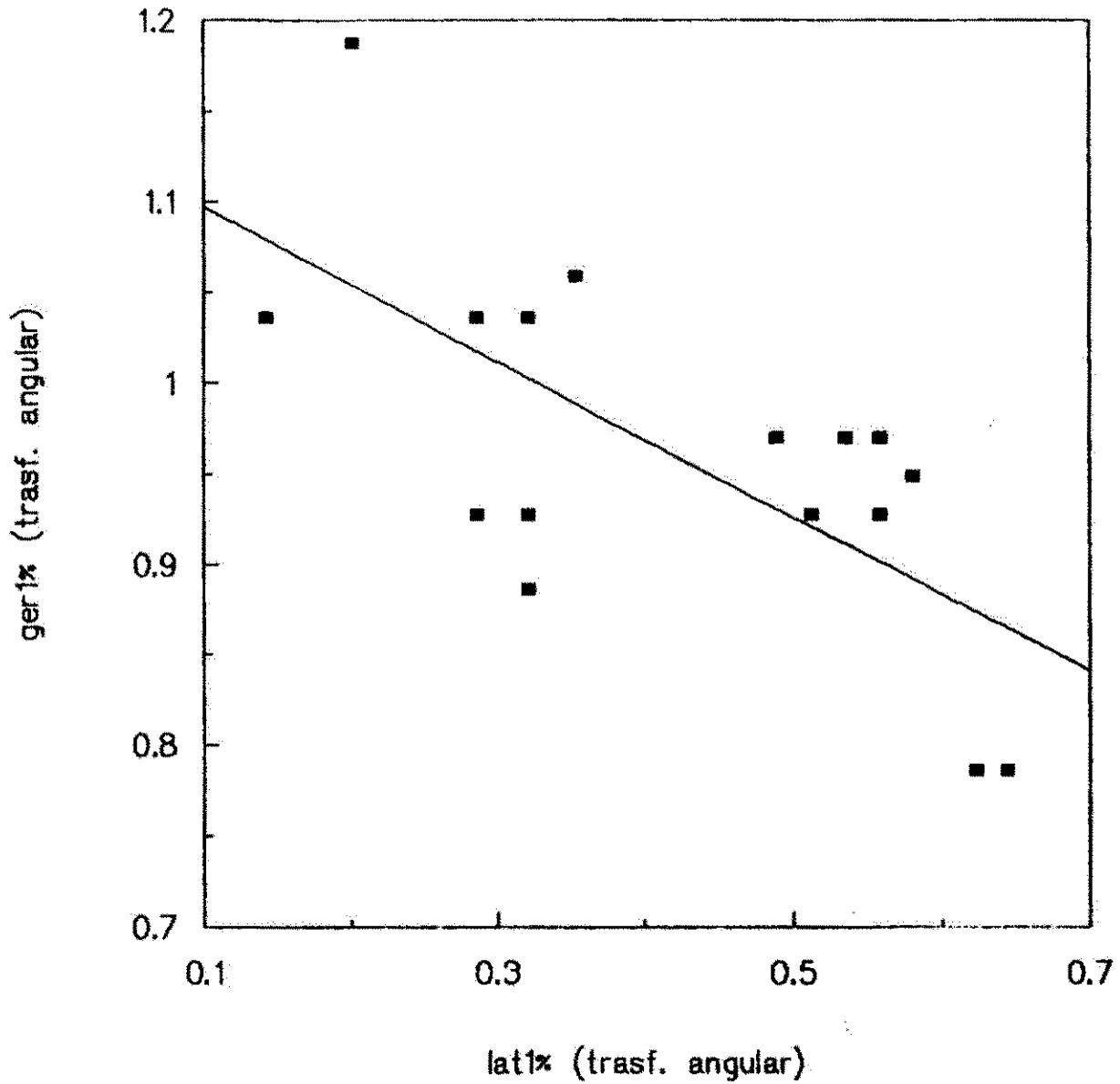
Los bajos valores de germinación que presentó la semilla al momento de la cosecha se deben a la presencia de latencia, como se puede observar en el anexo 12 y como comprueba el análisis de regresión entre las dos variables G1 y L1.

El análisis de regresión efectuado entre latencia (variable independiente) y la germinación de la semilla (variable dependiente), considerando conjuntamente todas las humedades de cosecha, indica la existencia de una relación inversamente proporcional y altamente significativa entre estas dos variables.  $F = 11.95 (**)$ .

La ecuación de regresión (fig 14) resultante es  $Y = 1.14 - 0.429 X$  y el coeficiente de correlación  $r = 0.46$ .

Los resultados de los análisis de germinación hechos para las humedades de cosecha del 30% y 15%, después de tres meses de almacenamiento, indican claramente que cosechando temprano se obtienen resultados aceptables ( $G_2=95\%$ ), mientras que cosechando tarde la germinación disminuye notablemente ( $G_2=73.5\%$ ); por lo tanto, se puede concluir que las semillas de esta variedad (grano blanco) a diferencia de aquellas del híbrido D-55 (grano rojo), pierden la viabilidad al dejarlas secar directamente en el campo.

La mayor infección por *Fusarium*, al cosechar al 15% de humedad puede explicar la menor viabilidad de la semilla en esta condición.



$$y = 1.14 - 0.429x$$

Figura # 14: Recta de regresión entre germinación y latencia al momento de la cosecha.

## 3.2.2 - Latencia.

Al momento de la cosecha se observaron altos porcentajes de semillas latentes cosechando al 30% y 25% (fig. 15), disminuyendo de forma altamente significativa cosechando más tarde.  $F = 23.68$  (\*\*\*)).

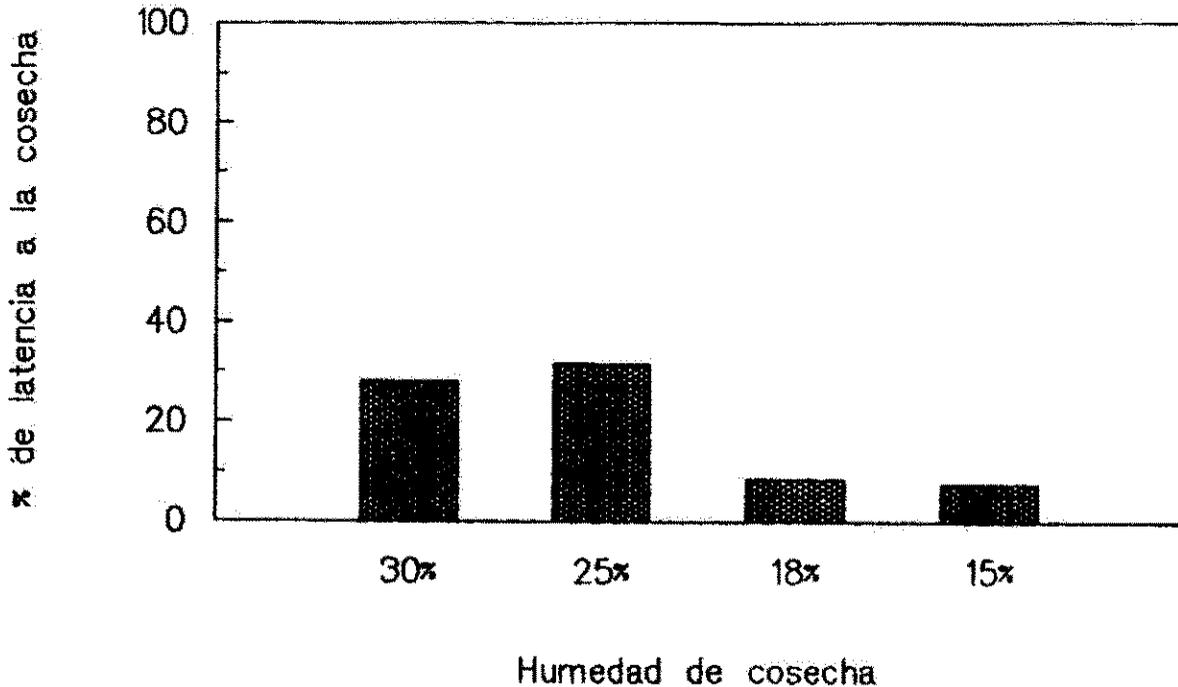


Figura # 15: Latencia de la semilla al momento de la cosecha.

Después de tres meses de almacenamiento, la latencia desapareció en ambas condiciones consideradas (anexo 12).

Independientemente del nivel de humedad de cosecha la latencia desaparece por completo después de 3 meses de almacenamiento.

Se puede deducir entonces, que esta variedad se caracteriza por una latencia bastante débil, que se vence después de un tiempo relativamente corto. Las causas del vencimiento de la latencia tendrán que ser objeto de ulteriores investigaciones, tomando en cuenta cuanto ya expresado en referencia a la variedad D55.

### 3.2.3 - Infección total.

El porcentaje de infección es alto en todas las condiciones (fig. 16). Existiendo diferencias altamente significativas entre los diversos momentos de cosechas.  $F = 14.96 (**)$ , encontrándose la mayor infección cuando la semilla se recolectó con un 30% de humedad.

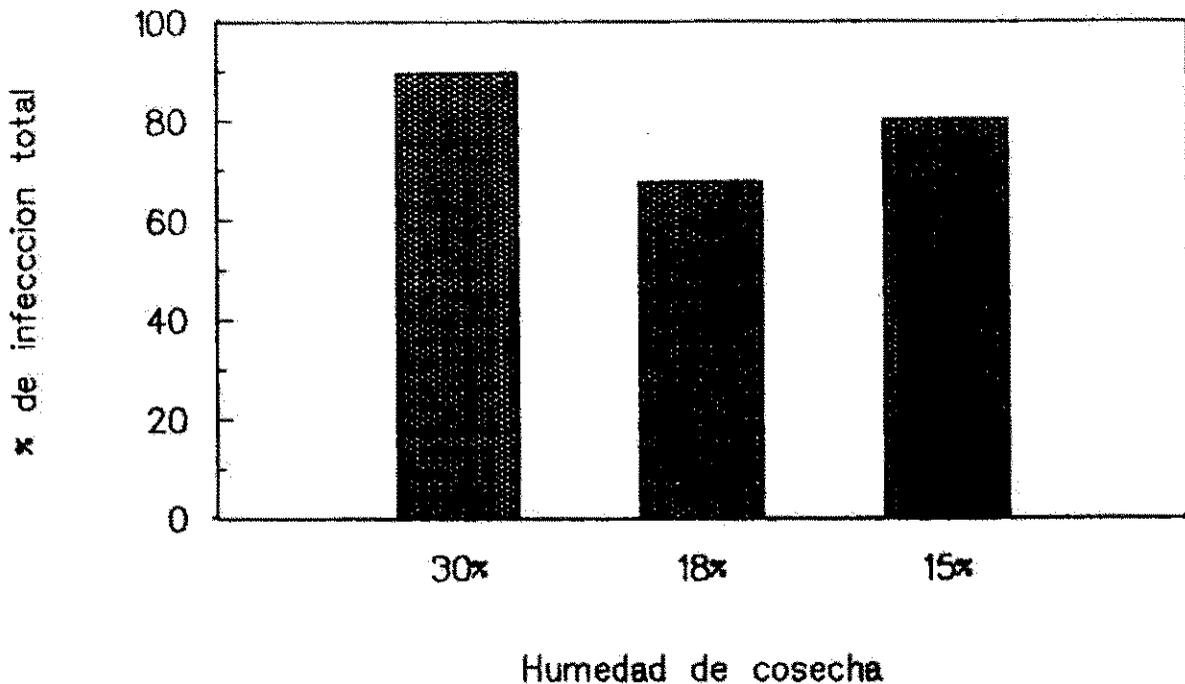


Figura # 16: Infección de la semilla al momento de la cosecha.

El análisis de regresión efectuado, considerando conjuntamente todas las humedades de cosecha entre la infección total (variable independiente) y la germinación total (variable dependiente), nos indica que la infección total no influyó en la germinación de la semilla.  $F = 0.048$  (n.s).

### 3.2.4 Infección por hongos específicos.

Los hongos encontrados en la semilla, durante su permanencia en el campo fueron : Curvularia, Phomopsis, Fusarium, Nigrospora, Helminthosporium y Colletotrichum.

A medida que el grano pierde humedad la infección por Curvularia disminuye; altos porcentajes de infección por Curvularia se obtuvieron cuando la semilla se recolectó al 30% y 18% de humedad (fig. 17), ocurriendo lo contrario cuando ésta se cosechó al 15% de humedad, existiendo diferencia altamente significativa entre los diferentes momentos de cosecha respecto a la presencia del hongo.  $F = 21.65 (***)$ .

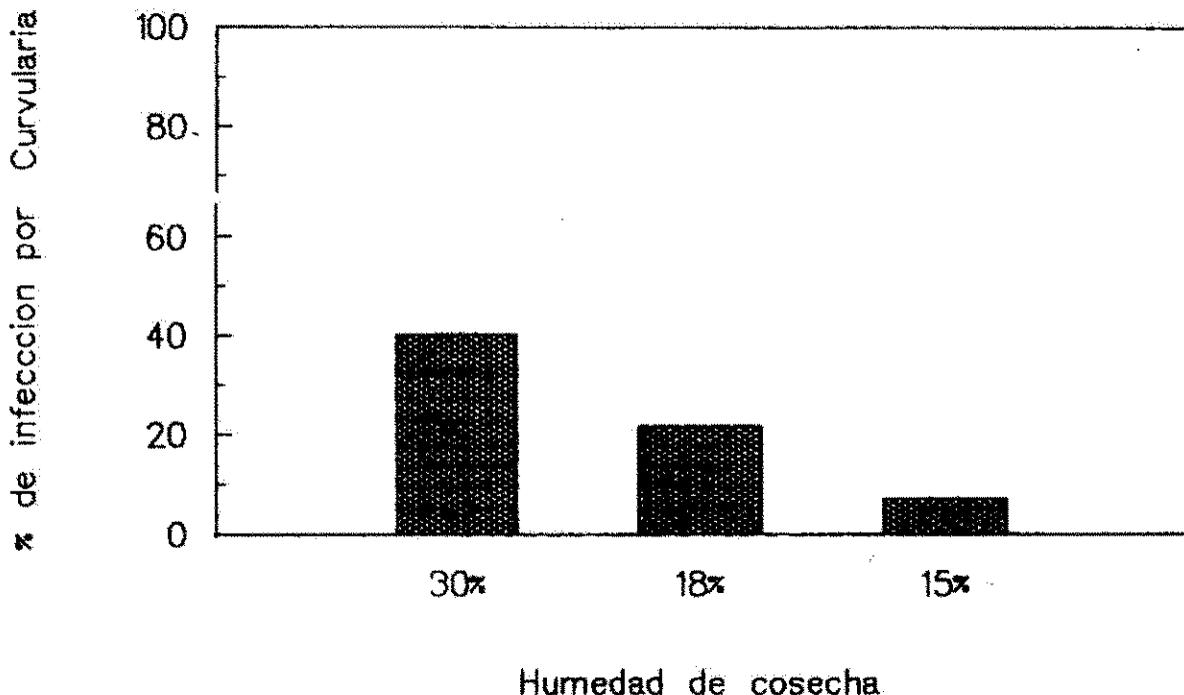


Figura # 17: Infección por Curvularia.

Al evaluar el efecto del hongo sobre la germinación del grano, no hubo diferencias significativas, entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Curvularia y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 0.11$  n.s. (anexo 14).

La presencia de Phomopsis fue baja cuando la semilla se cosechó a un 18 y 15% de humedad (fig. 18). Sin embargo se encontró una diferencia altamente significativa cuando la semilla se cosechó a un 30% de humedad, dándose en esta condición los mayores porcentajes de infección.  $F = 33.33 (***)$ . También se observa que a medida que el grano pierde humedad, la infección disminuye.

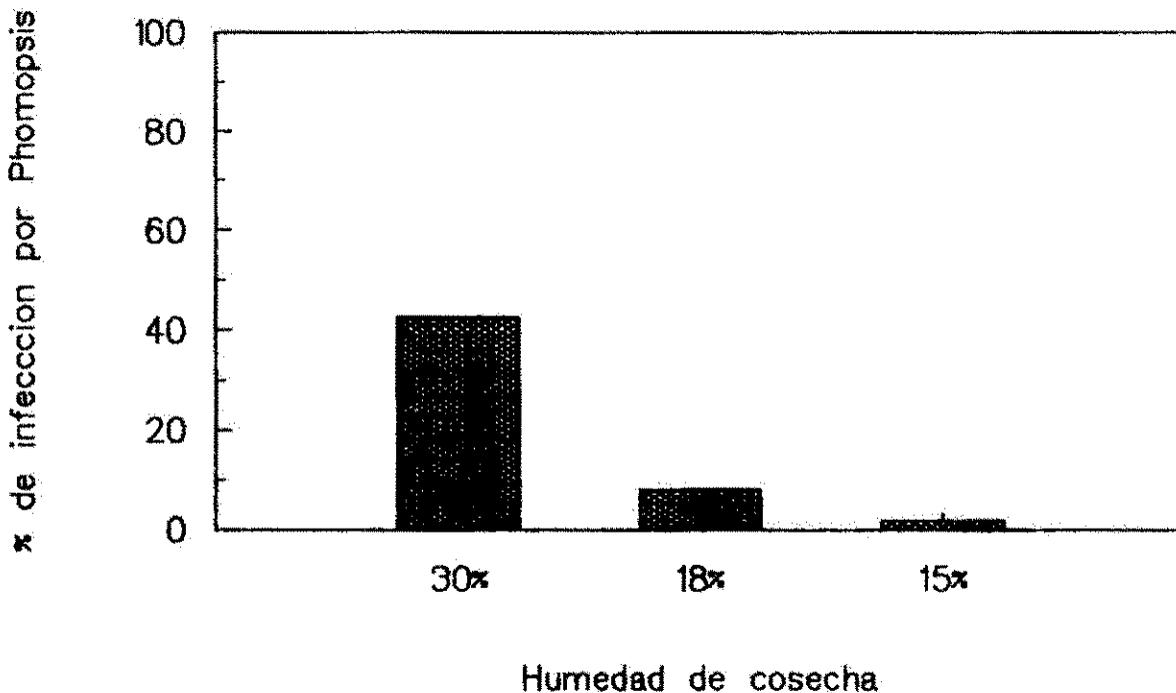


Figura # 18: Infección por Phomopsis.

No hubo diferencia significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Phomopsis y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 3.88$  n.s. (anexo 15)

La presencia de Fusarium en la semilla cosechada al 30% de humedad fue baja (fig. 19). Sin embargo se observa que a medida que el grano fue perdiendo humedad la infección aumentó, hasta alcanzar los mayores porcentajes de infección cuando la semilla se cosechó a un 15%, encontrándose diferencias altamente significativas entre los tres niveles de humedad respecto a su presencia.  $F = 47.37$  (\*\*\*)

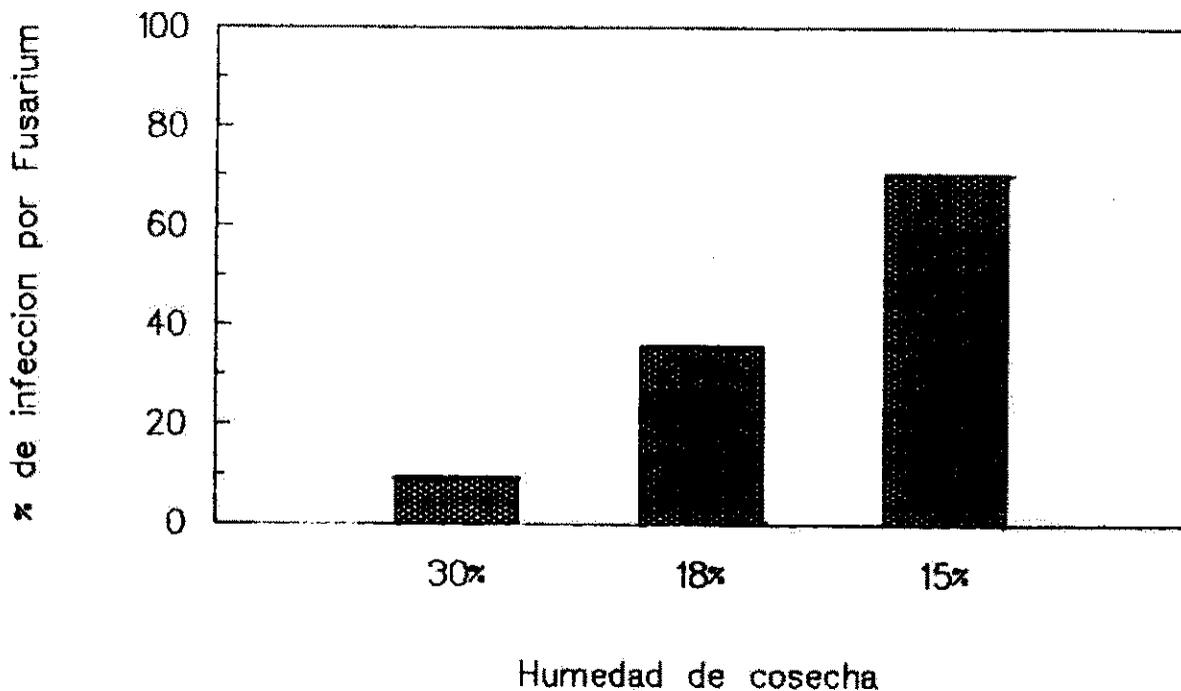


Figura # 19: Infección por Fusarium.

No obstante la germinación de las semillas afectadas por Fusarium (49%) resultó ser menor de la germinación total (59%), esta diferencia no es significativa.  $F = 5.45$  n.s. (anexo 16).

La presencia de Nigrospora fue baja en todas las condiciones (fig. 20), y no se dieron diferencias significativas entre los diversos momentos de cosecha respecto a la presencia de este hongo.  $F = 3.50$  (n.s.)

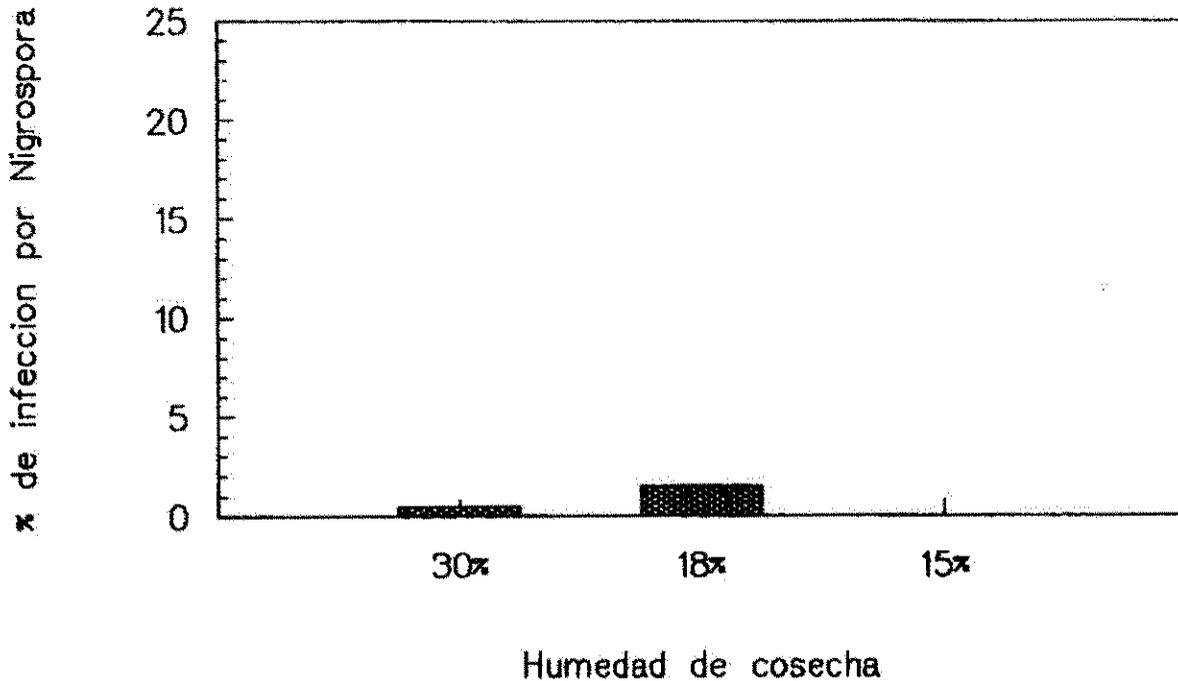


Figura # 20: Infección por Nigrospora.

Los efectos del hongo sobre la germinación de la semilla, no pudieron ser evaluados debido a la poca presencia del patógeno.

La presencia de *Helminthosporium* fue baja en todas las condiciones (fig. 21), y no se observaron diferencias significativas entre las diferentes humedades de cosecha.  $F = 0.5$  (n.s.)

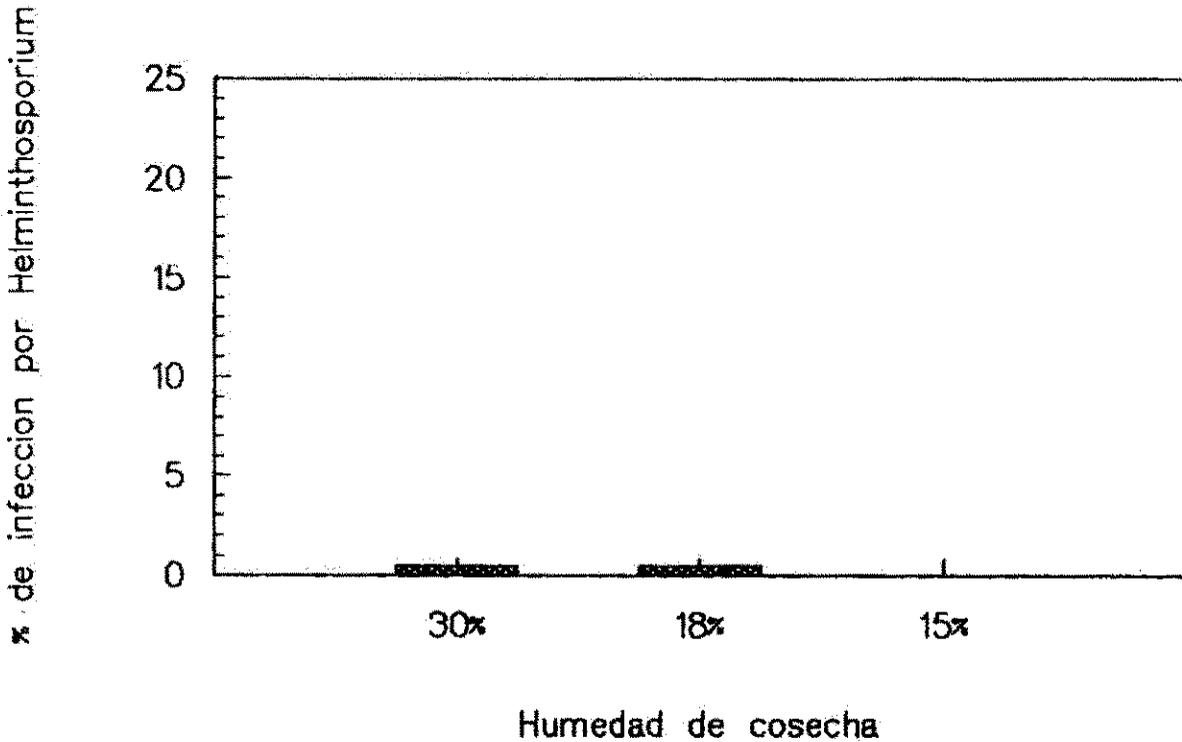


Figura # 21: Infección por *Helminthosporium*.

Los efectos sobre la germinación de la semilla no pudieron ser evaluados, debido a la poca presencia del patógeno.

La presencia de Colletotrichum fue baja en todas las condiciones (fig. 22), y no se observaron diferencias significativas entre las diferentes humedades de cosecha.  $F = 1.28$  (n.s.)

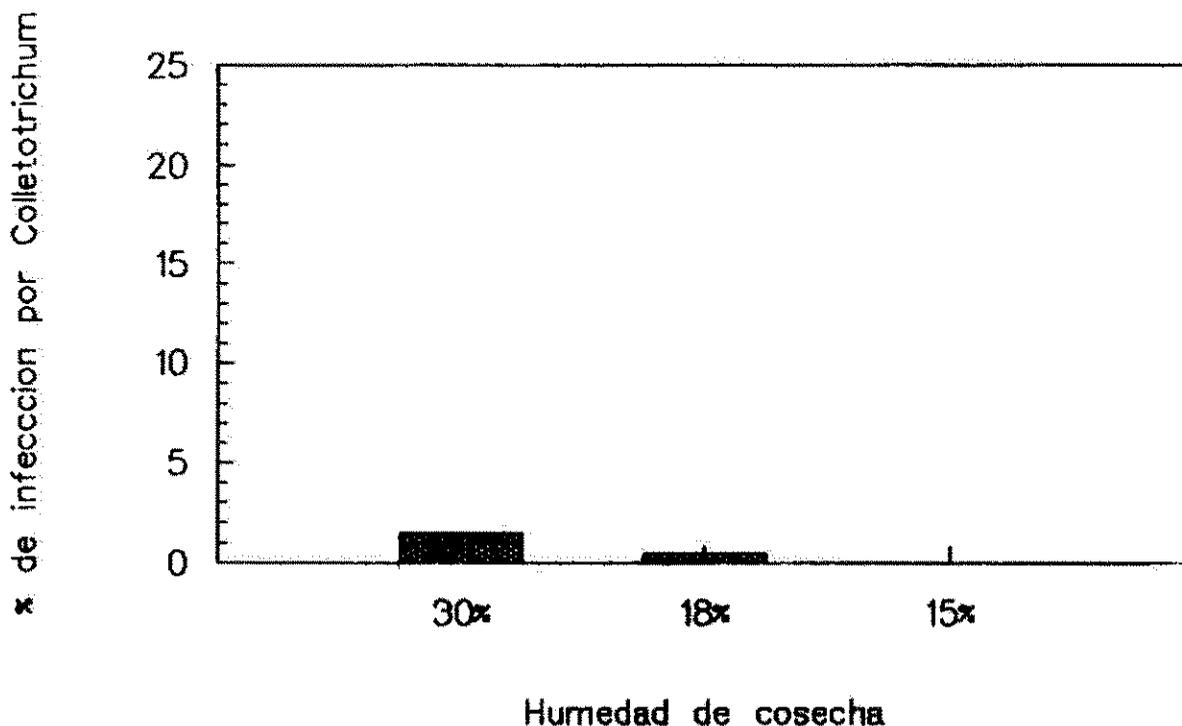


Figura # 22 : Infección por Colletotrichum.

Los efectos sobre la germinación de la semilla, no pudieron ser evaluados debido a la poca presencia del patógeno.

De los hongos encontrados los de mayor presencia fueron:

- Curvularia y Phomopsis, que alcanzaron su máxima presencia en semillas cosechadas al 30% de humedad y disminuyeron de manera altamente significativa al cosechar a humedades más bajas;
- Fusarium, que aumentó notablemente su presencia al cosechar más tarde.

Nigrospora, Helminthosporium, y Colletotrichum tuvieron una mínima presencia que no varió en forma significativa en los diferentes momentos de cosecha.

### 3.3 Efecto de algunos factores bióticos y abióticos en la baja germinación de la línea SPV - 475

#### 3.3.1 - Efecto de la humedad de cosecha sobre la germinación.

El porcentaje de germinación en G1% fue bajo cuando la semilla se cosechó con un 29% de humedad y altos cuando la semilla se cosechó a humedades menores (fig.23). La mayor germinación se dio cuando la semilla se cosechó a un 12%, y las diferencias resultaron altamente significativas entre los diversos momentos de cosecha.  $F = 11.10 (**)$ .

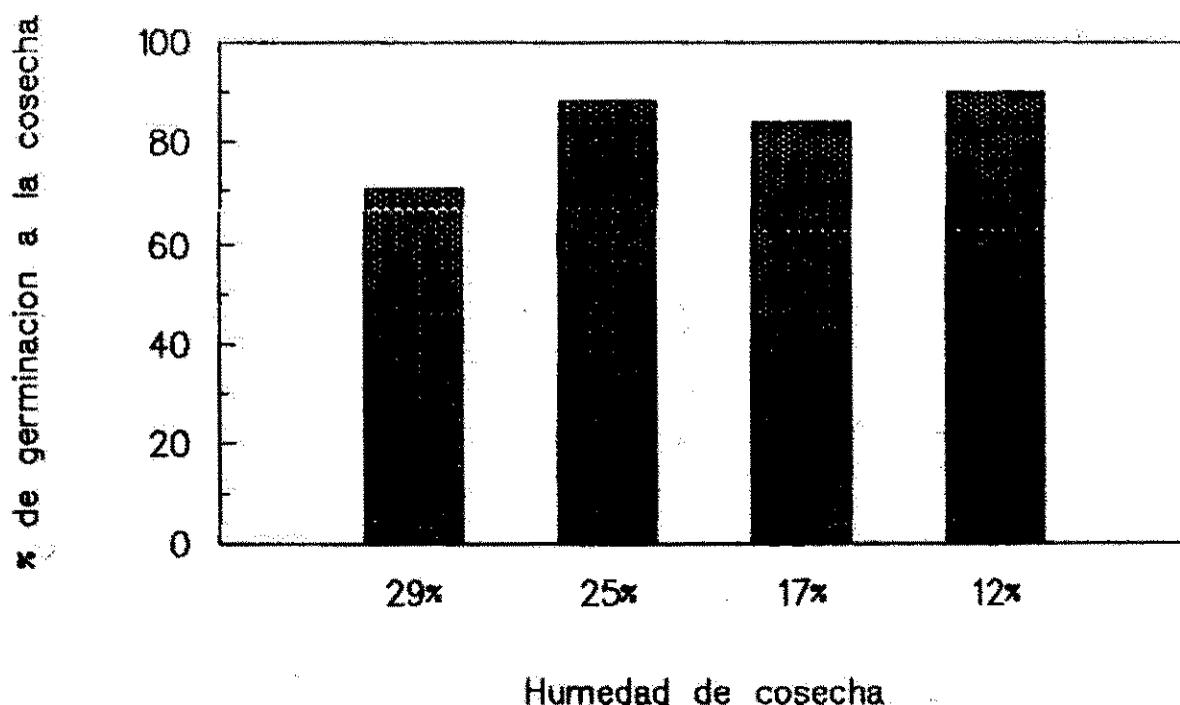
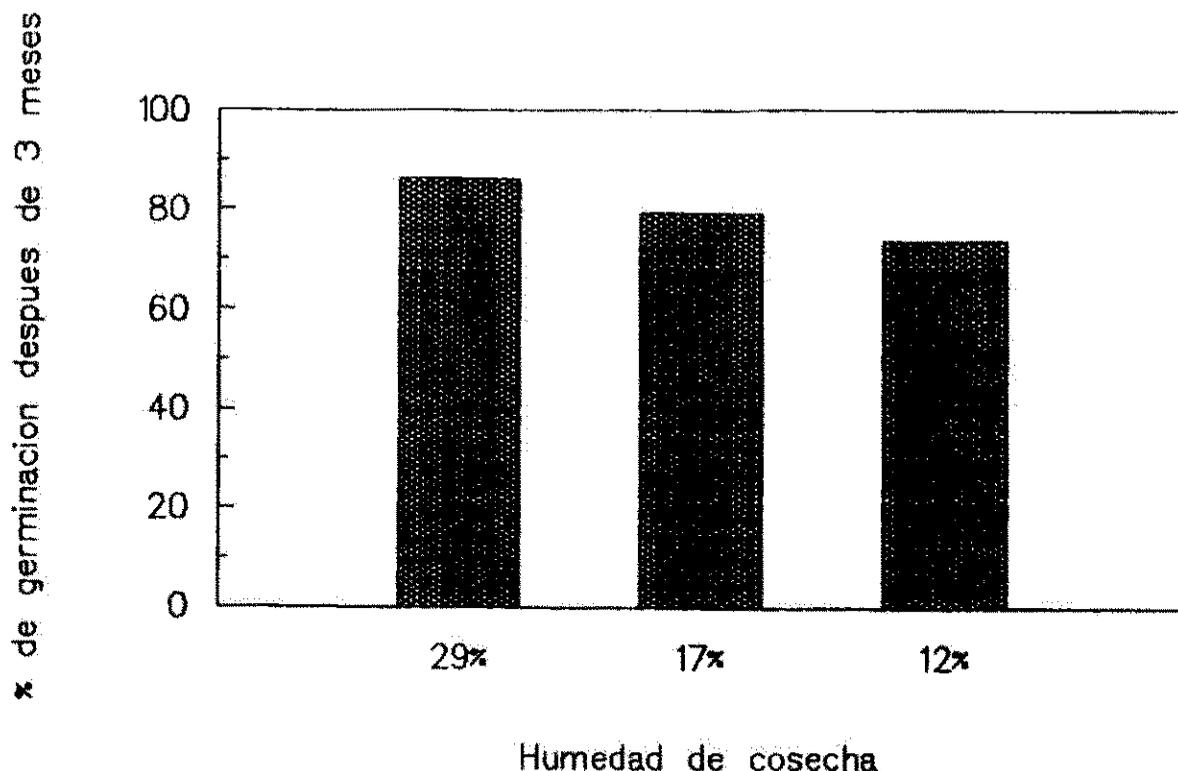


Figura # 23: Germinación de la semilla al momento de la cosecha

En G2%, el porcentaje de germinación resultó bajo cuando la semilla se cosechó a un 17 y 12% de humedad. Sin embargo, se encontró una diferencia altamente significativa cuando la semilla se cosechó con un 29% de humedad (fig 24). En esta condición la germinación resultó ser mayor.  $F = 11.05 (**)$ .



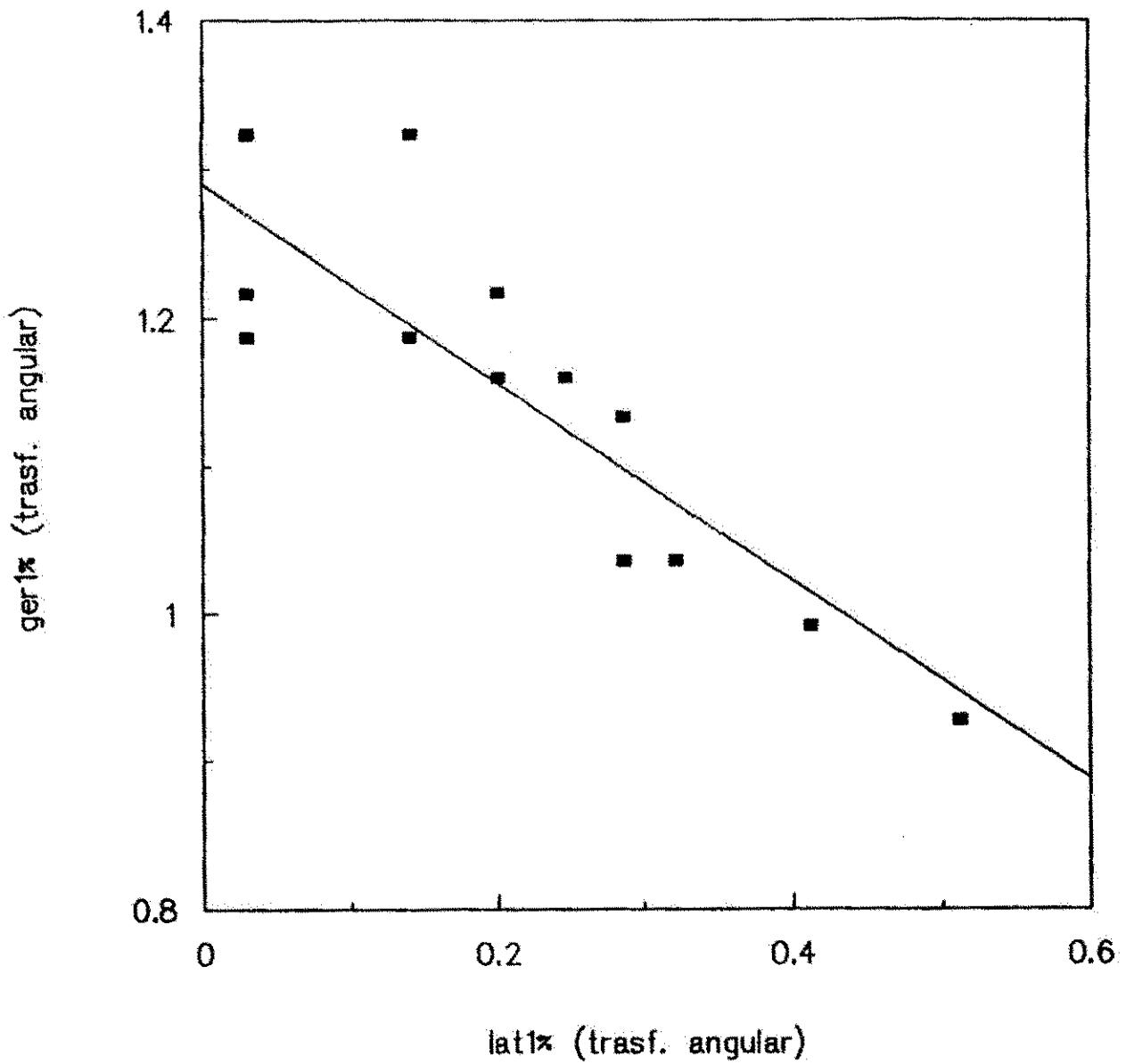
**Figura # 24:** Germinación de la semilla después de tres meses de almacenamiento

Los resultados de los análisis efectuados al momento de la cosecha, que indican un menor porcentaje de germinación en la condición del 29% de humedad se explican tomando en cuenta que en esta condición se obtuvo un alto porcentaje de latencia que disminuyó en forma altamente significativa cosechando más tarde (anexo 21).

El análisis de regresión efectuado conjuntamente para todas las humedades de cosecha, entre  $Lat1\%$  (variable independiente) y  $G1\%$  (variable dependiente), nos indica que existe una relación inversamente proporcional y altamente significativa entre estas dos variables,  $F = 40.46$  (\*\*\*) .

La ecuación de regresión resultante es :  $Y = 1.29 - 0.67 X$ . y el coeficiente de correlación resultó ser :  $r = 0.74$ .

No obstante de los resultados de  $G1$  pareciera más conveniente una cosecha tardía (90% de germinación), examinando el anexo 20, se nota que es más favorable una cosecha temprana. En efecto, los resultados de  $G2$  indican que después de tres meses de almacenamiento la semilla cosechada tarde pierde gran parte de su viabilidad, o sea que dejando secar la planta en el campo disminuye el vigor de la semilla. La mayor infección por *Fusarium* cosechando al 12% de humedad puede ser una de las causas de esta pérdida de vigor ( $G1$ ) y viabilidad ( $G2$ ).



$$y = 1.29 - 0.67x$$

Figura # 25: Recta de regresión entre germinación y latencia al momento de la cosecha.

## 3.3.2 - Latencia.

Los resultados indican la existencia de una débil latencia (L1), que disminuyó notablemente al dejar más tiempo la semilla en el campo (fig. 26)

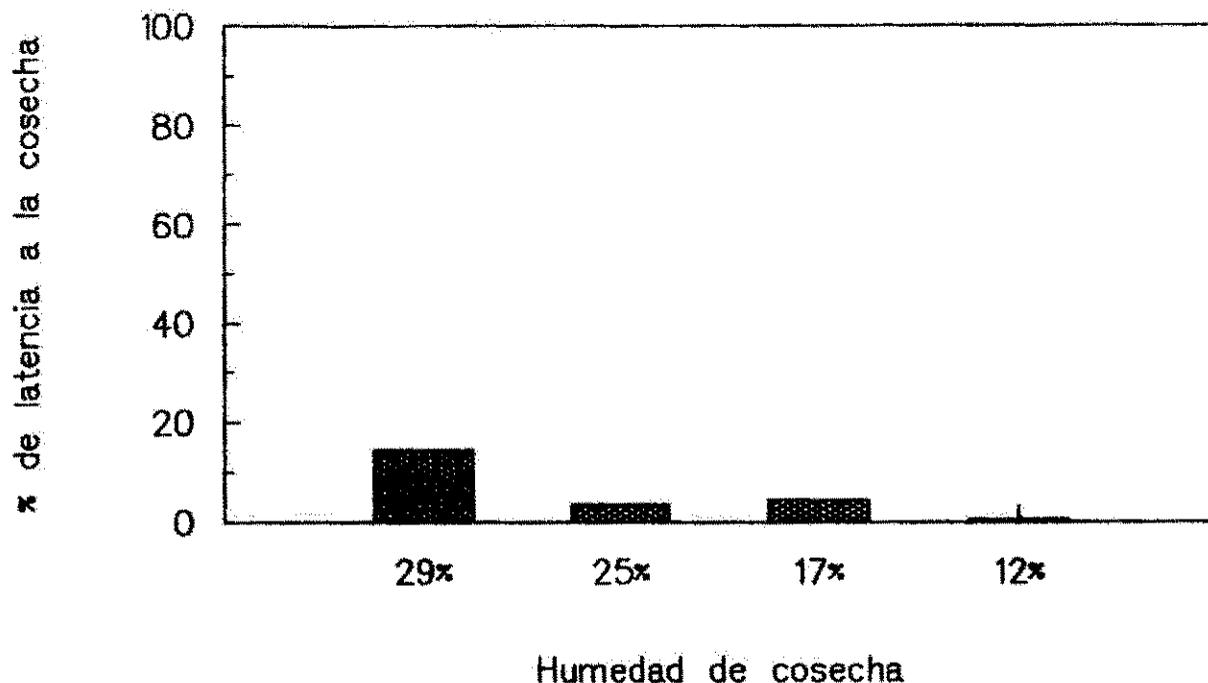


Figura # 26: Latencia de la semilla al momento de la cosecha.

Solo cuando se cosechó semilla con un 29% de humedad (L1%) se encontró un porcentaje de latencia bastante elevado (14.5%) que resultó ser significativamente diferente que en las otras condiciones  $F = 7.80 (**)$ .

Independientemente de la humedad de cosecha, la latencia desaparece después de 3 meses de almacenamiento (anexo 21).

Las causas del vencimiento de la latencia deben ser objeto de ulteriores investigaciones, tomando en cuenta cuanto ya expresado anteriormente en referencia a la variedad D55.

### 3.3.3 - Infección total.

Las condiciones ambientales en las cuales se llevó a cabo el ensayo, determinaron un alto porcentaje de infección en todas las condiciones (fig. 27), sin que se registraran diferencias significativas entre las distintas humedades de cosecha.  $F = 3.64$  (n.s.)

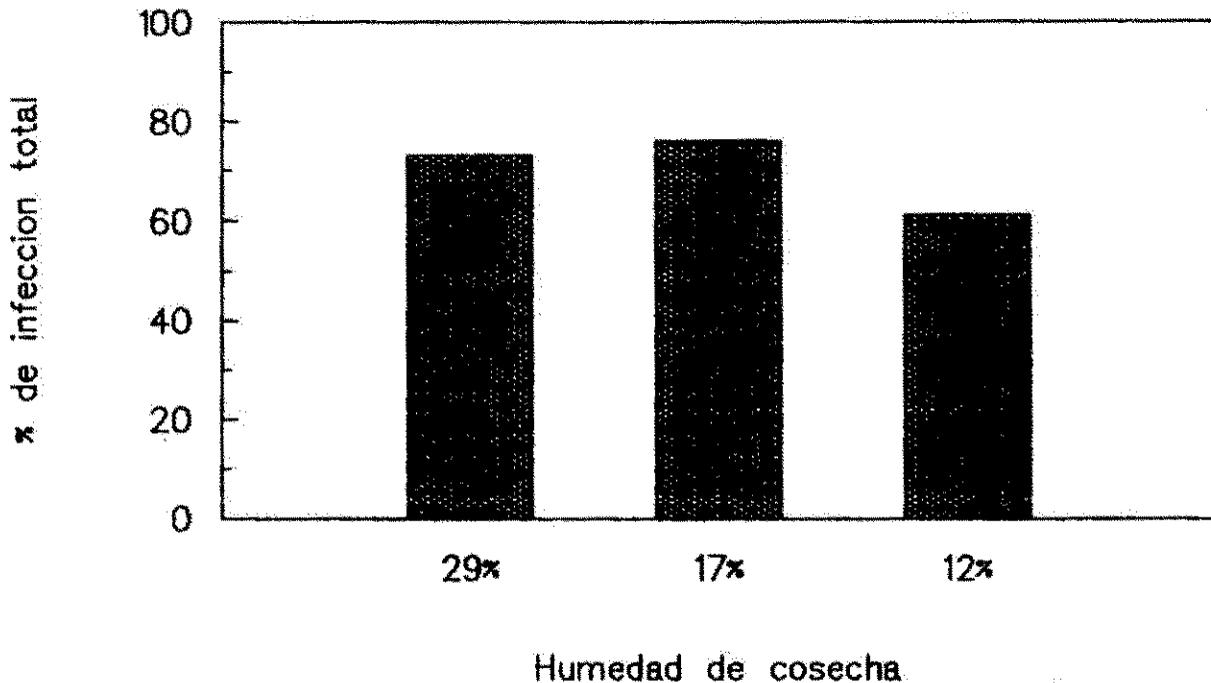


Figura # 27: Infección de la semilla al momento de la cosecha.

El análisis de regresión efectuado entre la infección total (variable independiente) y la germinación total (variable dependiente), considerando conjuntamente todas las humedades de cosecha nos indica que la infección total no influyó en la germinación de la semilla considerada al momento de la cosecha.  $F = 0.14$  (n.s.).

### 3.3.4 Infección por hongos específicos.

Los hongos encontrados en la semilla, durante su permanencia en el campo fueron : Curvularia, Phomopsis, Fusarium, Nigrospora, Helminthosporium y Colletotrichum.

A los diferentes niveles de humedad, la presencia de Curvularia siempre se mantuvo alta (fig. 28), existiendo una diferencia altamente significativa entre los dos primeros niveles de humedad (29 y 17%) y el otro (12%). En esta condición la infección resultó ser menor.  $F = 6.57 (*)$ .

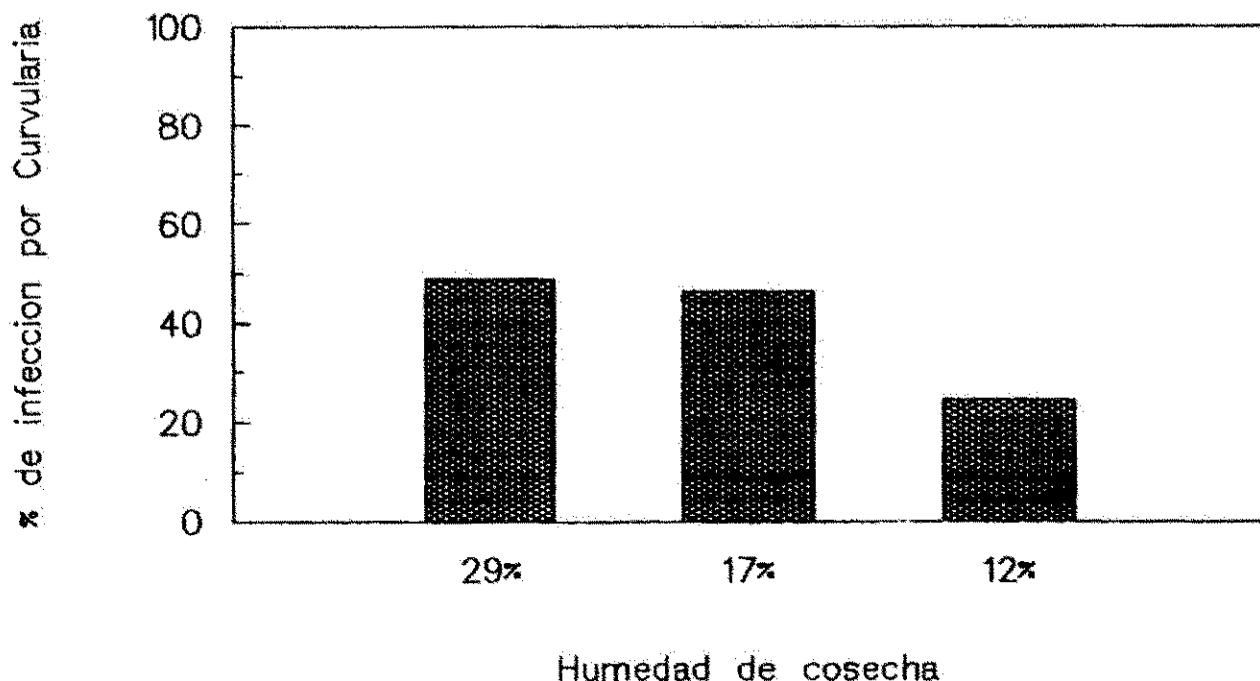


Figura # 28: Infección por Curvularia.

A pesar del alto índice de presencia del patógeno, no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Curvularia y el porcentaje de germinación calculado, sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 6.57$  n.s. (anexo 23).

Los porcentajes de presencia de *Phomopsis* fueron bajos cuando la semilla se cosechó con 29 y 12% de humedad (fig. 29). Sin embargo se encontró diferencia altamente significativa cuando la semilla se cosechó con un 17% de humedad. En esta condición la infección resultó ser mayor.  $F = 8.04 (**)$ .

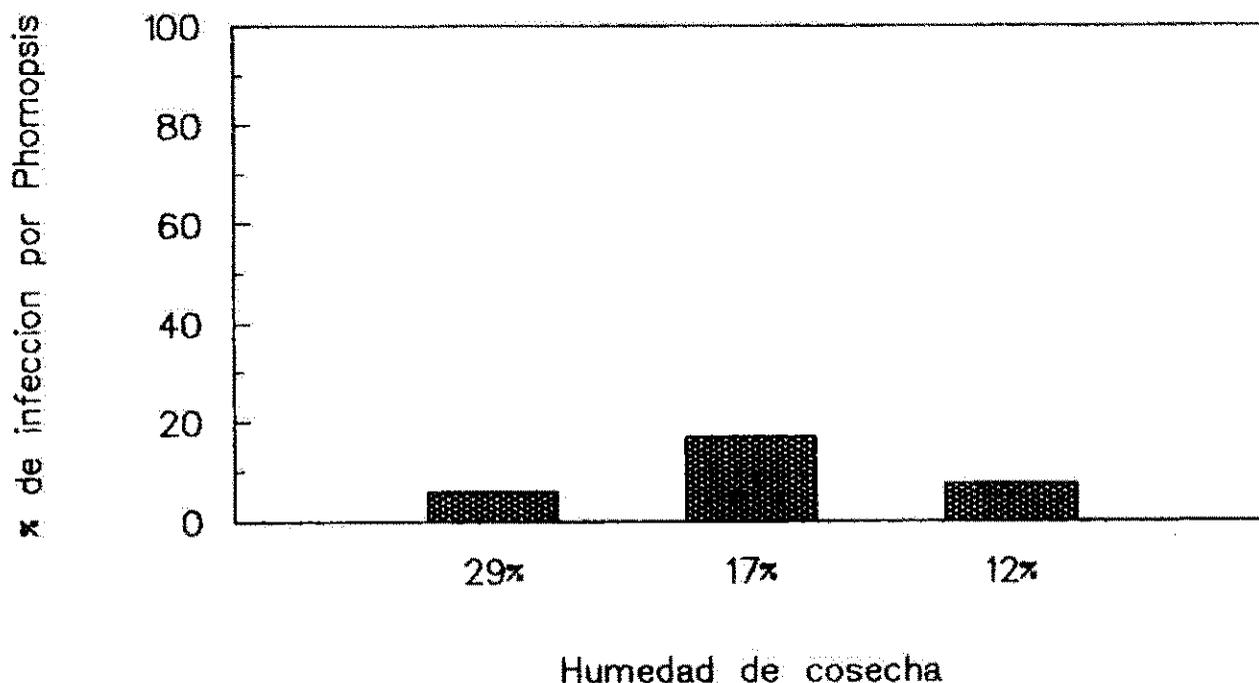


Figura # 29: Infección por *Phomopsis*.

No hubieron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por *Phomopsis* y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 0.42$  n.s. (anexo 24).

La presencia de Fusarium en la semilla cosechada al 29 y 17% de humedad, fue baja (fig.30). Sin embargo se observa que la infección aumentó considerablemente cuando la semilla se cosechó con un 12% de humedad. En esta condición (12%) es cuando se dio la mayor presencia del hongo con diferencia altamente significativa.  $F = 48.52 (**)$ .

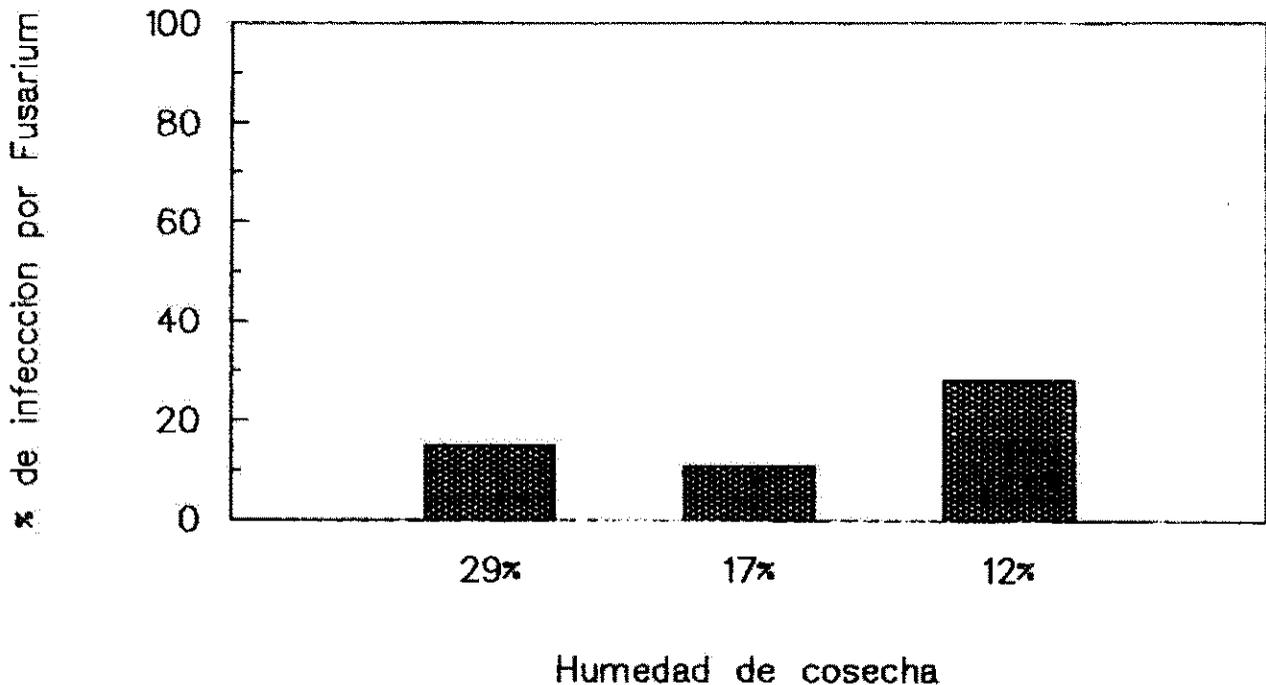


Figura # 30: Infección por Fusarium.

Al evaluar el efecto del hongo sobre la germinación del grano, se encontró que hubo una diferencia altamente significativa entre el porcentaje de germinación de las semillas afectadas por Fusarium y el porcentaje de germinación calculado sobre el total de las semillas utilizadas en el análisis de sanidad.  $F = 48.52 ***$  (anexo 25).

La presencia de Nigrospora fue baja en todas las condiciones (fig. 31), y no se observaron diferencias significativas entre los diferentes momentos de cosecha en relación a la presencia del hongo.  $F = 1.7$  (n.s.)

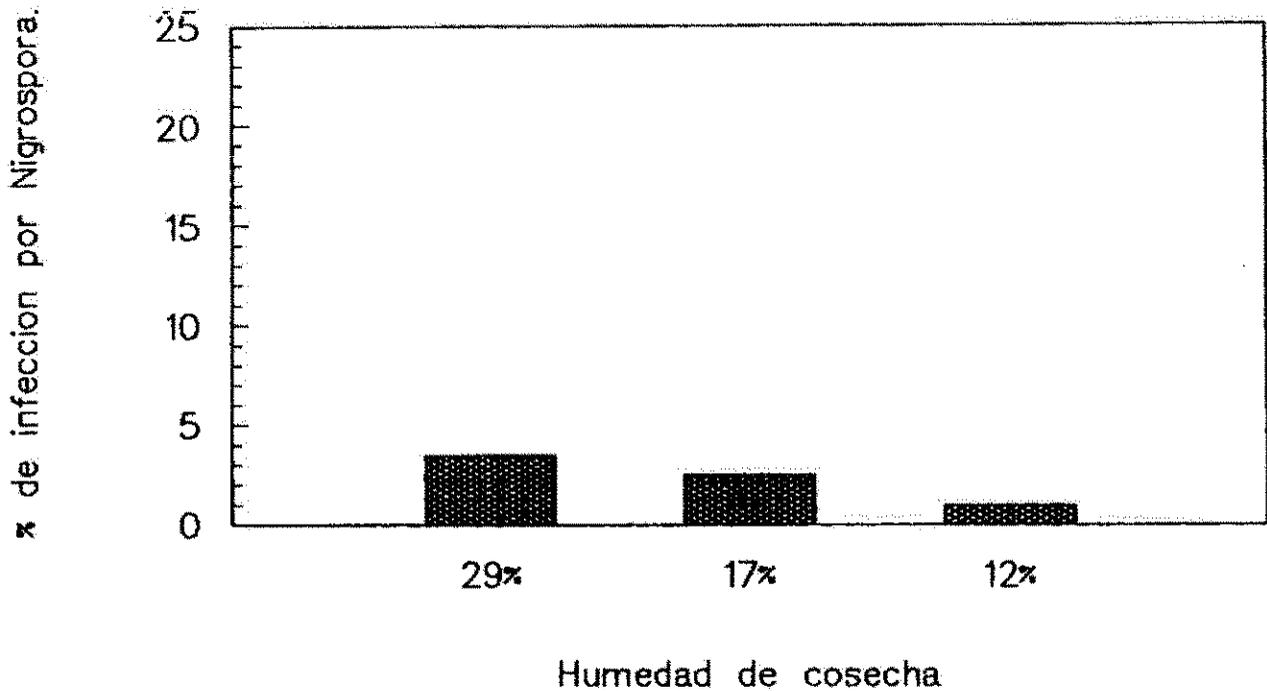


Figura # 31: Infección por Nigrospora.

Los efectos sobre la germinación de la semilla no pudieron ser evaluados, debido a la poca presencia del patógeno.

*Helminthosporium*, no manifestó ninguna presencia cuando la semilla se cosechó a un 29% de humedad (fig.32). Su presencia fue baja al cosecharse a un 17 y 12% de humedad, sin establecerse diferencias significativas.  $F = 1.40$  (n.s.).

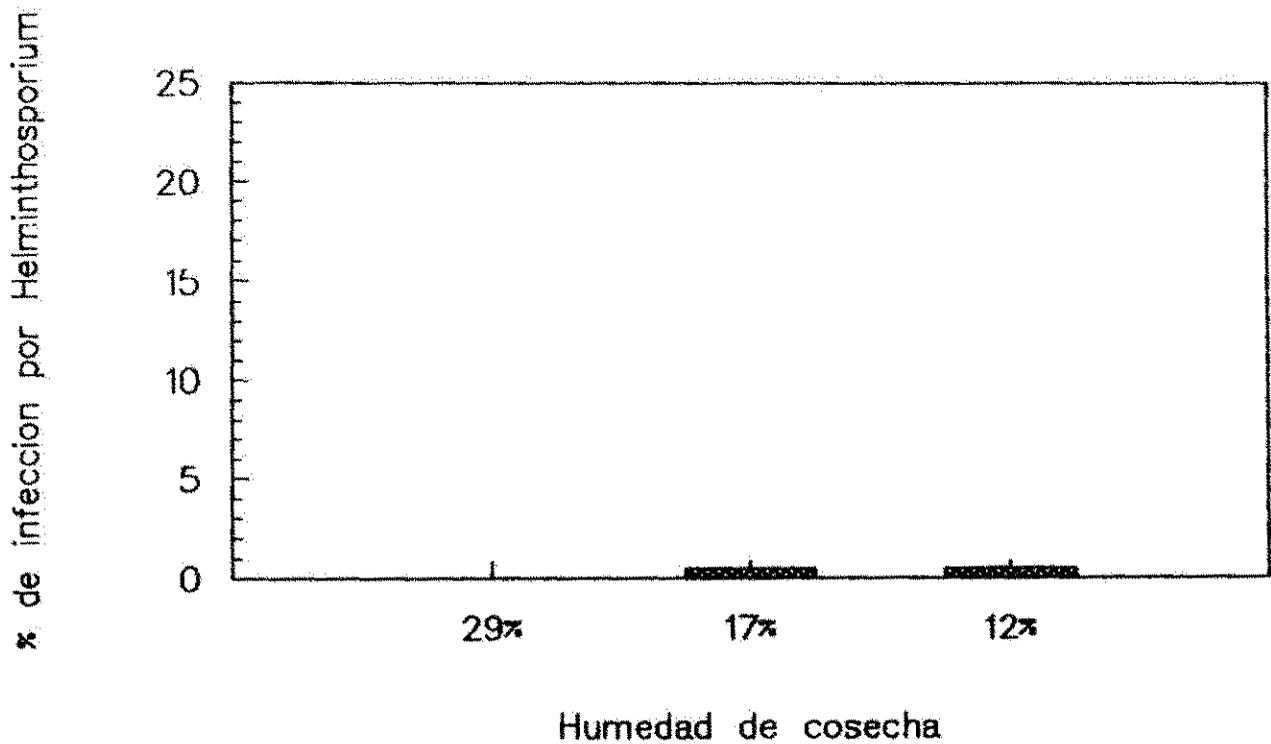


Figura # 32 : Infección por *Helminthosporium*.

Los efectos sobre la germinación del grano, no pudieron ser evaluados debido a la poca presencia del patógeno.

La presencia de Colletotrichum fue baja cuando la semilla se cosechó a un 29% de humedad (fig.33). Cuando la semilla se recolectó al 17 y 12% este hongo no se manifestó.

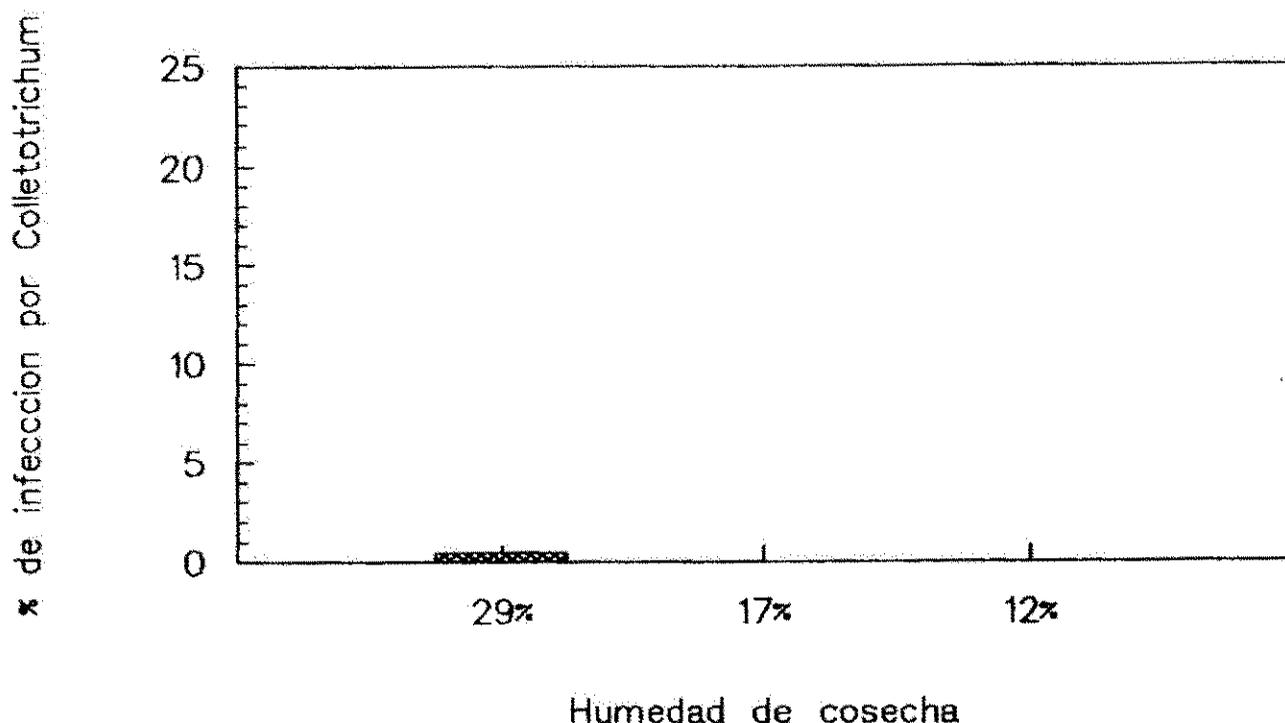


Figura # 33 : Infección por Colletotrichum.

Los efectos sobre la germinación del grano, no pudieron ser evaluados debido a la poca presencia del patógeno.

De los hongos encontrados los de mayor presencia fueron :

- Curvularia, que disminuyó al bajar el contenido de humedad de la semilla, cuando las condiciones se hicieron más desfavorables a su desarrollo;
- Fusarium, dañino a la viabilidad de la semilla, que aumentó al dejar más tiempo la semilla en el campo y que entonces las defensas naturales de la planta no pudieron controlar.

Phomopsis tuvo una menor presencia que en las otras dos variedades y alcanzó su máximo (17%) al cosechar semillas al 17% de humedad.

Nigrospora tuvo una presencia mínima que no varió en forma significativa en los diferentes momentos de cosecha.

Colletotrichum y Helminthosporium se encontraron solo en forma esporádica.

#### 4. - CONCLUSIONES

- 1.- Los tres tipos de semillas en estudio mostraron latencia inmediatamente después de ser cosechadas, manifestándose en mayor grado en en el híbrido D-55 (grano rojo).
- 2.- La línea SPV-475, mostró un bajo porcentaje de semillas latentes y fue mínima cosechando a partir de un 25% de humedad del grano.
- 3.- En los tres casos estudiados, la latencia desapareció completamente después de tres meses de almacenamiento.
- 4.- En todas las condiciones, las semillas resultaron fuertemente infectadas por hongos que atacan a los granos en el campo.
- 5.- Los hongos que manifestaron una mayor presencia fueron: Curvularia, Phomopsis y Fusarium.
- 6.- Entre los hongos encontrados en la semillas, Fusarium fue el único hongo que se comprobó que afectó la viabilidad de la semilla.
- 7.- Los mejores resultados, en cuanto a germinación, se obtuvieron cosechando tarde en la variedad D-55 (grano rojo) y cosechando temprano en la variedad y la línea de granos blancos (T-43 y SPV-475).

## 5. - RECOMENDACIONES

1. - Hacer posteriores estudios en otras regiones del país y en diferentes épocas del año.
2. - Se aconseja cosechar temprano las variedades de grano blanco, una vez que las semillas hayan alcanzado su madurez fisiológica y tomar en cuenta que las semillas húmedas son susceptibles a daños durante la cosecha mecanizada.
3. - Hacer ulteriores estudios para determinar el momento óptimo de la cosecha de la semilla de sorgo blanco, tomando en cuenta el contenido de humedad de la semilla como los daños que estas puedan sufrir durante la cosecha mecanizada.
4. - Para determinar el verdadero porcentaje de germinación en la semilla de sorgo, tomar en cuenta que esta puede presentar latencia en los primeros meses después de la cosecha.
5. - Hacer posteriores estudios, para determinar exactamente en cuanto tiempo y bajo cuales condiciones se vence la latencia de las semillas, tanto en las variedades de sorgo rojo como en las de sorgo blanco.
6. - Controlar las infecciones de Fusarium en el campo, dado que este hongo afectó la viabilidad de la semilla.
7. - Hacer ulteriores estudios para determinar que otros tipos de hongos, además de Fusarium afectan la viabilidad de la semilla de sorgo.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- 1- BESNIER, F. 1965. Semillas.  
Ed. Publicaciones de capacitación Agraria. Madrid, España.  
88 pp.
- 2- CHRISTENSEN, C. M. and KAUFMAN, H. H. 1969. Grain storage -  
the role of fungi in quality loss. University of Minnesota,  
press. Mineapolis 153 pp.
- 3- CORBINEAU, F. et al. 1989. La latencia en los cereales y su  
eliminación. Seed and Technology, volumen 12, No 2. 629 pag.
- 4- ESCOBAR, R. J. y STEFANO, S. 1986. Curso sobre manejo de  
sorgo. U.N.A.G. R-2. León, Nic. 61 pp.
- 5- FAO, 1977. tecnología de las semillas de cereales. Dirección  
y protección vegetal. Roma. Italia. 103 pp.
- 6- FAO, 1979. Alimentación y Nutrición. Prevención de  
micotoxinas. Organización de las Naciones Unidas para la  
agricultura y la alimentación. Roma, Italia. 61 pp.
- 7- GOMEZ, D. y MINELLI, M. 1990. La producción de semillas.  
Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua,  
Nicaragua. PP. 210
- 8- HOUSE, L. R. 1980. El Sorgo "Guía para su mejoramiento  
genético". Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp. 1-90
- 9- KAO, T. C. et al. 1988. Mejoramiento y causas de la baja  
germinabilidad en el sorgo híbrido Taichung. Seed Abstracts,  
Volumen 11, No. 2, pp. 49
- 10- LINDBLAD, C., DRUBEN, L. 1979. Almacenamiento del grano. Ed.  
concepto S. A. Av. Cuauhtemoc 1434. México, 13, D.F. 331 pp.
- 11- MAITI, R. K. et al 1985. "Estudio sobre la germinabilidad, y  
algunos aspectos fisiológicos del grano de sorgo antes de la  
cosecha". Seed Science and Technology, Volumen 13, No. 1,  
pp. 27-28.
- 12- MARTINEZ, P. A. 1973. "Sorgos con diferentes concentraciones  
de taninos en dietas para cerdos y gallinas en pastoreo".  
Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato.
- 13- MUGNISJAH, W. G. and NAKAMURA, S. 1977. Vigor de la semilla de  
soya, cosechada en diferentes techas y fertilizada con  
diferentes cantidades de fósforo. Seed Science and  
technology, Vol. 12, No. 2. 1989. pag. 483.

- 14- NOBLE, M. and M. J. RICHARDSON, 1968. An annotated list of seedborne diseases. ISIA. Handbook on seed health testing, Serie I, and common wealth. Micological Institute Phitopathological. paper, No. 8.
- 15- ORTIZ, C. J. et al. 1983. Algunos aspectos bioquimicos y fisiológicos de la germinación del grano de sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench, en la panícula. Agrociencia, México, # 54. pp. 125 - 141.
- 16- PINEDA, L. 1989. Análisis de la producción de semilla de sorgo en Nicaragua. Comisión Nacional de arroz y sorgo. folleto mimeografiado 15 pag.
- 17- POEHLMAN, J. M. 1981. Mejoramiento Genético. Universidad de Missouri. pp. 301-325.
- 18- QUERO, D. 1988. Recursos Genéticos, nuestro tesoro olvidado. Ed. Industrias Gráficas S.A., Lima, Perú. pp. 218.
- 19- RAMAYO, L. F. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dpto. de industrias agrícolas. 283 pp.
- 20- SALINAS, A. 1988. Estudio preliminar de las causas de pérdida de viabilidad en la semilla de sorgo T-43. Sorghum bicolor (L.) Moench. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Tesis 45 pag.
- 21- TAPIA, H. 1979. Programa de producción de semilla mejorada para siembra. INTA-MAG. Managua, Nicaragua, 9 pag.
- 22- TAPIA, H. 1980. Manejo de semilla que se usa para siembra. Managua, Nicaragua. Folleto mimeografiado 8 pag. *de la planta.*
- 23- TAPIA, H. 1983. Semillas del almacén de beneficio al campo de la agricultor. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. DGETA. pp. 1-23.
- 24- VALDIVIA, B. R. et al. 1983. Método de extracción y medición de la enzima catecol-oxidasa del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench. Agrociencia, México, No. 53. pp. 99-108.
- 25- WEAVER, R.J. 1984. Regulares de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas, México, D.F. pp. 174-185.
- 26- WILLIAMS, R. J. and NICKEL, D. 1983. The role of fungicides in the control of sorghum root and stalk Diseases. Sorghum root and stalk. Acritical Review, Intasormil, ICRISAT. pp. 191-199.

## **ANEXOS**

Anexo # 1: Producción y calidad de semillas de sorgo en Nicaragua (1986 - 1989) - EMPROSEM

Ciclo Agrícola	Variedad	Producción (qq)	% medio de germinación
1986-87	T-43	4,200	80 - 86
1987-88	T-43	5,000	82 - 85
	SC-1	1,124	80 - 83
	D-55	3,104	83 - 90
	COST-11	500	85 - 88
		----- 9,728	
1988-89	T-43	8,300	80 - 85
	D-55	5,300	86 - 95
	COST-11	10,000	83 - 87
		----- 23,600	

## Anexo # 2 : Germinación de la semilla.

Hum.	G1%	G2%
30%	65.5 (a)	95.0 (b)
25%	65.5 (a)	95.0 (b)
20%	70.0 (a)	94.5 (b)
15%	68.5 (a)	99.0 (a)

G1% : Porcentaje de germinación de la semilla (análisis hecho al momento de la cosecha).

G2% : Porcentaje de germinación de la semilla (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 3 : Semilla latente.

Hum	Lat1%	Lat2%
30%	30.5 (a)	0
25%	29.5 (a)	0
20%	25.5 (a)	0
15%	28.5 (a)	0

Lat1%: Porcentaje de semilla latente (análisis hecho al momento de la cosecha).

Lat2%: Porcentaje de semilla latente (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 4 : Semilla infectada por hongos.

Hum	Inf.Tot.%
30%	73.0 (b)
20%	85.5 (a)
15%	78.0 (b)

Inf.Tot% : Porcentaje de infección total.

Anexo # 5 : Infección por Curvularia.

Hum	Cur%	
30%	55.5 (a)	$\overline{\text{G\% Cur.}}$ 51.0 (a)
20%	44.0 (b)	
15%	43.0 (b)	$\overline{\text{G\% Tot.}}$ 55.0 (a)

Cur% : Porcentaje de infección por Curvularia.

$\overline{\text{G\% Cur.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Curvularia.

$\overline{\text{G\% Tot.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 6 : Infección por Phomopsis.

Hum	Pho%	
30%	15.5 (b)	$\overline{\text{G\% Pho. 63.0 (a)}}$
20%	37.0 (a)	
15%	20.0 (b)	$\overline{\text{G\% Tot. 55.0 (a)}}$

Pho% : Porcentaje de infección por Phomopsis.

$\overline{\text{G\% Pho.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Phomopsis.

$\overline{\text{G\% Tot.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 7 : Infección por Fusarium.

Hum	Fus%	
30%	2.5 (c)	$\overline{\text{G\% Fus. 20.0 (b)}}$
20%	6.5 (b)	
15%	13.5 (a)	$\overline{\text{G\% Tot. 55.0 (a)}}$

Fus% : Porcentaje de infección por Fusarium.

$\overline{\text{G\% Fus.}}$  : Porcentaje de germinación de semilla afectada por Fusarium.

$\overline{\text{G\% Tot.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 8 : Infección por Nigrospora.

Hum	Nig%
30%	0.0 (a)
20%	1.0 (a)
15%	0.5 (a)

Nig% : Porcentaje de infección por Nigrospora.

Anexo # 9 : Infección por Helminthosporium.

Hum	Hel%
30%	1.0 (a)
20%	2.5 (a)
15%	3.5 (a)

Hel%: Porcentaje de infección por Helminthosporium.

Anexo # 10 Infección por Colletotrichum.

Hum	Coll%
30%	1.0 (a)
20%	2.5 (a)
15%	3.5 (a)

Coll%: Porcentaje de infección por Colletotrichum.

## Anexo # 11 : Germinación de la semilla.

Hum.	G1%	G2%
30%	66.5 (b)	95.0 (a)
25%	58.0 (b)	-
18%	77.5 (a)	-
15%	65.5 (b)	73.5 (b)

G1% : Porcentaje de germinación de la semilla (análisis hecho al momento de la cosecha).

G2% : Porcentaje de germinación de la semilla (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 12 : Semilla latente.

Hum.	Lat1%	Lat2%
30%	28.0 (a)	0
25%	31.5 (a)	-
18%	8.5 (b)	-
15%	7.5 (b)	0

Lat1% : Porcentaje de semilla latente (análisis hecho al momento de la cosecha).

Lat2% : Porcentaje de semilla latente (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 13 : Semilla infectada por hongos.

Hum	Inf.Tot%
30%	89.5 (a)
18%	67.5 (c)
15%	80.0 (b)

Inf.Tot% : Porcentaje de infección total.

Anexo # 14 : Infección por Curvularia.

Hum.	Cur%	
30%	40.0 (a)	$\overline{\text{G\% Cur.}}$ 60.0 (a)
18%	21.5 (b)	$\overline{\text{G\% Cur.}}$ 56.0 (a)
15%	7.0 (c)	

Cur% : Porcentaje de infección por Curvularia.

$\overline{\text{G\% Cur.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Curvularia.

$\overline{\text{G\% Tot.}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en análisis de sanidad.

Anexo # 15 : Infección por Phomopsis.

Hum.	Pho%	
30%	42.5 (a)	G% $\overline{\text{Pho}}$ . 58.00 (a) G% $\overline{\text{Tot}}$ . 59.00 (a)
18%	8.0 (b)	
15%	2.0 (b)	

Pho% : Porcentaje de infección por Phomopsis.

G%  $\overline{\text{Pho}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Phomopsis.

G%  $\overline{\text{Tot}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en análisis de sanidad.

Anexo # 16 : Infección por Fusarium.

Hum.	Fus%	
30%	9.5 (c)	G% $\overline{\text{Fus}}$ . 49.00 (a) G% $\overline{\text{Tot}}$ . 59.00 (a)
18%	36.0 (b)	
15%	70.5 (a)	

Fus% : Porcentaje de infección por Fusarium.

G%  $\overline{\text{Fus}}$  : Porcentaje de germinación de semilla afectada por Fusarium.

G%  $\overline{\text{Tot}}$  : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 17 : Infección por Nigrospora.

Hum.	Nig%
30%	0.5 (ab)
18%	1.5 (a)
15%	0.0 (b)

Nig% : Porcentaje de infección por Nigrospora.

Anexo # 18 : Infección por Helminthosporium.

Hum.	Hel%
30%	0.5 (a)
18%	0.5 (a)
15%	0.0 (a)

Hel% : Porcentaje de infección por Helminthosporium.

Anexo # 19 : Infección por Colletotrichum.

Hum.	Coll%
30%	1.5 (a)
18%	0.5 (a)
15%	0.0 (a)

Coll% : Porcentaje de infección por Colletotrichum.

## Anexo # 20 : Germinación de la semilla.

Hum.	G1%	G2%
29%	70.5 (c)	86.0 (a)
25%	88.0 (ab)	-
17%	84.0 (b)	79.0 (b)
12%	90.0 (a)	73.5 (b)

G1% : Porcentaje de germinación de la semilla (análisis hecho al momento de la cosecha).

G2% : Porcentaje de germinación de la semilla. (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 21 : Semilla latente.

Hum	Lat1%	Lat2%
29%	14.5 (a)	0
25%	3.5 (b)	-
17%	4.5 (b)	0
12%	0.5 (b)	0

Lat1% : Porcentaje de semilla latente (análisis hecho al momento de la cosecha).

Lat2% : Porcentaje de semilla latente (análisis hecho después de 3 meses de almacenamiento).

## Anexo # 22 : Semilla infectada por hongos.

Hum	Inf.Tot.%
29%	73.0 (a)
17%	76.0 (a)
12%	61.0 (a)

Inf.Tot.% : Porcentaje de infección total.

Anexo # 23 : Infección por Curvularia.

Hum.	Cur%	
29%	49.0 (a)	— G% Cur. 80.0 (a) — G% Tot. 78.0 (a)
17%	46.5 (a)	
12%	24.5 (b)	

Cur% : Porcentaje de infección por Curvularia.

—  
G% Cur. : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Curvularia.

—  
G% Tot. : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 24 : Infección por Phomopsis.

Hum.	Pho%	
29%	6.0 (b)	G% Pho. 81.0 (a) G% Tot. 78.0 (a)
17%	17.0 (a)	
12%	7.5 (b)	

Pho% : Porcentaje de infección por Phomopsis.

G% Pho. : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Phomopsis.

G% Tot. : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 25 : Infección por Fusarium.

Hum.	Fus%	
29%	15.0 (b)	G% Fus. : 50.0 (b) G% Tot. : 78.0 (a)
17%	11.0 (b)	
12%	28.0 (a)	

Fus% : Porcentaje de infección por Fusarium.

G% Fus. : Porcentaje de germinación de la semilla afectada por Fusarium.

G% Tot. : Porcentaje de germinación de la semilla utilizada en el análisis de sanidad.

Anexo # 26 : Infección por Nigrospora.

Hum.	Nig%
29%	3.5 (a)
17%	2.5 (a)
12%	1.0 (a)

Nig% : Porcentaje de infección por Nigrospora.

Anexo # 27 : Infección por Helminthosporium.

Hum.	Hel%
29%	0.0 (a)
17%	0.5 (a)
12%	0.5 (a)

Hel% : Porcentaje de infección por Helminthosporium.

Anexo # 28 : Infección por Colletotrichum.

Hum.	Coll%
29%	0.5 (a)
17%	0.0 (a)
12%	0.0 (a)

Coll% : Porcentaje de infección por Colletotrichum.