

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE SANIDAD  
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE PENTACLORONITROBENCENO (PCNB)  
EN EL CONTROL DE LA PUDRICION RADICULAR  
CAUSADA POR Rhizoctonia solani KUHN EN  
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L).**

**POR**

**SERGIO TOMAS PICHARDO GUIDO**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero Agrónomo**

---

**DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO (DIP)**

**MANAGUA, NICARAGUA, CENTROAMERICA  
1988**

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
I - INTRODUCCION .....	1
II - MATERIALES Y METODOS .....	4
III - RESULTADOS .....	7
1 - Severidad de la enfermedad.....	7
2 - Incidencia de la enfermedad.....	8
3 - Peso seco de raices.....	9
4 - Peso seco de plantas.....	10
5 - Nodulación.....	11
6 - Desarrollo radicular .....	12
7 - Peso fresco de las plantas .....	13
8 - Plantas cosechadas/subparcela .....	14
9 - Peso de 1000 semillas.....	15
10 - Rendimiento.....	16
IV - DISCUSION.....	18
V - CONCLUSIONES.....	21
VI - RECOMENDACIONES.....	22
VII - BIBLIOGRAFIA.....	23
VIII -ANEXOS.....	26

## INDICE DE CUADROS

Nº	CONTENIDO	PAGINA
1.	- Dosis de PCNB Y Metalaxyl.....	5
2.	- Severidad de la enfermedad.....	8
3.	- Incidencia de la enfermedad.....	9
4.	- Peso seco de raices.....	10
5.	- Peso seco de plantas.....	11
6.	- Nodulación.....	12
7.	- Desarrollo radicular.....	13
8.	- Peso fresco de las plantas.....	14
9.	- Plantas cosechadas por subparcela.....	15
10.	- Peso de 1000 semillas.....	16
11.	- Rendimiento.....	17

## INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PAGINA
1.- ANEXO 1. PLANO DE CAMPO.....	27
2.- ANEXO 2. Escala para medir nodulación.....	28
3.- ANEXO 3. Escala para medir el desarrollo radicular.....	28
4.- ANEXO 4. Escala para medir la severidad de los chancros.....	29
5 - ANEXO 5. Subparcela.....	30
6 - ANEXO 6. Gráfico de la precipitación en 1987.....	31
7.- ANEXO 7. Precipitación del mes de junio de 1987.....	31
8.- ANEXO 8. Incidencia 1 y 2 de la enfermedad.....	32
9.- ANEXO 9. Severidad 1 y 2 de la enfermedad.....	32

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. MSc. **Aurelio Llano González**, amigo y maestro por su aporte e impulso en mi formación profesional, sin cuya ayuda hubiera sido más difícil la realización de este trabajo.

A la Ing. MSc. **Ulrika Geber** por sus consejos y sugerencias en la mejora de este escrito.

Al proyecto **ISCA- SLU de Ciencia de las Plantas**, el cual me brindó apoyo logístico y material.

A todos aquellos amigos sinceros que me han ayudado en los momentos difíciles, entre los cuales puedo mencionar a **Bertilda Ortuño**, **Romualdo Cisneros**, **Hilario Caballero**, y muchos otros a los que por razones obvias me es difícil nombrar.

**Sergio Tomás Pichardo Guido**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres **Rosendo Pichardo Urbina** y **Mercedes Guido de Pichardo**, quienes con su esfuerzo hicieron posible mi formación académica, cultural y social.

A mi esposa **María Argentina Loáisiga de Pichardo**, con quien comparto la alegría de haber alcanzado esta meta, y quien muy pronto concluirá sus estudios de Ingeniería Agronómica, para satisfacción de ella y de los que la amamos.

**A mi hijo Sergito Josué Pichardo Loáisiga**

**A mis hermanos:**

**José Manuel**

**Aurelio Mercedes**

**Gregorio Antonio**

**Juan Carlos**

**María Elena**

**José Rosendo**

A dos personas que aunque no son hijos de mis padres los quiero como a mis hermanos: **Pedro y Ulrica Radell** y a la preciosa pequeña **Alma Ciara Elizabeth**.

A todas aquellas personas que nunca me negaron una voz de aliento para seguir adelante.

**Sergio Tomás Pichardo Guido**

## RESUMEN

Este experimento fue conducido en La Compañía, Estación Experimental del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), ubicada en el departamento de Carazo, Nicaragua. Fue realizado en época de Primera (junio a septiembre, 1987), con los siguientes objetivos:

- Determinar la dosis más adecuada de PCNB contra *R. solani* en frijol.
- Evaluar el efecto de la mezcla de PCNB + Metalaxyl sobre el rendimiento del frijol.
- Determinar el porcentaje de pérdidas causadas por *R. solani* en frijol.
- Seleccionar la mejor variedad de frijol en este experimento.

Los resultados mostraron que la dosis de 6.81kg/ha de PCNB fue la mejor produciendo un rendimiento de 3.8% más que el control y un 12.8% más que la mayor dosis de PCNB usada (11.36 kg/ha). La variedad Revolución 84 produjo el más alto rendimiento.

## I - INTRODUCCION

En Nicaragua el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es el segundo cultivo en orden de importancia, después del maíz (*Zea mays* L.) Es un cultivo evidentemente susceptible a muchos factores adversos que pueden reducir considerablemente su productividad. En muchas áreas del mundo donde crece el frijol, las enfermedades son los factores más importantes de las reducciones en el rendimiento del cultivo (Pastor, 1985; Llano & Campos, 1983).

Los investigadores han prestado atención a muchas enfermedades que atacan al cultivo. Sin embargo las pudriciones radiculares que afectan al frijol han sido muy poco estudiadas en América Latina en comparación a otras enfermedades que afectan al cultivo (Schwartz & Gálvez, 1980; Llano, 1987). Se han observado causando considerable daño a frijoles en Brasil, Perú, México, Nicaragua, Estados Unidos y muchos otros países (Abawi, 1985). De acuerdo con Geber (1987) *R. solani* es un patógeno muy frecuente atacando frijol en Nicaragua. Ella encontró que en Carazo 99% de las plantas fueron afectadas por patógenos del suelo y que *R. solani* fue el patógeno más frecuente en los aislamientos realizados. De las pudriciones radicales que afectan al frijol, la causada por *R. solani* es muy común en las áreas tropicales (Pastor, 1985). En estas áreas, es responsable de considerables pérdidas en muchos cultivos incluyendo al frijol (Lifshitz, *et al.* 1985; Baker, 1970). *R. solani* ha sido encontrado en la mayoría de los suelos cultivados y no cultivados, teniendo la capacidad para atacar un amplio número de plantas taxonómicamente diferentes (Ogoshi, 1987; Tapia & García, 1983; Pastor, 1985; Schwartz & Gálvez, 1980; Ko & Oda, 1972; Baker, 1970).

Los aislamientos de *R. solani* difieren en patogenicidad y morfología, así como en características culturales y fisiológicas (Ogoshi, 1987). No es una especie única, sino una colección de poblaciones no intercruzables (Anderson, 1982), que da origen al concepto de grupo anastomosis (AG) en el cual se agrupa a organismos de la misma especie que pueden entrecruzar sus hifas, pero no a aquellos que son genéticamente diferentes. Anastomosis hifal ocurre en aislamientos de campo del mismo grupo, pero no en aislamientos de diferentes grupos (Anderson, 1977; Anderson, 1982; Ogoshi, 1987).

De los AG reportados por Parmeter (Parmeter *et al.* 1969) el AG 4 es el que ataca frijol y casi todas las especies angiospermas (Anderson, 1982). *R. solani* puede inducir damping-off, cáncer del tallo, pudrición de la raíz, pudrición de la vaina (Schwartz & Gálvez, 1980). De acuerdo a Pastor (1985) la temperatura óptima para el hongo cuando se encuentra formando chancros en frijol es de 18°C. El daño es usualmente más severo durante las primeras dos o tres semanas después de la siembra (Stockwell & Hanchey, 1987; Geber, 1987). La susceptibilidad de las plantas al ataque por parte de *R. solani* declina con la maduración y lignificación de los tejidos al tiempo que las plantas van creciendo (Baker, 1970; Pastor, 1985).

El control químico sólo es efectivo durante la germinación y el desarrollo inicial de las plantas (Pastor, 1985). Pentacloronitrobenceno (PCNB) ha sido reportado por muchos investigadores como el fungicida más comúnmente usado para el control de *R. solani* (Bristow *et al.* 1973; Ko & Oda, 1972; Rodríguez-Kabana, 1980). Es específico y selectivo controlando *R. solani* en el cual causa una fuerte supresión de su crecimiento, más que su destrucción (Bristow *et al.* 1973; Ko & Oda, 1972).

destrucción (Bristow *et al* 1973; Ko & Oda, 1972).

Sin embargo hay otros patógenos como *Fythium aphanidermatum*, *F. ultimum*, *Phytophthora* y *Fusarium* que no son controlados por este fungicida (Katan & Lockwood, 1970; Rodriguez- Kabana, 1980; Dekker & Georgopoulos, 1982). Sin embargo, según Geber (comunicación personal) el PCNB fue usado en Suecia para el control de *Fusarium*, antes de que su uso fuera prohibido en ese país, debido a sus propiedades carcinogénicas. Estos hongos que no son afectados por el fungicida pueden incrementarse y causar problemas, los cuales pueden evitarse con el uso de fungicidas menos selectivos o una combinación de fungicidas efectiva contra diferentes organismos (Leach & Garber, 1970). Uno de los fungicidas que puede ser usado para controlar *Fythiumes* Metalaxyl, el cual fue usado anteriormente (Liano, 1987), logrando incrementar el rendimiento en 38%. Es un fungicida altamente específico contra *Oomycetes* (Dekker & Georgopoulos, 1982; Worthing, 1979; Cardoso, 1987).

En base a la problemática descrita, el trabajo fue realizado persiguiendo los siguientes objetivos: Determinar la dosis más adecuada de PCNB contra *R. solani* en frijol. Evaluar el efecto de la mezcla de PCNB + Metalaxyl sobre el rendimiento del frijol. Determinar el porcentaje de pérdidas causadas por *R. solani* en frijol, y seleccionar la mejor variedad de frijol en este experimento.

## II - MATERIALES Y METODOS

Este experimento fue conducido en La Compañía, estación experimental del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), ubicada en el departamento de Carazo, Nicaragua. Fue realizado en siembras de Primera (Junio - Septiembre, 1987). El tipo de suelo es franco-arenoso con buen drenaje y situado sobre una ligera pendiente. La tierra fue preparada convencionalmente con un pase de arado y dos pases de grada.

La fertilización fue hecha con urea 46%N a dosis de 59.5 kg/ha y completo (10 - 30 - 10) a 90.9 kg/ha. Los fertilizantes fueron aplicados al fondo del surco antes de colocar las semillas, las cuales fueron seleccionadas y contadas para obtener una población de 250000 plantas/ha. Benomyl y Deltametrina fueron aplicados para controlar algunas enfermedades y plagas del follaje. El control de malezas fue realizado manualmente y también haciendo uso de Paraquat a dosis comercial, rociado en la calle de los surcos.

Los fungicidas usados en el experimento: PCNB and Metaxyl, fueron rociados sobre las semillas en el fondo del surco antes de ser tapadas. Las variedades usadas fueron tres rojas: Rojo Nacional, Revolución 79, Revolución 64; y dos variedades negras: Ica Pijao y Negro Huasteco.

El experimento fue arreglado como un parcelas divididas en bloque completamente al azar (BCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones (ver anexo 1). Los fungicidas (ver cuadro 1.), fueron aplicados en la parcela principal (30 surcos/8m. de largo) y las variedades fueron plantadas en cada subparcela (6 surcos/variedad). La distancia entre surcos fue de 0.5m. El

area efectiva del ensayo fue de 3000 m<sup>2</sup>.

CUADRO 1. DOSIS de PCNB y Metalaxyl.

Nº	Dosis (kg/ha)	Fungicida	Observaciones
1	0.00	PCNB	
2	3.63	PCNB	
3	6.81	PCNB	
4	6.81+3	PCNB+Metalaxyl	Mezcla
5	11.36	PCNB	

Se hicieron 4 muestreos a los 10, 20, 40 y 60 días después de la siembra. en el primero y segundo muestreo se registró severidad e incidencia de la enfermedad, nodulación, desarrollo radicular y peso seco de la parte verde y las raíces por separado, y en el tercero y cuarto muestreo se registró el peso fresco y peso seco de las plantas.

Se usaron escalas subjetivas para registrar nodulación (ver anexo 2) y desarrollo radicular (ver anexo 3) y una escala del CIAT para registrar la severidad de los chancros (ver anexo 4). Se efectuaron 4 muestreos en total, dos en cada borde opuesto de la parcela útil (ver anexo 5).

1) En el primer muestreo, se tomaron 10 plantas en un área de borde a los 10 días después de siembra, las cuales fueron arrancadas cuidadosamente.

2) En el segundo muestreo, a los 20 días fueron tomadas 5 plantas del borde opuesto que en el primer muestreo.

3) En el tercero y cuarto muestreo se tomó únicamente 5 plantas por

subparcela. En el cuarto muestreo sólo se usaron 2 bloques para la obtención del peso seco.

En todos los casos las muestras fueron mantenidas en un horno eléctrico por 3 días a temperatura de 105<sup>0</sup>C.

Para rendimiento fueron cosechados los cuatro surcos centrales las vainas fueron separadas de los granos, se pesó, el contenido de agua fue medido y los valores de rendimiento corregidos a 14% de humedad.

### III - RESULTADOS

**1 - SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD.** En la primera lectura a los 10 días después de siembra (dds) la severidad de la enfermedad fue disminuyendo con el aumento del nivel de fungicida aplicado, exceptuando en la dosis de 3.63 kg /ha. y este efecto se mantuvo en la segunda lectura a los 20 dds.(ver anexo 9), donde además, se produjeron diferencias estadísticas, siendo el control diferente de la 4<sup>ta.</sup> y la 5<sup>ta.</sup> dosis de PCNB. La respuesta varietal fue poco intensa en la primera lectura, pero su intensidad aumentó en la segunda lectura, donde el testigo Rojo Nacional, fue superado ampliamente por el resto de variedades probadas. No se encontraron diferencias estadísticas (ver cuadro 2).

CUADRO 2. SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD.

Nivel PCNB (Kg/ha)	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)		Variedad	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)
0.00	100	100	b	R. Nacional	100	100
3.63	104	92	ab	Rev. 79	89	115
6.81	87	85	ab	Rev.84	115	117
6.81+3*	76	79	a	Negro Huast.	94	114
11.36	75	78	a	Ica Pijao	95	117

\*Mezcla de PCNB+ Metalaxyl.

En lectura 1: 100=3.64

En lectura 2: 100=4.20

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=3.49

En lectura 2: 100=3.24

**2 - INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD.** Hubo un efecto temprano más fuerte con PCNB donde la incidencia de la enfermedad fue disminuyendo con el aumento de la dosis del fungicida. Diferencias estadísticas fueron observadas entre el control y el resto de tratamientos, los cuales también difirieron entre ellos. La 2<sup>da</sup>. y la 3<sup>ra</sup>. fueron diferentes de la 4<sup>ta</sup>. dosis. El efecto continuó después de los 20 dds. y se mantuvo con los niveles del fungicida, exceptuando en la mezcla usada (ver anexo 8). También en esta segunda lectura hubo diferencias estadísticas, pero en este caso el control solo difirió de la mayor dosis de fungicida aplicada. En general las variedades responden genéticamente. Las mejoradas sufrieron menor ataque especialmente en las variedades negras. El efecto en las variedades disminuyó con el tiempo, y no se observaron diferencias estadísticas (ver cuadro 3).

CUADRO 3. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD.

Nivel PCNB (Kg/ha)	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)	Variedad	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)
0.00	100 c	100 b	R. Nacional	100	100
3.63	56 b	84 ab	Rev. 79	100	92
6.81	51 b	82 ab	Rev. 84	105	100
6.81+3*	24 a	90 b	Negro Huast.	75	87
11.36	25 a	66 a	Ica Pijao	77	89

\*Mezcla de PCNB+Metalaxyl.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=59

En lectura 1: 100=33

En lectura 2: 100=82

En lectura 2: 100=74

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

**3 - PESO SECO DE RAICES.** En la primera lectura no hubo efecto del PCNB sobre el peso de las raíces, exceptuando la dosis de 11.36 kg/ha donde el peso seco de las raíces disminuyó en un 6%. Sin embargo en la segunda lectura realizada a los 20 dds. el efecto del fungicida disminuyó el peso seco de las raíces, llegando a producirse una merma de 16% en la mayor dosis de PCNB. Las variedades rojas introducidas, al igual que las negras respondieron positivamente en esta variable, superando claramente a la variedad testigo en ambas lecturas. No se observaron diferencias estadísticas tanto para dosis como para variedades (ver cuadro 4).

CUADRO 4. PESO SECO DE RAICES.

Nivel- PCNB (Kg/ha)	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)	Variedad	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)	
0.00	100	100	b	R. Nacional	100	100
3.63	100	96	ab	Rev. 79	121	113
6.81	100	89	ab	Rev. 84	118	111
6.81+3*	106	93	ab	Negro Huast.	118	117
11.36	94	84	ab	Ica Pijao	121	117

\*Mezcla de PCNB+Metalaxyl.

En lectura 1: 100=0.32 gr.

En lectura 2: 100=0.85 gr.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=0.28 gr.

En lectura 2: 100=0.70 gr.

**4 - PESO SECO DE PLANTAS.** Hubo una considerable reducción del peso seco de las plantas con el uso de PCNB, mostrándose con mayor frecuencia este fenómeno con la dosis de 11.36 kg/ha. Diferencias estadísticas para dosis se mostraron en los primeros tres de los cuatro muestreos realizados. En el 1<sup>ro</sup> y 3<sup>er</sup> muestreos el control fue diferente de la mayor dosis de PCNB usada en el trabajo, mientras que en el 2<sup>do</sup>. muestreo el control difirió de las dosis de 6.81 y de la de 11.36 kg/ha. Las variedades mostraron respuesta positiva a esta variable y en la medida que pasaba el tiempo todas superaron con mayor porcentaje a la variedad testigo Rojo Nacional, pero solo en la 4ta. lectura Rev. 84 difirió estadísticamente de la variedad testigo (ver cuadro 5).

CUADRO 5. PESO SECO DE PLANTAS (SIN RAICES).

Nivel PCNB (Kg/ha)	Lect. 1 (%)	Lect. 2 (%)	Lect. 3 (%)	Lect. 4	Variedad (%)	Lect. 1 (%)	Lect. 2 (%)	Lect. 3 (%)	Lect. 4 (%)
0.00	100b	100c	100b	100	R. Nac.	100	100	100	100a
3.63	89ab	94bc	82ab	101	Rev. 79	117	99	116	94a
6.81	88ab	83ab	81ab	79	Rev. 84	117	106	124	144b
6.81+3*	99ab	90bc	90ab	81	N. Huas.	116	104	124	115ab
11.36	85 a	73a	78a	93	I. Pijao	100	104	130	121ab

\*Mezcla de PCNB+ Metalaxyl.

En lectura 1: 100=1.94 gr.

En lectura 2: 100=5.43gr.

En lectura 3: 100=61 gr.

En lectura 4: 100=105 gr.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=1.67 gr.

En lectura 2: 100=4.66 gr.

En lectura 3: 100=44 gr.

En lectura 4: 100=85 gr.

**5 - NODULACION.** Hubo una drástica reducción de la nodulación en el primer muestreo en comparación con el control. El efecto del fungicida tiende a disminuir al avanzar el tiempo y la nodulación recupera aunque no se iguala con el control en ningún tratamiento. Las variedades incrementaron su producción de nódulos entre 45 - 55% en relación al testigo. Sin embargo para la segunda lectura se mostró una drástica disminución en la nodulación en comparación con la variedad testigo, contrastando además, con el comportamiento de la formación de nódulos en la lectura efectuada a los 10 dds. Sin embargo en ambas lecturas no hubo diferencias estadísticas tanto para dosis como para variedades (ver cuadro 5).

CUADRO 6. NODULACION.

Nivel - PCNB (Kg/ha)	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)	Variedad	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)
0.00	100 a	100	R. Nacional	100	100
3.63	55 a	97	Rev. 79	155	91
6.81	38 a	97	Rev. 84	111	93
6.81+3*	54 ab	89	Negro Huast.	145	96
11.36	54 ab	94	Ica Pijao	145	97

\*Mezcla de PCNB+Metalaxyl.

En lectura 1: 100=0.96

En lectura 2: 100=1.44

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=0.44

En lectura 2: 100=1.44

**6 - DESARROLLO RADICULAR.** El desarrollo radicular sufrió incremento en las dosis de PCNB, exceptuando en el tercer tratamiento, el cual fue estadísticamente diferente del control. En la segunda lectura el desarrollo radicular disminuyó con el uso del fungicida en relación al control, pero este solo difirió de las dosis de 6.81 y 11.36 kg/ha. Las variedades incrementaron su desarrollo radicular con respecto al testigo en la primera lectura. Sin embargo en el segundo muestreo, aunque la variedad testigo fue superada por las otras variedades en su desarrollo radicular, este incremento fue menor en comparación con el obtenido en el primer muestreo (ver cuadro 7).

CUADRO 7. DESARROLLO RADICULAR.

Nivel- PCNB (kg/ha)	Lectura 1 (%)		Lectura 2 (%)		Variedad	Lectura 1 (%)		Lectura 2 (%)	
0.00	100	ab	100	c	R. Nacional	100	100		
3.63	107	ab	101	c	Rev. 79	121	110		
6.81	88	a	86	ab	Rev. 84	132	106		
6.81+3*	118	b	97	bc	Negro Huast.	124	110		
11.36	107	ab	82	a	Ica Pijao	129	108		

\*Mezcla de PCNB+Metalaxyl.

En lectura 1: 100=1.96

En lectura 2: 100=2.84

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=1.68

En lectura 2: 100=2.48

**7 - PESO FRESCO DE LAS PLANTAS.** El peso fresco fue afectado en las plantas tratadas con PCNB tanto en la primera como en la segunda lectura, pero la dosis mayor del fungicida (11.36 kg/ha) fue el tratamiento que más afectó el peso fresco de las plantas, siendo el único que difirió estadísticamente del control en la segunda lectura. Las variedades mejoradas mostraron un fuerte incremento de peso fresco con respecto al testigo (R. Nacional) en ambos muestreos, especialmente en las variedades negras, pero no se mostraron diferencias estadísticas entre ellas (ver cuadro 8).

CUADRO 6. PESO FRESCO DE LAS PLANTAS.

Nivel - PCNB (kg/ha)	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)	Variedades	Lectura 1 (%)	Lectura 2 (%)
0.00	100 b	100	R. Nacional	100	100 ab
3.63	88 ab	91	Rev. 79	105	94 a
6.81	79 ab	76	Rev. 84	115	135 bc
6.81+3*	89 ab	84	Negro Huast.	118	136 bc
11.36	74 a	75	Ica Pijao	117	145 c

\*Mezcla de PCNB+Metaxyl.

En lectura 1: 100=473 gr.

En lectura 2: 100=436 gr.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

R. Nacional es usado como testigo.

En lectura 1: 100=367 gr.

En lectura 2: 100=44 gr.

**8 - PLANTAS COSECHADAS POR SUBPARCELA.** El número de plantas cosechadas por subparcela no difirió estadísticamente tanto para dosis de PCNB como para variedades de frijol. Sin embargo el testigo superó ligeramente al resto de los tratamientos, mientras que la mayor dosis de PCNB 11.36 kg/ha dio el menor valor, el cual fue inferior en un 7% con respecto al control. En las variedades solo Revolución 84 superó en un 8% a la variedad nativa Rojo Nacional, pero ésta además, superó ligeramente al resto de variedades probadas (ver cuadro 9).

CUADRO 9. PLANTAS COSECHADAS POR SUBPARCELA.

Dosis PCNB (kg/ha)	Promedio		Variedad	Promedio			
	X	%		X	%		
0.00	159	a	100	Rojo Nac.	153	a	100
3.63	156	a	98	Rev. 79	151	a	99
6.81	154	a	97	Rev. 84	166	a	109
*6.81+3	156	a	99	Negro Huast.	152	a	99
11.36	148	a	93	Ica Pijao	152	a	99

Separación de medias usando Tukey 5%.

\*Mezcla de PCNB+Metalaxy].

Rojo Nac. es usado como testigo.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

C. V. = 19.13

**9 - PESO DE 1000 SEMILLAS.** El PCNB no afectó el peso de 1000 semillas. El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas para las dosis de PCNB, y no hubo diferencias entre las variaciones de peso expresadas en porcentaje. Las variedades sí presentaron diferencias estadísticas. La variedad nativa Rojo Nacional solo fue ligeramente superior a Revolución 79, y fue estadísticamente diferente del resto de variedades por las cuales fue superada en esta variable. Las variedades de color negro en este ensayo tuvieron mayor peso que las de color rojo (ver cuadro 10).

CUADRO 10. PESO DE 1000 SEMILLAS (grs.).

Dosis PCNB (kg/ha)	Promedio (X)	%	Variedad	Promedio (X)	%
0.00	146 a	100	Rojo Nac.	141 a	100
3.63	145 a	99	Rev. 79	131 a	93
6.81	146 a	100	Rev. 84	151 b	107
*6.81+3	145 a	99	Negro Huast.	155 b	110
11.36	149 a	101	Ica Pijao	151 b	108

separación de medias usando Tukey 5%.

\*Mezcla de PCNB+Metalaxy].

Rojo Nac. es usado como testigo.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

D.V. = 5.12

**10 - RENDIMIENTO.** El rendimiento no difirió estadísticamente entre las dosis de PCNB. Sin embargo la dosis más alta de 11.36 kg/ha produjo el menor rendimiento, mientras que la dosis de 6.81 kg/ha produjo el más alto rendimiento, pero este fue únicamente 3% mayor que el testigo y 12% mayor que la dosis más alta del fungicida. La mezcla de PCNB+Metalaxy] no incrementó el rendimiento del frijol y solo superó el rendimiento obtenido en el tratamiento con 11.36 kg/ha. Las variedades sí mostraron diferencias estadísticas entre ellas en el rendimiento producido. La variedad criolla Rojo Nacional fue superada por todas las variedades restantes, y solo fue igual estadísticamente a Ica Pijao, pero diferente estadísticamente de las demás. Revolución 84 que fue la variedad de mayor rendimiento superó en un 32% a la variedad nativa Rojo Nacional que fue usada como testigo (ver cuadro 11).

CUADRO 11. RENDIMIENTO (kg/ha).

Dosis PCNB (kg/ha)	Promedio (X)	%	Variedad	Promedio (X)	%		
0.00	1158	a	100	Rojo Nac.	957	a	100
3.63	1136	a	98	Rev. 79	1161	b	121
6.81	1197	a	103	Rev. 84	1261	b	132
*6.81+3	1130	a	97	Negro Huas	1185	b	124
11.36	1055	a	91	Ica Pijao	1112	ab	116

Separación de medias usando Tukey 5%.

\*Mezcla de PCNB+Metalaxyl.

Rojo Nac. es usado como festigo.

Lecturas con la misma letra indican que no hay diferencias estadísticas con Tukey 5%.

c.v = 19.70

#### IV - DISCUSION

Los resultados mostraron que la severidad e incidencia de la enfermedad disminuyó con el incremento de la dosis de PCNB. Esto concuerdo con Bristow *et al.* (1973), quienes encontraron que la severidad de la enfermedad en plantas conteniendo PCNB fue significativamente menor que en plantas no expuestas al fungicida. Ellos también encontraron que el PCNB absorbido redujo el tamaño promedio de lesiones. Sin embargo la severidad e incidencia de la enfermedad fueron mayores a los 20 días que a los 10 días después de la siembra, posiblemente debido a que el control químico de la enfermedad es solamente efectivo durante el período de germinación y desarrollo inicial de las plantas (Pastor, 1985; Schwartz & Gálvez, 1980). Además de acuerdo con Bristow *et al.* (1973), la concentración del PCNB en las raíces e hipocótilos de plántulas de frijol disminuye rápidamente después de la emergencia, permitiendo que el patógeno se desarrolle y cause daño a las plántulas. La más baja severidad de la enfermedad a los 10 días después de siembra también puede ser influenciada por la efectividad del método de aplicación, al rociar las semillas en el surco antes que fueran cubiertas (Shlevin & Katan, 1975). Ellos obtuvieron efectivo control de *Rhizoctonia solani* usando PCNB cuando aplicaron el fungicida de esta manera. También Pastor (1985) y Moore & Conover (1954) reportaron la efectividad del método.

El peso seco de las plantas a los 10, 20 y 40 días después de la siembra y el peso de las raíces, la nodulación, y el desarrollo radicular a los 10 y 20 días después de siembra, generalmente fueron menores en las plantas tratadas con PCNB y especialmente con la dosis más alta. Esto posiblemente se deba a cierta fitotoxicidad inducida por el fungicida en las plantas que afecta su crecimiento, desarrollo y producción. Además, puede afectar la

actividad microbiana en el suelo donde se encuentran las bacterias de la nodulación, ya que cualquier pesticida que se pone en contacto con el suelo de campo rápidamente induce al menos un cambio temporal en el comportamiento microbial del suelo. La alteración del equilibrio microbial por pesticidas en el suelo ha sido claramente demostrada con PCNB (Rodríguez-Kabane & Curl, 1980).

La poca actividad de *Rhizoctonia solani* en la siembra de primera posiblemente se deba a la baja concentración del patógeno al comienzo de la estación lluviosa. De acuerdo con Weber (1939) el hongo sobrevive sobre restos orgánicos, pero éstos, son descompuestos rápidamente en las condiciones tropicales.

El peso fresco de las plantas tuvo casi la misma tendencia que el peso seco de las mismas. Solo se presentaron ligeras variaciones que pueden deberse a las diferentes concentraciones de agua que tienen las distintas variedades del cultivo. Por lo tanto puede decirse que no es necesario registrar el peso fresco de las muestras tomadas, sino el peso seco debido a que éste es más representativo dado que muestra la cantidad de materia seca formada por la planta.

El número de plantas cosechadas no difirió estadísticamente tanto para dosis como para variedades lo mismo que en el rendimiento obtenido. Esto concuerda con lo mostrado por Beebe *et al* (1981), quienes reportaron que las parcelas útiles de frijol seco fueron afectadas solamente cuando hubo una considerable reducción de las plantas cosechadas. En el rendimiento únicamente se mostraron diferencias estadísticas para las variedades de frijol, lo cual puede deberse a la diferente capacidad productiva de las distintas variedades usadas en el experimento. Revolución 84 fue la variedad que produjo el mayor rendimiento, las variedades mejoradas incrementaron su rendimiento 16 - 32 % en relación al testigo. El más bajo rendimiento fue

obtenido con la dosis más alta del fungicida donde la severidad e incidencia de la enfermedad fueron también más bajas, esto está en desacuerdo con lo mostrado por Leach & Garber (1970), quienes encontraron que al reducirse la infección se produjo un aumento en el rendimiento; pero concuerda con ellos en que las dosis altas del fungicida pueden causar fitotoxicidad entorpeciendo el desarrollo y producción de las plantas. Bruggen (1986) mostró que la severidad de la enfermedad fue la única medida de la enfermedad que fue correlacionada negativamente con el rendimiento. El más alto rendimiento fue obtenido con la dosis de 6.81 kg/ha pero este valor fue solamente 3.8% mayor que el testigo y 12.8% mayor que el rendimiento que se produjo en la dosis más alta de PCNB.

En el peso de 1000 semillas se produjeron diferencias estadísticas para variedades, esto posiblemente es debido a los diferentes tamaños de semilla que posee cada variedad de las usadas en el trabajo, lo cual es un carácter genético. Sin embargo el peso de las semillas no varió con el tratamiento químico.

## V - CONCLUSIONES

- 1 - El patógeno aún estando presente no afectó el rendimiento del frijol.
- 2 - El PCNB tuvo efecto profundo sobre todos los factores estudiados, pero el efecto fue aparentemente transitorio en los primeros estadios de la planta y este efecto negativo sobre el patógeno no influyó en un mayor rendimiento.
- 3 - Revolución 84 aunque fue la variedad que registró la mayor severidad e incidencia de la enfermedad, no fue afectada en su producción de materia seca ni en su rendimiento, ya que produjo el más alto valor.
- 4 - Los resultados mostraron que la dosis de 6.81 kg/ha de PCNB fue la mejor en este trabajo, pero solo aumentó el rendimiento en un 3% en comparación con el control y en un 12% en relación al resultado obtenido en el nivel de 11.36 kg/ha del fungicida.
- 5 - La dosis de 11.36 kg/ha aunque actuó positivamente contra la severidad e incidencia de la enfermedad, mostró cierto grado de fitotoxicidad que influyó negativamente en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas tratadas con el mencionado nivel de fungicida.
- 6 - La mezcla de PCNB+Metalaxyl no aumentó el rendimiento del frijol. No hubo una disminución de 3% en relación con el control.

## VI - RECOMENDACIONES

- 1- Realizar de nuevo el ensayo, debido a que de un año a otro las condiciones climáticas cambian y con ello el comportamiento de los patógenos.
- 2- Puede sembrarse frijol de primera sin uso de PCNB máxime cuando la humedad del suelo no es tan alta.
- 3- Realizar el ensayo durante época de postrera, en un área previamente sembrada con frijol, con una variedad susceptible, para tener mejor respuesta a la protección química.
- 4- Utilizar productos químicos más eficientes en el control y compararlos con diferentes técnicas de producción, que nos permitan ofrecer mejores alternativas de control, más económicas y sin peligro de la contaminación ambiental.

## VII - BIBLIOGRAFIA

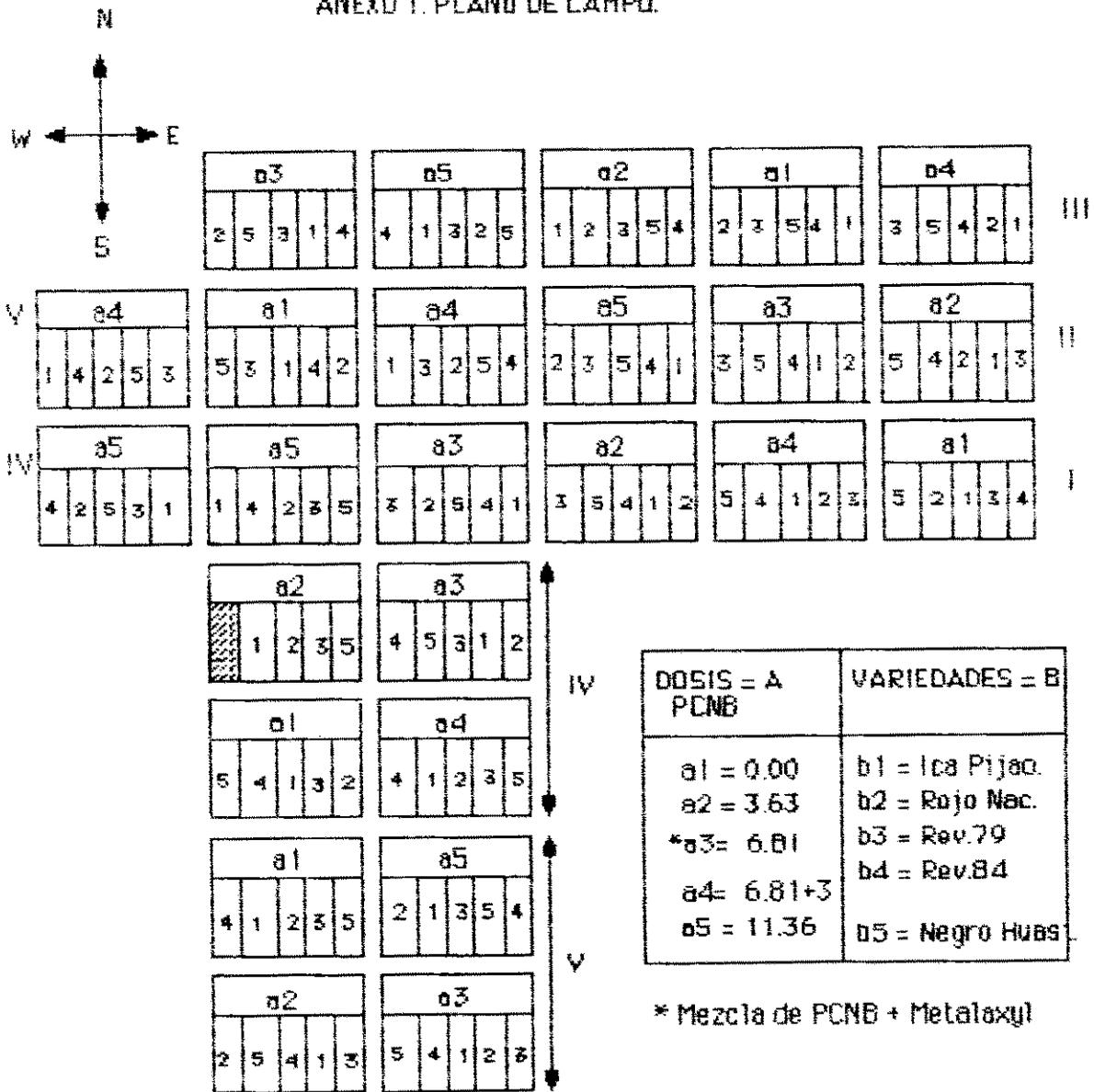
- Abawi, G.S. 1986. Root diseases of beans and their control strategies. Seminarios internos, CIAT, Cali, Colombia.
- Anderson, N. A. 1977. Evaluation of the *Rhizoctonia* complex in relation to seedling blight of flax. *Plant Dis. Repr.* 61: 140 - 142.
- Anderson, N. A. 1982. The genetic and pathology of *Rhizoctonia solani*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 20: 329 - 347.
- Arndt, C. H. 1953. Evaluation of fungicides as protectants of cotton seedlings from infection by *Rhizoctonia solani*. *Plant Dis. Repr.* 37: 397 - 399.
- Baker, K. F. 1970. Types of *Rhizoctonia* Diseases and Their Occurrence in: *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. J. R. Parmeter, Jr. ed. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
- Beebe, S. E., Bliss, F. A., and Schwartz, H. F. 1981. Root rot resistance in common bean germ plasm of Latin America origin. *Plant Dis.* 65: 485-489.
- Bristow, P. R. and Katan, J. 1970a. Protection from *Rhizoctonia solani* by PCNB accumulated in plants. (Abstract). *Phytopathology* 60: 1256.
- Bristow, P. R. ; Katan, J. ; Lockwood, J. L. 1973b. Control of *Rhizoctonia solani* by Pentachloronitrobenzene Accumulated from soil by bean plants. *Phytopathology* 63 : 808-813.
- Bruggen, A. H. C., Whalen, C. H, and Aneson, P. A. 1986. Effects of inoculum level of *Rhizoctonia solani* on emergence, plant development, and yield of dry beans. *Phytopathology* 76:669 - 873.
- Cardoso, J. E. Echandi, E. 1987. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia* - like fungi. *Plant Disease.* 71: 167 - 170.

- Dekker, J. and Georgopoulos, S. G. 1982. Fungicide Resistance in Crop Protection. Centre of Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Holland. Pages 164, 168, 170.
- Gibson, I. A. S. 1961. An Anomalous Effect of PCNB on the incidence of damping - off caused by a *Fythim* sp. *Phytopathology* 51: 531-533.
- Geber, U. 1987. Occurrence of soil borne pathogens on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Nicaragua. Swedish University of Agricultural Sciences, Research Information Centre. Uppsala, Sweden. 16 pp.
- Katan, J. and Lockwood, J. L. 1970. Effect of Pentachloronitrobenzene on colonization of alfalfa residues by fungi and *Streptomyces* in soil. *Phytopathology* 60 : 1578 - 1582.
- Ko, W. H., Oda, M. K. 1972. The nature of control of *Rhizoctonia solani* by Pentachloronitrobenzene in soil. *Phytopathology* 62 : 385 - 387.
- Leach, L. D. and Garber, R. H. 1970. Control of *Rhizoctonia solani*. in *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. J. R. Parmeter, Jr. ed. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
- Lifshtz, R.; Lifshtz, S.; Baker, R. 1985. Decrease in incidence of *Rhizoctonia* preemergence damping-off by use of integrated chemical and biological controls. *Plant Disease* 69: 431-434.
- Llano, G. A. 1987. Effects of fungicides on Soilborne Diseases on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Nicaragua. *Swedish J. agric. Res.* 17 :69 -75.
- Llano, G. A. and Campos de, C. 1983. Enfermedades del frijol Común in : Manual de Producción de frijol Común. Tapia, H. & García, J. E. edits. MIDINRA , Managua, Nicaragua, 200 pp.
- Martin, H. 1968. Pesticide Manual. Basic Information on the chemicals used as active Components of Pesticides. British Crop Protection Council (BCPC), England.
- McCarter, S. M, and Barksdale, T. H. 1977. Effectiveness of Selected Chemicals in Controlling *Rhizoctonia* Fruit rot of Tomato in greenhouse and field tests. *Plant Dis. Repr.* 61: 811-815.

- Moore, W. D. and Conover, R. A. 1955. Chemicals Soils Treatments for the control of *Rhizoctonia* on snap bean. Plant Dis. Reprtr. 39:103-105.
- Ogoshi, A. 1987. Ecology and Patogenicity of anastomosis and intraespecific groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. Ann. Rev. Phytopatology 25: 125-143.
- Parmeter, J. R. Jr., Sherwood, R. T., Platt, W. D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 59:1270-1278.
- Pastor - Corrales, M. 1985. Enfermedades del frijol causadas por hongos. Pags. 169-206 en: Frijol Investigación y Producción. López, M. edit. CIAT, Cali, Colombia. 217 pp.
- Rodriguez- Kabana, R. and Curl, E. A. 1980. Nontarget Effects of Pesticides on Soilborne Pathogens and Disease. Ann. Rev. Phythopathol. 18:311-332.
- Schwartz, H. F. and Gálvez, G. 1980. Bean Production problems. Disease, Insect, Soil, and climatic constraints of *Phaseolus vulgaris*, CIAT, Cali, Colombia.
- Shlevin, E. and Katan, J. Rhizoctonia Disease of carrot seedling and its control. Plant Dis. Reprtr. 59:29-32.
- Stockwell, V. Handley, P. 1987. Lignification of lesion border in *Rhizoctonia* - infected bean hypocotyls. Phytopathology 77:589-593.
- Tapia, H. and García, J. E. 1983. Manual de Producción de Frijol Común. MIDINRA, Managua, Nicaragua. 200 pp.
- Weber, G. F. 1939. Web blight a disease of beans caused by *Carticium microsclerotia* Phytopathology 29: 559 - 575.
- Worthing, C. R. 1979. The Pesticide Manual. A World Compendium. British Crop Protection Council. England.

**VIII - ANEXOS**

ANEXO I. PLANO DE CAMPO.



ANEXO 2. ESCALA PARA MEDIR LA NODULACION

- 0 = Sin nodulación
- 1 = Escasa nodulación
- 2 = Mediana nodulación
- 3 = Abundante nodulación

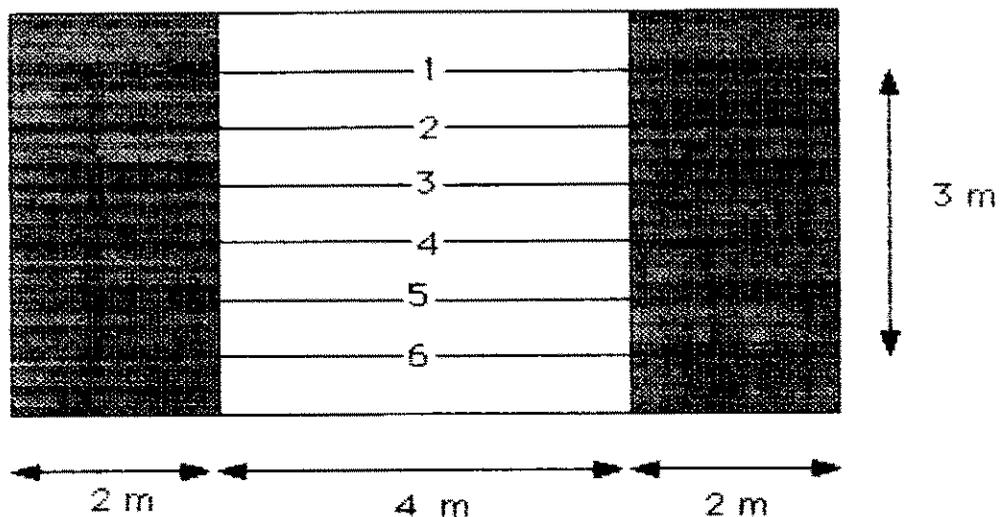
ANEXO 3. ESCALA PARA MEDIR EL DESARROLLO RADICULAR

- 1 = Poco desarrollo
- 2 = Mediano desarrollo
- 3 = Alto desarrollo

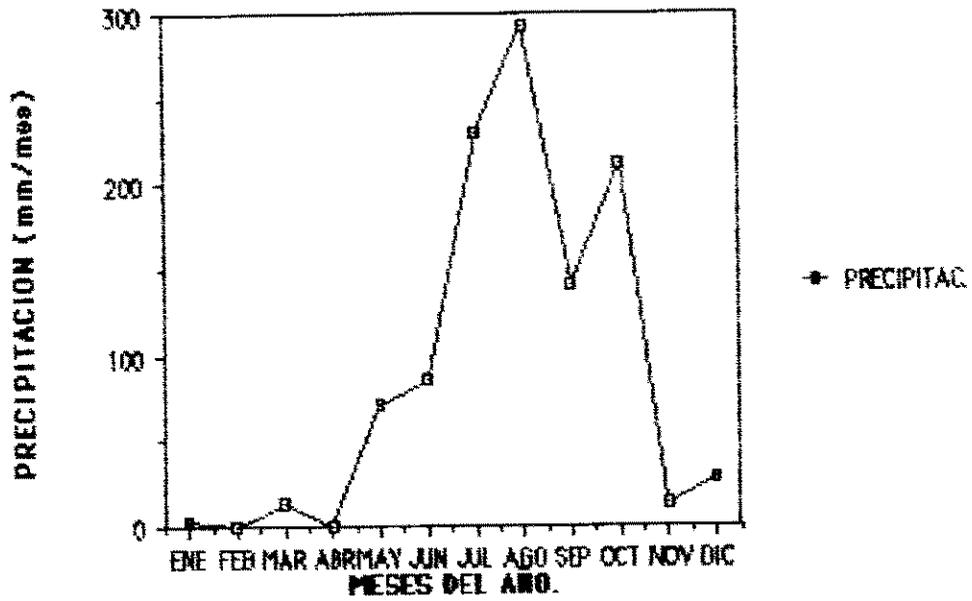
## ANEXO 4. ESCALA PARA MEDIR LA SEVERIDAD DE LOS CHANCROS

- 1 - Síntomas no visibles de la enfermedad.
- 3 -Ligeras decoloraciones .sin lesiones necróticas con hasta aproximadamente 10% de lesiones en hipocótilos y raíces .
- 5 - Aproximadamente 30% de lesiones en el tejido de hipocótilos y raíces, sin embargo, el tejido se mantiene firme y sin mucha reducción del sistema radicular.
- 7 - Aproximadamente 50% de tejido de hipocótilos y raíces afectado con lesiones y con un considerable ablandamiento, pudrición y reducción del sistema radicular.
- 9 -Aproximadamente 70% o más del tejido de hipocótilos y raíces afectadas con avanzado estado de pudrición y severa reducción en el sistema radicular.

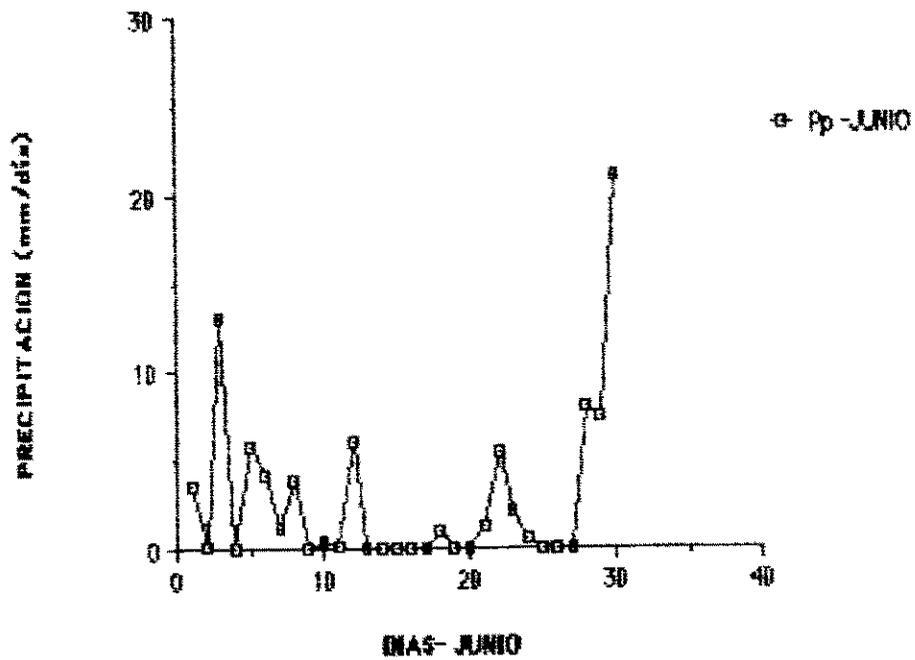
## ANEXO 5. SUBPARCELA.



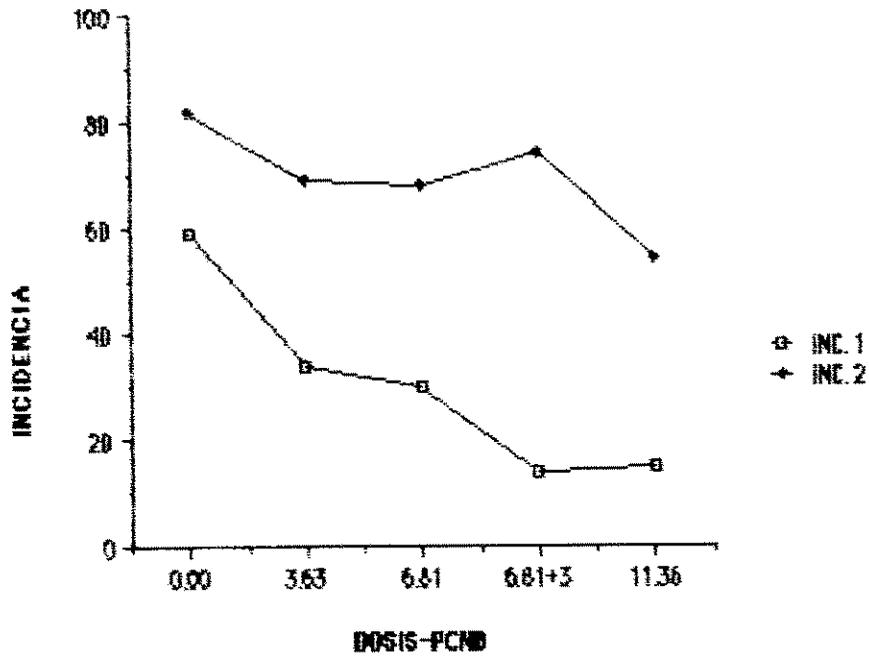
Las áreas sombreadas son los bordes en donde se tomaron las muestras, y la parte central de los 4 surcos centrales constituyen la parcela útil.



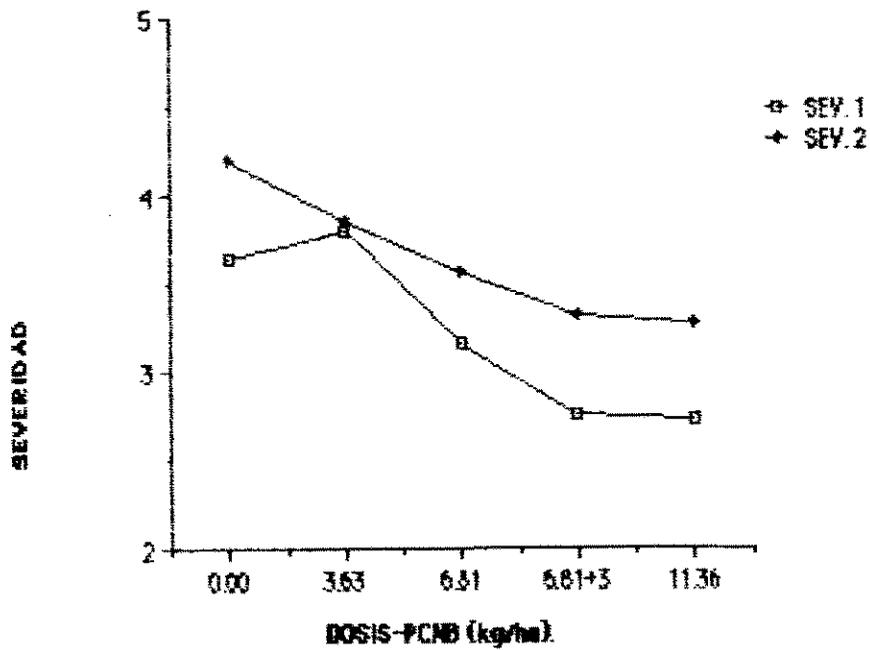
ANEXO 6. GRAFICO DE LA Pp. EN 1987.



ANEXO 7. PRECIPITACION DE JUNIO, 1987."



ANEXO 8. INCIDENCIA 1 Y 2 DE LA ENFERM.



ANEXO 9. SEVERIDAD 1 Y 2 DE LA ENFERMEDAD