

**Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias
Escuela de Sanidad Vegetal**

Trabajo de Diploma

**Tolerancia de diferentes variedades de repollo
(*Brassica oleracea L.*) a la bacteriosis causada por
*Xanthomonas campestris pv. campestris P.***

**Diplomante: Edgardo Salvador Martínez
Asesor: Ing. Martha Zamora Solórzano**

**Presentada a la consideración del Honorable Tribunal
Examinador como requisito final para optar al grado de
INGENIERO AGRONOMO**

DIRECCION DE INVESTIGACION Y POST-GRADO (DIP)

**Managua, Nicaragua
Marzo, 1990**

Dedicatoria

Este pequeño trabajo lo dedicó de forma muy especial a mi madre, María de Socorro Martínez, máxima representación de amor y respeto en mi vida.

A la memoria de mi padre Francisco Jiménez Ramírez (q.e.p.d).

A mi abuelita, Casta vda. de Martínez.

Con especial cariño a mis hermanos, Guillermo, Juanita, Yessenia, Flor de liz y Lennin.

A todos mis familiares y amigos quienes contribuyeron con su aliento y entusiasmo en el seguimiento de mis estudios.

A DIOS

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi asesora y amiga, Ing. Martha Zamora Solórzano, por haberme conducido con su entusiasmo y dedicación en la realización de este trabajo.

También quiero agradecer al Dr. Falguni Guharay por su valioso apoyo durante este estudio.

Agradezco a la Escuela de Sanidad Vegetal, ISCA por brindarme las facilidades necesarias para realizar este trabajo.

Agradezco de manera especial la cooperación y participación de los productores de la cooperativa William Rodríguez de la Concepción, Masaya, durante la realización de este trabajo.

Agradezco a los miembros del colectivo MIP-repollo-1989 de ESAVE y a todos aquellos que de una u otra manera me brindaron su apoyo durante todas las etapas de este trabajo.

Indice General

	Pagina
Lista de Cuadros	I
Lista de Figuras	II
Resumen	III
Introducción	1
Objetivos	3
Materiales y Métodos	4
Resultados y Discusión	9
Evaluación de tolerancia de variedades bajo condiciones de inoculación artificial	9
Evaluación de tolerancia de variedades bajo condiciones de infección natural y su adaptabilidad	14
Conclusiones	28
Recomendaciones	29
Bibliografía	30

I

Lista de Cuadros

	Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo inoculadas artificialmente en el invernadero (I repetición)	13
I.	Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo inoculadas artificialmente en el invernadero (II repetición)	14
II.	Grado de severidad de bacteriosis en diferentes variedades de repollo.	17
V.	Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo bajo condiciones de campo	21
7.	Incidencia de <i>Plutella xylostella</i> en diferentes variedades de repollo	22
7I.	Evaluación de calidad de cabezas en diferentes variedades de repollo	25
7II.	Aspectos de rendimiento de diferentes variedades de repollo	26

II

Lista de figuras

Incidencia de bacteriosis en diferentes variedades de repollo en invernadero	10
Severidad de bacteriosis en diferentes variedades de repollo en invernadero	11
Datos Climatológicos durante el período de ensayo de campo	15
Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo (Incidencia)	19
Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo (Severidad)	20
Incidencia de <i>Plutella xylostella</i> en diferentes variedades de repollo.	23

III

Resumen

Con el objetivo de determinar el grado de tolerancia de diferentes variedades de repollo a la bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) y evaluar su adaptabilidad y rendimiento en la zona de la Concepción, Masaya, se establecieron ensayos en invernadero y campo en el período comprendido entre el 17 de Abril al 17 de Noviembre de 1989. Se evaluaron 10 variedades de repollo bajo las condiciones de inoculación artificial en el invernadero de las cuales la variedad Superette resultó la más susceptible a la bacteriosis; las variedades Yasseng e Izalco resultaron las más tolerantes. Otras variedades como King Kole, Premium y Potye resultaron menos susceptibles. A nivel de campo se evaluaron 5 variedades seleccionadas de acuerdo a su grado de tolerancia a bacteriosis y representatividad en el país las cuales fueron Superette, Izalco, King Kole, Copenhagen Market y Premium. La variedad Izalco resultó más tolerante a la bacteriosis mientras que la variedad Superette mostró alta susceptibilidad seguido por King Kole, Premium y Copenhagen. Los rendimientos en las variedades susceptibles a la bacteriosis resultaron bajos comparados con Izalco.

Introducción

El repollo (*Brassica oleracea L.*) es una de las hortalizas de mayor comercialización en Nicaragua. El consumo anual per capita de este cultivo es de 9.1 kg (MICOIN, 1982). Actualmente la producción de repollo se destina para el consumo nacional, pero se contempla que para el futuro se dé la industrialización y exportación en la Empresa de conservas vegetales del Valle de Sébaco.

A pesar de la gran importancia de este cultivo en la dieta nacional su producción se ve afectada por una serie de factores como la adaptabilidad de variedades, deficiente manejo del cultivo, falta de mecanismos adecuados de comercialización y sobre todo problemas fitosanitarios. Dentro de los principales problemas fitosanitarios que limitan la producción de repollo está el ataque de la bacteria *Xanthomonas campestris pv. campestris* causando la pudrición negra y el insecto *Plutella xylostella L.* (Calderón, 1984; Barahona et al., 1989).

En la región IV el repollo se cultiva principalmente en época de primera (Mayo-Agosto). Durante esta época se dan condiciones de temperaturas medias, alta precipitación y alta humedad relativa que son favorables para el desarrollo de enfermedades en los cultivos (Guharay, 1989). En la zona de la Concepción, Masaya se registra alta incidencia de la bacteriosis o pudrición negra (conocido como quema o chamusco por los productores) en esta época, causando pérdidas de 50 hasta 100% de la producción (Lehmann, 1983).

Inicialmente las plantas afectadas por bacteriosis presentan manchas café en los bordes de las hojas las cuales se extienden hacia el centro en

forma de "V" llegando a las venaciones ennegreciendolas afectando asi toda la planta, causando la pudrición de la cabeza (University of Cornell, 1981). El control de esta enfermedad resulta dificil ya que la bacteria puede sobrevivir en la semilla y en el suelo (University of California, 1987).

La alta incidencia de esta enfermedad en la zona de la Concepción, Masaya ha sido provocado por diversos factores como el uso de semilla contaminada por la bacteria, sobre laboreo del suelo, mal manejo de malezas y rastrojos, desconocimiento sobre la enfermedad y el uso continuo de una sola variedad (Superette) que según los productores de la zona muestra alta susceptibilidad a bacteriosis (Guharay, 1989).

Se considera que el control más efectivo y económico de las enfermedades es el uso de variedades resistentes. El híbrido Izalco ha demostrado cierto grado de tolerancia a la bacteriosis según las investigaciones realizadas en Honduras (Cerna y Donaire, 1987). También se ha observado que la variedad Yasseng (introducida en Nicaragua de la Republica de China) posee tolerancia al ataque de la bacteriosis (Barahona et al., 1989).

Por lo tanto es necesario hacer estudios de adaptabilidad y tolerancia a bacteriosis de variedades de repollo para determinar la variedad más adecuada para las zonas como la Concepción, Masaya donde la incidencia de bacteriosis no permite cultivar variedades susceptibles.

Este trabajo representa un estudio encaminado a la búsqueda de una alternativa y de bajos costos para los productores de repollo en el manejo de la bacteriosis y así poder aumentar la producción de repollo de buena calidad.

Objetivos

1. Determinar el grado de tolerancia de variedades de repollo al ataque de bacteriosis bajo las condiciones de inoculación artificial en el invernadero.

2. Determinar el grado de tolerancia de variedades de repollo al ataque de bacteriosis bajo las condiciones de infección natural en el campo.

3. Evaluar la adaptabilidad y rendimiento de variedades de repollo en la zona de la Concepción, Masaya.

Materiales y métodos

El presente estudio consistió en la evaluación de tolerancia de las variedades de repollo bajo las condiciones de inoculación artificial e infección natural. Para cada una de ellos los materiales y métodos se describen a continuación.

I. Evaluación de tolerancia de variedades de repollo a bacteriosis bajo condiciones de inoculación artificial (estudio en invernadero):

Este estudio se realizó en el invernadero de la Escuela de Sanidad Vegetal del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua. Se hicieron 2 repeticiones del estudio; la primera en los meses de Abril-Mayo y la segunda durante Octubre-Noviembre, 1989.

En la primera repetición se evaluaron siete variedades de repollo: Superette (EE.UU), Izalco (EE.UU), King Kole (EE.UU), Vedette (RDA), Potye (RDA), Glory V. Enkhuizen (Holanda) y Gluckstadter mittelfinher (GM: RDA). Para la segunda repetición se utilizaron siete variedades: Superette (EE.UU), Izalco (EE.UU), King Kole (EE.UU), Potye (RDA), Copenhagen Market (Holanda), Premium flat Duch (Holanda) y Yasseng (Republica de China).

Antes de la siembra se realizó una prueba para determinar si las semillas estaban contaminadas por la bacteria *Xanthomonas* sp. utilizando el método de siembra en medio selectivo YPGA (Extracto de levadura 5g, peptona 5g, glucosa 10g, agar 20g y agua 1000 ml, pH 7.2, Schaad, 1980). No se pudo aislar la bacteria *Xanthomonas* sp. a partir de las semillas, sin embargo, ellas estaban contaminadas por la bacteria *Erwinia* sp. Por lo tanto se procedió a desinfestarlas utilizando el método térmico (agua caliente 50° C, 20 minutos, MIDINRA, 1982) y el tratamiento posterior con

fungicida BENLATE (benomyl).

La siembra de las variedades se realizó en bandejas plásticas previamente esterilizadas con 90% alcohol en suelo esterilizado por el uso de calor (temperatura mayor de 100^o C por 2 horas). Por cada variedad se sembraron 60 semillas arregladas en 4 surcos de las cuales se inocularon 3 y el último sirvió como el testigo.

Para la inoculación se utilizó una suspensión bacteriana de *Xanthomonas campestris pv. campestris* (6 x10⁸ unidades por ml) previamente aislada de una hoja de repollo atacada por la bacteria proveniente de la zona repollera de la Concepción, Masaya y luego cultivada en el medio YPGA. Se efectuó la inoculación 10 días después de siembra cuando las plántulas tenían sus 2 primeras hojas cotiledonales, impregnando una tijera previamente esterilizada en la solución bacteriana y cortando una hoja por el peciolo. Después de la inoculación se dejaron las bandejas regadas y cubiertas con plástico transparente por 48 horas obteniendo las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad (temperatura promedio 29^oC y humedad relativa de 80-100%). Se observaron los síntomas a partir de las 72 horas después de la inoculación. Durante los próximos 20 días se aplicó riego (2 veces por día) para mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad.

Para determinar la tolerancia de las variedades se evaluó el desarrollo de bacteriosis en las plantas durante los 20 días después de la inoculación utilizando la siguiente escala:

- | | |
|--|--------------------------------|
| 0 = Sin síntoma | 3 = Marchitez inicial |
| 1 = Amarillamiento foliar (en 1-2 hojas) | 4 = Marchitez avanzada |
| 2 = Venas negruscas | 5 = Colapso total de la planta |

La incidencia se calculó en base de la fórmula:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas inoculadas}} \times 100$$

La severidad se calculó en base de la fórmula:

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\text{Suma de los valores asignados de la escala}}{\text{Número de plantas evaluadas} \times \text{valor máximo de escala}} \times 100$$

II. Evaluación de tolerancia de variedades de repollo a bacteriosis bajo condiciones de infección natural (estudio en el campo):

Este estudio se llevó a cabo en el campo de la Cooperativa William Rodriguez, la Concepción, Masaya, Región IV. Esta zona está localizada a 875 msnm con una ubicación ecológica según Holdridge de promontorio húmedo, con suelo franco-arenoso fino de profundidad media. El estudio se desarrolló en época de primera sembrándose el 12 de Mayo, trasplantando el 16 de Junio y cosechándose 24 de Agosto, 1989.

De acuerdo al grado de tolerancia de las variedades y representatividad en el país se seleccionaron cinco variedades para evaluar en el campo. Las variedades evaluadas fueron Superette, Izalco, King Kole, Premium Flat Duch y Copenhagen Market.

El almácigo del que se obtuvieron las plantas fue desinfectado con Bromuro de metilo (37 g/m^2) y fertilizado con completo NPK 10-30-10 (5g/ m^2) al momento de la siembra. Para el control de enfermedades fungosas se realizó una aplicación de BRAVO 500 (clorotalonil; 1 kg/Ha).

El campo definitivo fue preparado con chapoda, arado y nivelado. El trasplante se realizó cuando las plántulas tenían 6-8 hojas verdaderas a

una distancia de 0.5 m entre surco y 0.5 m entre plantas. A los 8 días después del trasplante (DDT), se fertilizó con completo NPK 10-30-10 a razón de 2.6 qq/Ha. A los 25 y 45 DDT se aplicó Urea (46% N) a razón de 1.3 qq/Ha. En estos momentos también se realizaron limpia de malezas y aporque utilizando azadon.

Los tratamientos (variedades) se distribuyeron en el campo utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 4 repeticiones. Cada parcela experimental constó de 4 m de largo por 2.5 m de ancho, sembrándose 6 hileras por parcela, de las cuales 4 hileras centrales sirvieron como parcela útil.

Desde 8 DDT hasta la cosecha de hicieron recuentos semanales de *Plutella xylostella* y severidad de bacteriosis. Para la evaluación de la severidad de bacteriosis se midió el área foliar afectada utilizando la guía propuesta por Chalfant y Brett (1965). Para el recuento de *Plutella* se revisaron 10 plantas al azar y para la bacteriosis se evaluaron 20 plantas por parcela útil. También se tomaron los datos sobre el estado fenológico de las variedades durante todo el ciclo del cultivo.

Para proteger el cultivo del ataque de los defoliadores se realizaron aplicaciones de DIPEL (*Bacillus thuringiensis* 787 g/Ha) hasta los 45 DDT y luego una mezcla de DIPEL y CYPERMAT (Cipermetrina: 312 cc/Ha) utilizando un criterio de aplicación de 0.1 larva/planta.

Para la evaluación del rendimiento se cosecharon los 4 surcos centrales anotando datos de número total de plantas, número de cabezas formadas, peso, diametro y altura de cabezas.

Para evaluar el daño foliar causado por los defoliadores se utilizó la escala propuesta por Greene (1972).

- 0 = Sin daño
- 1 = Daño leve en hojas de roseta
- 2 = Daño leve de hojas de roseta y cabeza
- 3 = Daño fuerte en hojas de roseta y leve en cabeza
- 4 = Daño fuerte en cabeza
- 5 = Daño total de cabeza

Para evaluar el daño causado por bacteriosis se utilizó la siguiente escala:

- 0 = Sin daño
- 1 = Daño leve en hojas de roseta
- 2 = Daño grave en hojas de roseta y leve en cabeza
- 3 = Daño grave en hojas de roseta y grave en cabeza
- 4 = Pudrición total.

La estimación del precio de cabezas se obtuvo en base de 10 cabezas seleccionadas al azar por variedad las que fueron valorizadas en los mercados Mayoreo y Roberto Huembes de Managua.

Los datos fueron sometidos a análisis estadísticos en el Centro de Cómputos de ESAVE, ISCA utilizando los programas del Centro y SYSTAT.

Resultados y Discusión

1. Evaluación de tolerancia de variedades de repollo a bacteriosis bajo condiciones de inoculación artificial (estudio en invernadero):

La incidencia y severidad de bacteriosis en las diferentes variedades de repollo bajo las condiciones de inoculación artificial se presentan en las figuras 1 y 2. Se observa que después de 72 horas de la inoculación aparecen los primeros síntomas en la mayoría de las variedades. Esto nos indica que el método de inoculación y las condiciones ambientales (Temperatura promedio de 29°C y HR 80-100%) fueron adecuadas para el desarrollo de la bacteriosis en ambas repeticiones. Las plantas de todas las variedades que sirvieron como testigos no mostraron ningún síntoma de enfermedad y la bacteria reaislada de las plantas enfermas en la evaluación fue identificada como *Xanthomonas* sp. lo que comprueba la validez de la evaluación de tolerancia de las variedades a este patógeno.

En la figura 1 donde se presenta la incidencia de bacteriosis en las variedades durante 20 días después de la inoculación, se observa en la primera repetición la variedad Superette alcanzó el máximo nivel (100%) seguida por las variedades Vedette, Glory y GM. Por otro lado la variedad Izalco obtuvo el menor porcentaje de incidencia (28.5%). Las variedades King Kole y Potye alcanzaron niveles medios de incidencia. En la segunda repetición las variedades que alcanzaron mayores porcentajes de incidencia fueron Superette, Copenhagen M, King Kole, Potye y Premium con un rango de 97-100%. Las variedades Yasseng e Izalco mostraron baja incidencia de bacteriosis (1y 37% respectivamente).

En la figura 2 se presenta la severidad de bacteriosis en diferentes

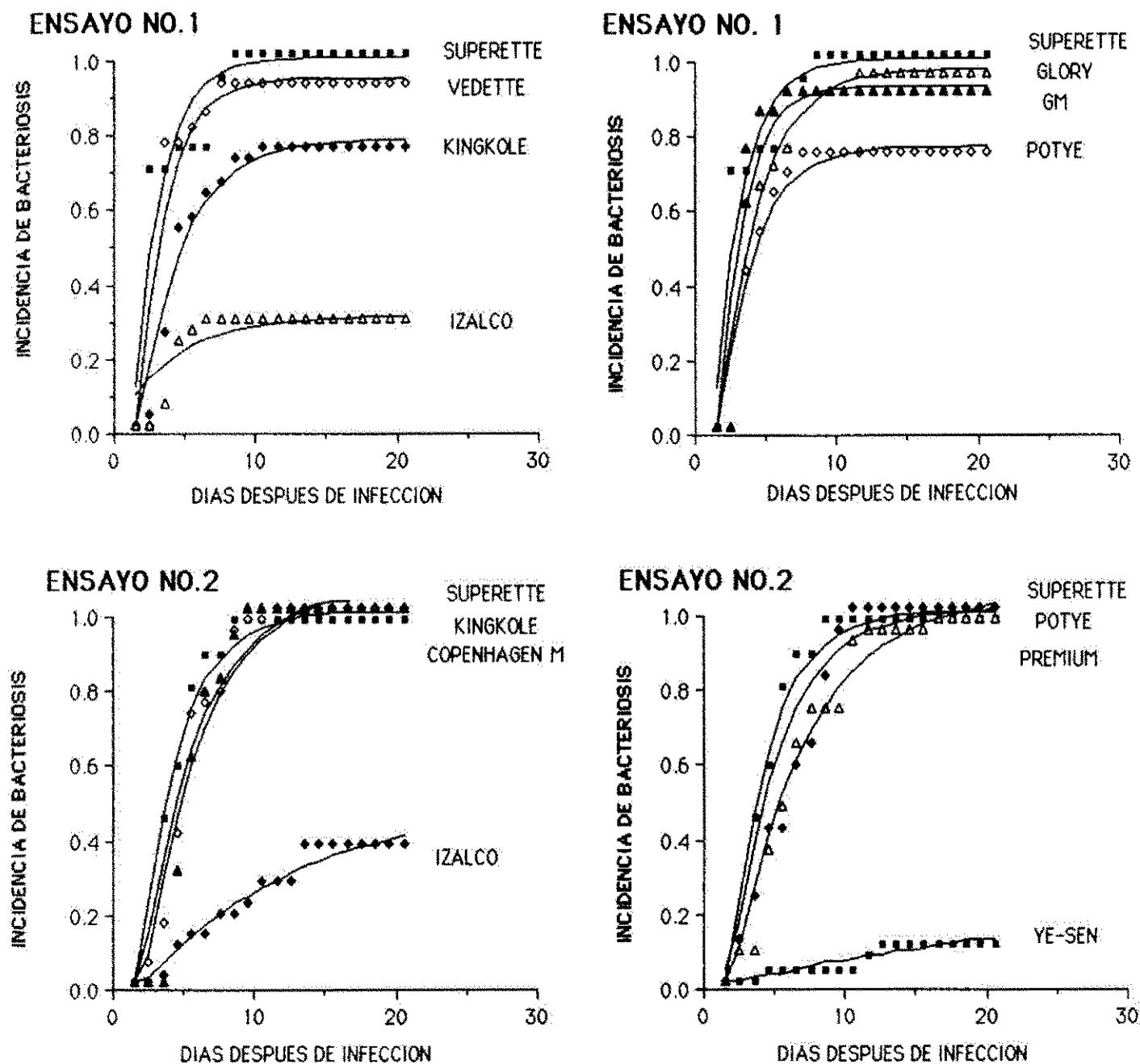


Figura 1.

Incidencia de bacteriosis en las diferentes variedades de repollo en invernadero, inoculadas artificialmente con *Xanthomonas campestris*. Los puntos representan la incidencia en diferentes fechas y las curvas son ajustes teóricos del proceso de desarrollo de la enfermedad según modelo de crecimiento retardado.

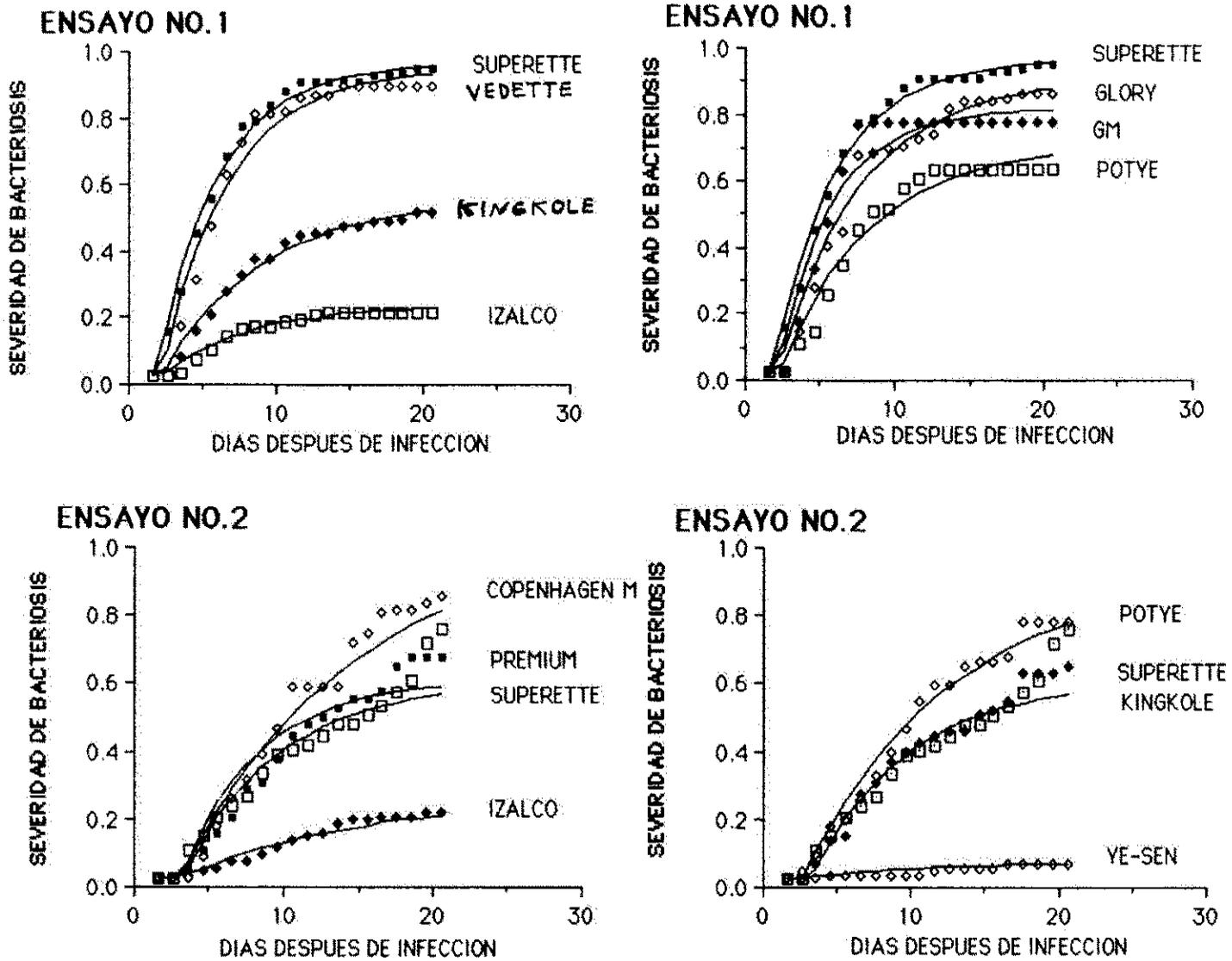


Figura 2.

Severidad de bacteriosis (expresado en escala de 0-1 correspondiente de 0 a 100%) en las diferentes variedades de repollo en invernadero, inoculadas artificialmente con *Xanthomonas campestris*. Los puntos representan la severidad observada en diferentes fechas y las curvas son ajustes teóricos del incremento de severidad según el modelo de crecimiento retardado.

variedades durante los 20 días después de la inoculación. Se observa que en la primera repetición la variedad Superette alcanzó el máximo grado de severidad (92%) seguida por las variedades Vedette, Glory y GM. La variedad Izalco obtuvo el menor grado de severidad (19%) y otras variedades como King Kole y Potye mostraron mediano grado de severidad. En la segunda repetición las variedades que alcanzaron los máximos grados de severidad fueron Copenhagen M, Potye, Superette, Premium y King Kole con un rango entre 63-83%. Las variedades Yasseng e Izalco obtuvieron menores grados de severidad (4 y 19% respectivamente).

Para comparar el proceso de desarrollo de la bacteriosis en las diferentes variedades se realizaron ajustes no lineales a los datos observados, obteniendo un buen ajuste con el modelo de crecimiento retardado. Los parámetros de estos ajustes se presentan en los cuadros I y II. Se observa que las variedades que alcanzaron mayores niveles de incidencia también alcanzan los máximos grados de severidad. Las tasas de crecimiento calculadas para la incidencia y la severidad indican que las variedades Yasseng e Izalco presentan tolerancia a bacteriosis con valores bajos de las tasas de crecimiento, mientras las variedades Superette, Vedette, Glory, GM, Copenhagen M, Premium y King Kole presentan susceptibilidad a la bacteriosis y la variedad Potye presenta cierto grado de tolerancia. Estos resultados coinciden con las observaciones de Barahona et al. (1989) ; Cerna y Donaire (1987) quienes indican la tolerancia de las variedades Yasseng e Izalco a la bacteriosis. Se debe mencionar que la variedad Yasseng se encuentra en el proceso de mejoramiento genético y en este momento presenta variabilidad en cuanto

a las características morfológicas de las cabezas (Comunicación personal Ing. Alwin Gwem, Centro experimental Raul Gonzalez, Sébaco), por lo cual no es aconsejable para probar su adaptabilidad a nivel de campo en este momento.

Cuadro I. Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo inoculadas artificialmente en el invernadero (I repetición).

Variedades	Incidencia			Severidad		
	Ecuación* de ajuste	Máxima* inc	Tasa de crec.	Ecuación de ajuste	Máxima* sev	Tasa de crec.
Superette	$y = .98(1 - 1.49 \cdot 0.59^x)$	0.98	0.10	$y = 0.93(1 - 1.34 \cdot 0.78^x)$	0.93	0.05
King kole	$y = .76(1 - 1.64 \cdot 0.71^x)$	0.76	0.08	$y = 0.53(1 - 1.27 \cdot 0.86^x)$	0.53	0.05
Vedette	$y = .93(1 - 1.85 \cdot 0.59^x)$	0.93	0.10	$y = 0.92(1 - 1.40 \cdot 0.80^x)$	0.92	0.12
Izalco	$y = .29(1 - 0.92 \cdot 0.78^x)$	0.29	0.08	$y = 0.21(1 - 1.32 \cdot 0.84^x)$	0.21	0.02
GM	$y = .91(1 - 2.00 \cdot 0.56^x)$	0.91	0.11	$y = 0.78(1 - 1.52 \cdot 0.75^x)$	0.78	0.12
Potye	$y = .75(1 - 1.70 \cdot 0.65^x)$	0.75	0.07	$y = 0.68(1 - 1.33 \cdot 0.84^x)$	0.68	0.09
Glory	$y = .96(1 - 1.57 \cdot 0.69^x)$	0.96	0.08	$y = 0.88(1 - 1.33 \cdot 0.83^x)$	0.88	0.09

* Las ecuaciones son resultados de ajustes no-lineales de los datos de incidencia y severidad según el modelo de crecimiento retardado $y = a \cdot (1 - b \cdot c^x)$, donde y = incidencia o severidad (expresado en la escala de 0 a 1), x = días después de inoculación, a = máximo límite alcanzado, b = constante modulador y c = coeficiente de tasa de crecimiento.

* Máxima incidencia/severidad expresado en la escala de 0 a 1 equivalente a 0-100%.

Cuadro II. Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo inoculadas artificialmente en el invernadero (II repetición).

Variedades	Incidencia			Severidad		
	Ecuación* de ajuste	Máxima* inc	Tasa de crec.	Ecuación de ajuste	Máxima* sev	Tasa de crec.
Superette	$y=0.99(1-1.60*0.70^x)$	0.99	0.12	$y=0.57(1-1.52*0.85^x)$	0.57	0.17
King kole	$y=1.05(1-1.45*0.77^x)$	1.05	0.13	$y=0.57(1-1.52*0.85^x)$	0.57	0.17
Izalco	$y=0.49(1-1.16*0.91^x)$	0.49	0.03	$y=0.25(1-1.19*0.92^x)$	0.25	0.02
Potye	$y=1.02(1-1.89*0.50^x)$	1.02	0.05	$y=0.89(1-1.24*0.90^x)$	0.89	0.10
Premium	$y=1.04(1-1.33*0.82^x)$	1.04	0.10	$y=0.58(1-1.62*0.82^x)$	0.58	0.20
Yasseng	$y=0.23(1-1.07*0.96^x)$	0.23	0.008	$y=0.05(1-1.19*0.90^x)$	0.05	0.003
Copenhagen	$y=1.07(1-1.50*0.79^x)$	1.07	0.19	$y=1.01(1-1.24*0.91^x)$	1.01	0.14

* Las ecuaciones son resultados de ajustes no-lineales de los datos de incidencia y severidad según el modelo de crecimiento retardado $y = a*(1-b*c^x)$, donde y = incidencia o severidad (expresado en la escala de 0 a 1), x = días después de inoculación, a = máximo límite alcanzado, b = constante modulador y c = coeficiente de tasa de crecimiento.

* Máxima incidencia/severidad expresado en la escala de 0 a 1 equivalente a 0-100%.

II. Evaluación de tolerancia de variedades de repollo a bacteriosis bajo las condiciones de infección natural y su adaptabilidad en la zona repollera de la Concepción, Masaya.

Datos climatológicos:

En la figura 3 se presentan los datos climatológicos para el período del experimento. Durante este período la temperatura máxima se mantuvo entre un rango de 27 a 29^o C y la temperatura mínima osciló

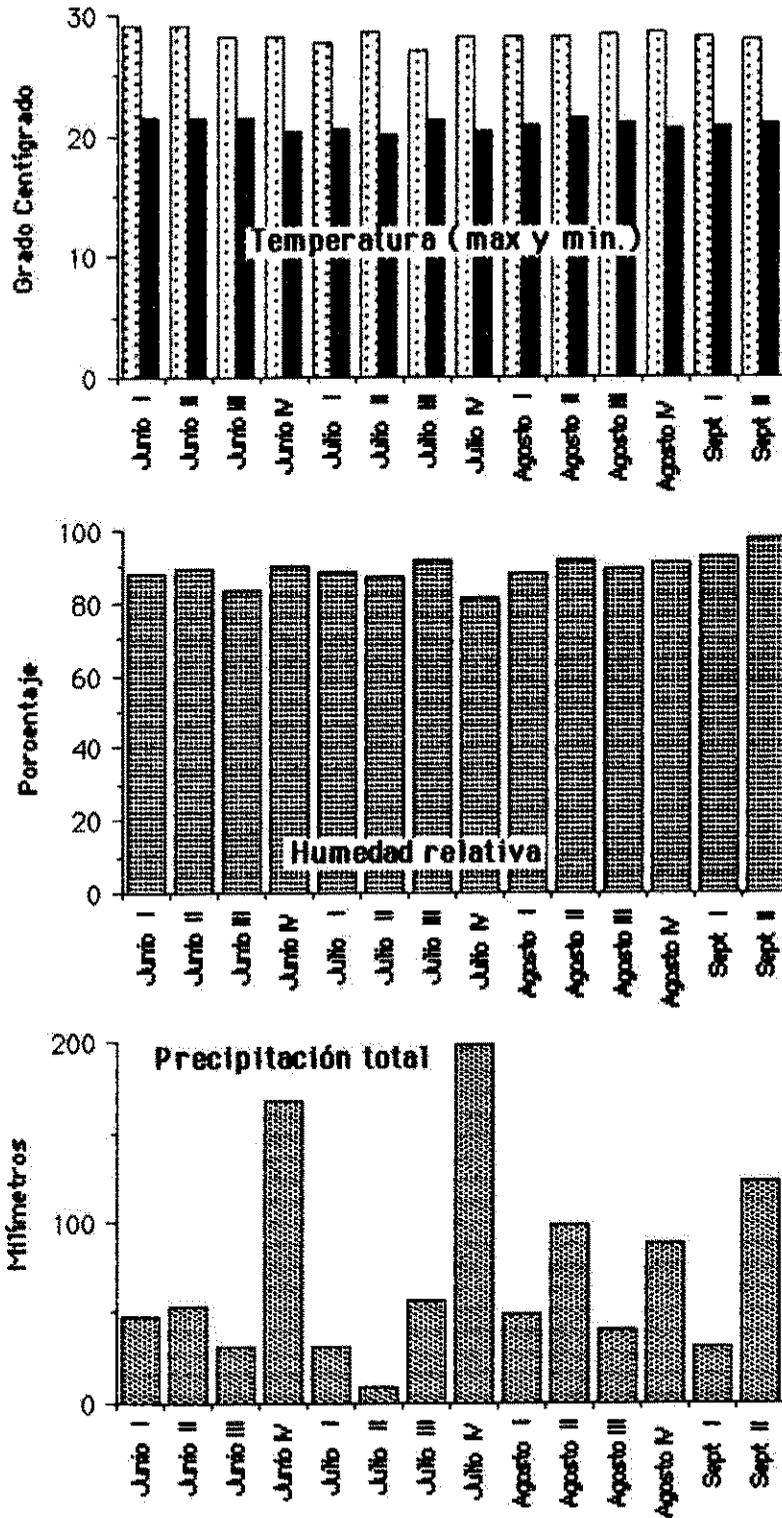


Figura 3. Datos climatológicos de la zona Concepción, Masaya (Junio-Sept, 1989)

entre 20 y 21^o C. La humedad relativa se mantuvo entre 82 y 93%. Se registraron altas precipitaciones en las últimas semanas de Junio y Julio, mientras durante el resto del período la precipitación se mantuvo moderada. Las condiciones ambientales fueron óptimas para el desarrollo de la bacteriosis.

Desarrollo de variedades de repollo en la zona de experimentación:

Todas las variedades evaluadas en este estudio presentaron el desarrollo fenológico muy parecido cumpliendo el ciclo de vida en las tres etapas marcadas entre 0-30 DDT (crecimiento vegetativo), de 30-50 DDT (formación de copa) y de 50-80 DDT (formación de cabeza). Todas las variedades se lograron cosechar en la misma fecha indicando que los ciclos fueron muy similares.

Incidencia y severidad de bacteriosis en las diferentes variedades de repollo:

En la evaluación de las variedades de repollo bajo las condiciones de infección natural la severidad fue relativamente baja durante todo el ciclo alcanzando un nivel de 6 a 22% al momento de la cosecha. Sin embargo, el ataque fué suficiente para establecer la diferencia entre las variedades en cuanto a su tolerancia.

La severidad de bacteriosis alcanzó los mayores niveles en la etapa de formación de cabeza (60-80 DDT). Los productores de la zona también han observado la misma tendencia. Para comparar la severidad de bacteriosis en las diferentes variedades se realizó análisis de varianza sobre los grados de severidad alcanzado al final de cada etapa fenológica.

del cultivo. Los resultados se presentan en el cuadro III.

Cuadro III. Grado de severidad de bacteriosis en diferentes variedades de repollo. (La Concepción, Masaya, Junio-Agosto, 1989)

Variedades	% Severidad de bacteriosis*		
	32 DDT*	56 DDT**	80 DDT***
Superette	0.66	5.56	22.20 c
Izalco	0.00	2.76	6.86 a
King Kole	0.01	4.06	18.17 b
Premium	0.03	3.76	18.52 b
Copenhagen	0.01	5.16	17.88 b
Análisis de varianza	NS	NS	S
CV(%)	29.2(tr)	14.5(tr)	18.0(tr) [§]

* Severidad de bacteriosis se determinó en base del estimado visual de % área foliar afectada (usando la guía de Chalfant y Brett, 1965). Para eso se realizó el muestreo de todas las hojas de 20 plantas por parcela experimental (4 repeticiones). Las cifras no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) si son acompañadas por la misma letra.

* 32 Días después de trasplante: fin de la etapa de crecimiento vegetativo

** 56 Días después de trasplante: fin de la etapa de formación de copa

*** 80 Días después de trasplante: momento de la cosecha.

§ Datos transformados: raíz-cuadrado($x+0.5$)

Se observa que no hubo diferencia significativa en la severidad de bacteriosis en las diferentes variedades en las dos primeras etapas, pero es importante señalar que la variedad Izalco presentó el menor grado de severidad y la variedad Superette presentó los mayores % de severidad.

En la etapa de formación de cabeza cuando se presenta la máxima expresión de la enfermedad se encontró diferencia significativa entre las variedades. Izalco presentó el menor grado de severidad (6.86%) y Superette el máximo (22.2%); las variedades King Kole, premium y Copenhagen no mostraron diferencias entre ellas presentando un grado de severidad intermedio (17.8-18.5%).

Cosiderando que el proceso de desarrollo de la bacteriosis en el campo sigue un modelo de crecimiento logístico se realizaron ajustes lineales entre los valores de LOGIT de % de incidencia, severidad y el momento de la observación (DDT) lo cual describe adecuadamente el proceso de desarrollo de la enfermedad posibilitando la comparación entre las variedades (Figuras 4 y 5). De las ecuaciones de ajustes lineales se pueden calcular las tasas de crecimiento de la incidencia y severidad de la enfermedad y el tiempo necesario para llegar a 50% infección (Cuadro IV, Meerman, 1988).

Se observa que existen diferencias marcadas en las tasas de crecimiento de la incidencia y severidad de la bacteriosis; la variedad Izalco presentando menor tasa de crecimiento en comparación con las otras variedades cuando todas ellas fueron sometidas a la misma presión de inóculo, a las mismas condiciones climáticas y al mismo manejo agronómico.

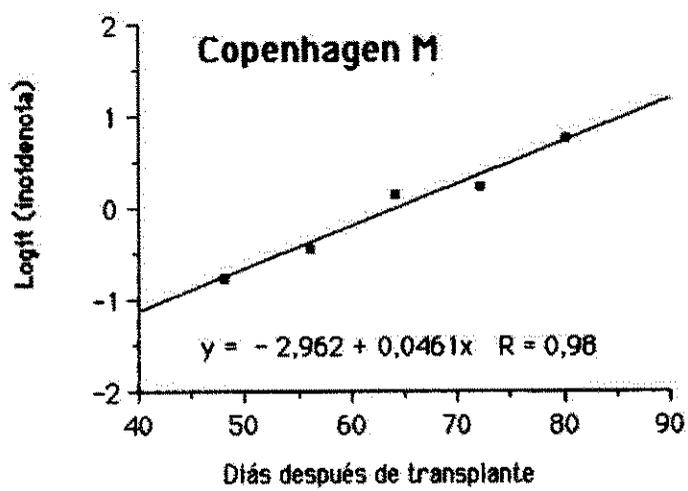
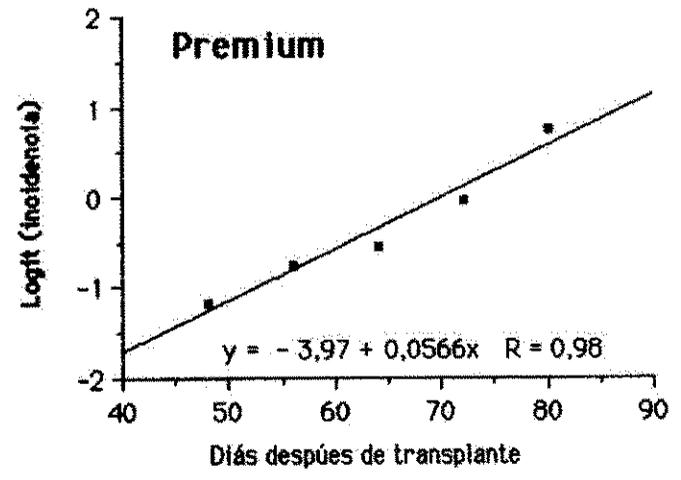
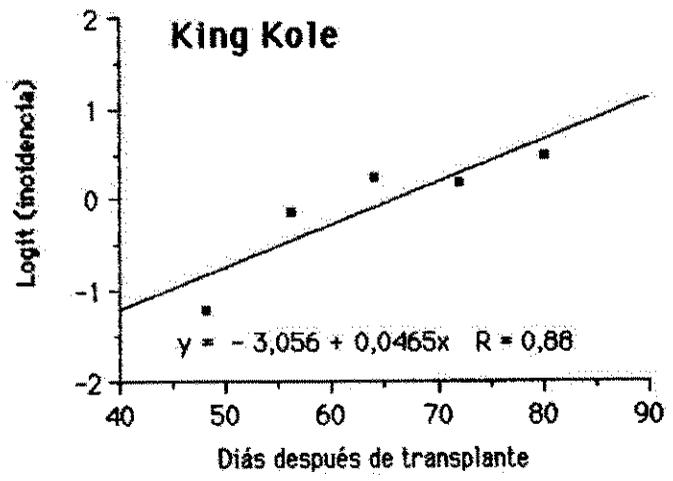
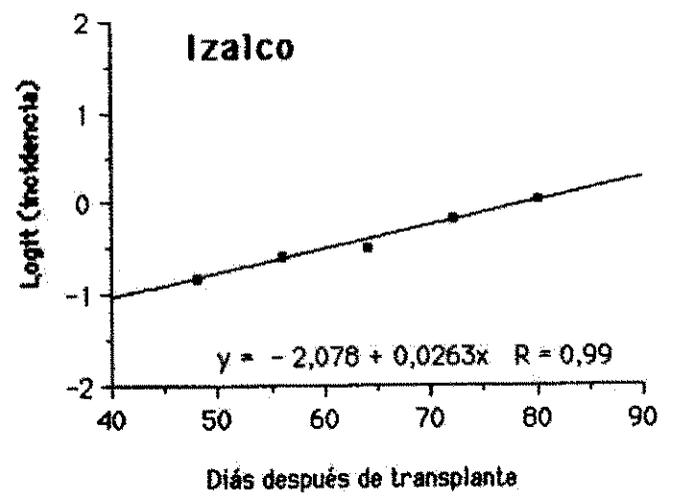
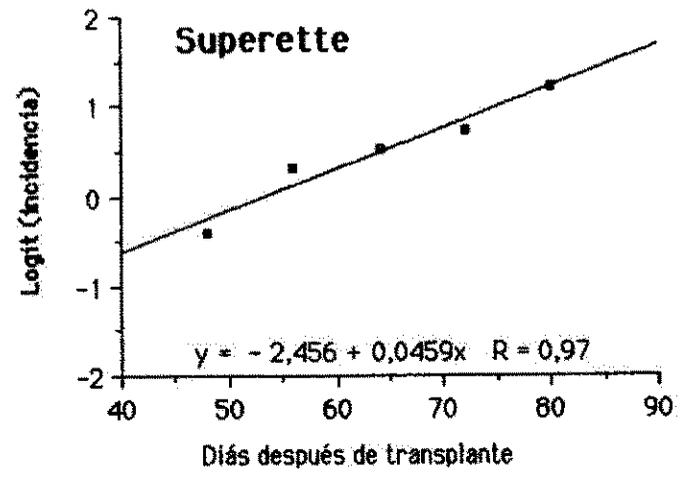


Figura 4.

Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo en el campo. Los puntos son datos observados y las rectas son los ajustes logísticos expresados en las ecuaciones indicadas

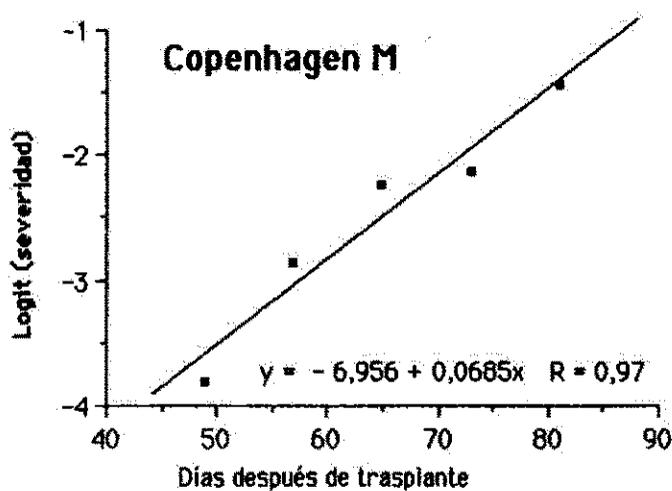
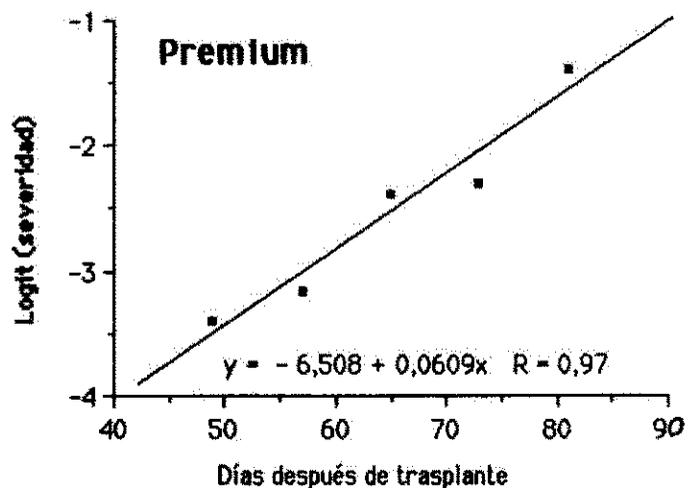
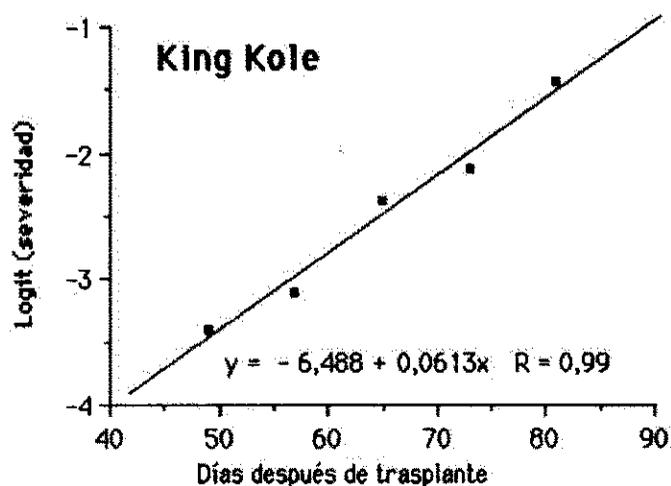
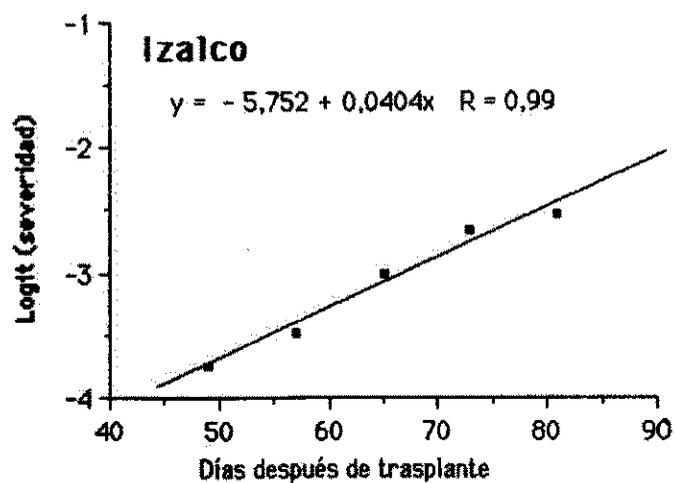
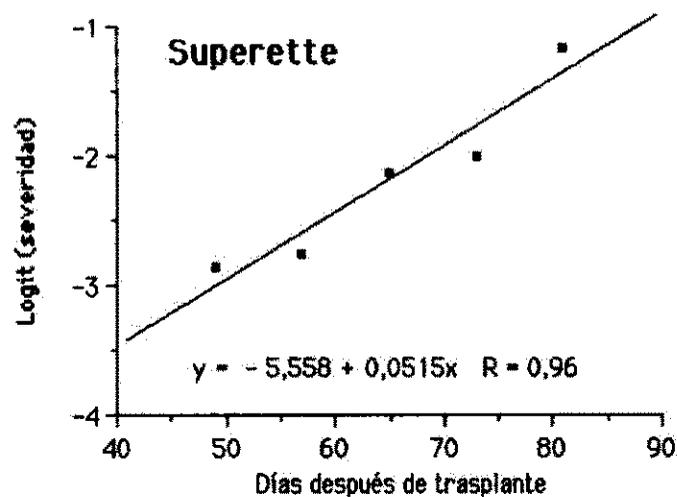


Figura 5.

Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo. Los puntos son datos observados y las rectas son los ajustes logísticos expresados en las ecuaciones indicadas.

Cuadro IV. Desarrollo de bacteriosis en diferentes variedades de repollo bajo condiciones de campo. (La Concepción, Junio-Agosto, 1989)

Variedades	Incidencia*			Severidad ²		
	Ecuación* de ajuste	Tasa de crec.	T-50** días	Ecuación de ajuste	Tasa de crec.	T-50 días
Superette	$y = -2.45 + 0.045x$	0.045	55	$y = -5.55 + 0.051x$	.051	107
Izalco	$y = -2.07 + 0.026x$	0.026	81	$y = -5.75 + 0.040x$	.040	142
King Kole	$y = -3.05 + 0.046x$	0.046	67	$y = -6.48 + 0.061x$	.061	105
Premium	$y = -3.97 + 0.056x$	0.056	71	$y = -6.50 + 0.060x$	.060	106
Copenhagen	$y = -2.96 + 0.046x$	0.046	65	$y = -6.95 + 0.068x$	.068	101

* Las ecuaciones son los ajustes lineales entre LOGIT de incidencia o severidad y los días después de trasplante

Número de plantas enfermas

* Incidencia = $\frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas muestreadas}} \times 100$

Número total de plantas muestreadas

² La Severidad de bacteriosis se determinó en base del estimado visual de % área foliar afectada (usando la guía de Chalfant y Brett, 1965). Para eso se realizó el muestreo de todas las hojas de 20 plantas por parcela experimental (4 repeticiones) cada 8 días.

**T-50 indica el número de días para alcanzar el 50% de infección

Resultados similares se encontraron en Honduras donde Cerna y Donaire (1987), en un estudio hecho con variedades de repollo coinciden que la variedad Izalco posee alto grado de tolerancia a bacteriosis y la presentan como una alternativa para el manejo de esta enfermedad. En las visitas realizadas a los campos de productores de la Concepción, Masaya durante el ciclo de 1989 se observó que las plantaciones de la variedad King Kole sufrieron menor grado de daño por bacteriosis en comparación con Superette habiendo sido sometidas al mismo manejo agronómico.

Incidencia de Plutella xylostella en las variedades de repollo:

Se evaluó la incidencia de *Plutella xylostella* en las diferentes variedades de repollo para determinar si existía diferencia en el grado de daño que las variedades sufrieron por causa de esta plaga. En la figura 6 se presentan las fluctuaciones de las poblaciones de *Plutella* en las diferentes variedades, donde se observa que durante la etapa de crecimiento vegetativo (0-30 DDT) las poblaciones fueron bajas y similares en todas las variedades, luego esta se incrementó levemente en la etapa de formación de copa (30-50 DDT) obteniendo las mayores poblaciones al final de esta etapa y principio de la etapa de formación de cabeza.

Según los resultados de análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre las variedades en cuanto a las poblaciones de *Plutella* registradas en ellas durante las diferentes etapas del cultivo (Cuadro V).

Cuadro V. Incidencia de *Plutella xylostella* en diferentes variedades de repollo (La concepción, Masaya, Junio-Agosto, 1989).

Variedades	Número de larva/planta*		
	Crecimiento Vegetativo (0-30 DDT)	Formación de Copa (30-50 DDT)	Formación de cabeza (50-80 DDT)
Superette	0.05	1.09	1.00
Izalco	0.05	1.17	0.94
King Kole	0.08	1.09	0.69
Premium	0.006	1.23	1.14
Copenhagen	0.05	0.78	0.47
Análisis de Varianza	NS	NS	NS
CV (%)	19.2 (tr)*	18.8 (tr)	21.6(tr)

* Estas cifras son promedios de 4 repeticiones en las cuales se muestrearon 10 plantas por parcela experimental.

*Datos transformados : Raíz-cuadrado(x+0.5)

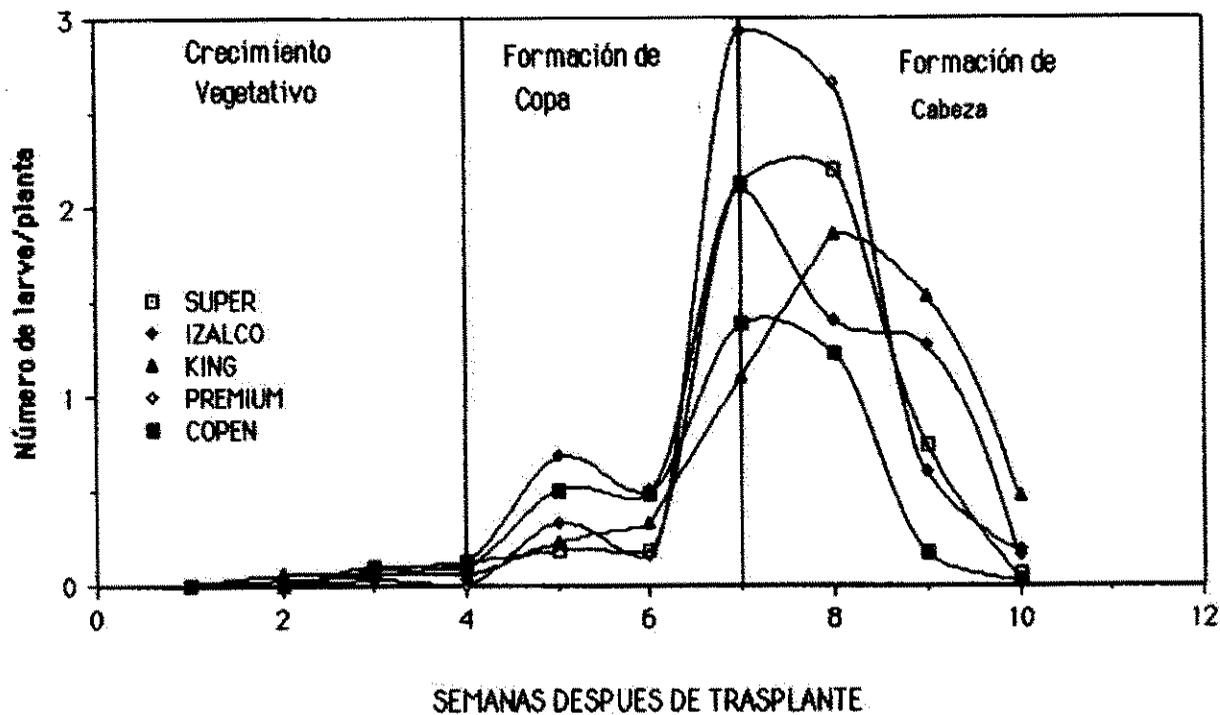


Figura 6

Incidencia de *Plutella xylostella* en las diferentes variedades de repollo en época de primera en la zona de Concepción, Masaya.

Cada punto representa el promedio de 40 plantas (10 por parcela: 4 rep.)

Esto nos confirma que la incidencia de *Plutella* no tuvo un efecto determinante sobre el rendimiento y la calidad de las cabezas de repollo en las diferentes variedades.

Aspectos del rendimiento y calidad de cabezas de diferentes variedades de repollo:

La calidad del repollo y su precio en el mercado es representada por el tamaño de la cabeza y el grado de daño foliar presente. En el cuadro VI se observa que la variedad Izalco presenta un grado de daño foliar por bacteriosis significativamente menor que las variedades Superette, King Kole y Copenhagen Market debido que esta variedad tolera más el ataque de bacteriosis y muestra menor incidencia y severidad de bacteriosis durante el ciclo del cultivo (Cuadro III).

En cuanto al daño por *Plutella*, la variedad Izalco se muestra significativamente diferente a King Kole, mientras que no existe diferencia entre el resto de variedades. Ya que la incidencia de *Plutella* fué similar en todas ellas (Cuadro V), no se esperaba una diferencia marcada en el grado de daño por *Plutella* en las variedades.

No se encontró diferencia en cuanto a diámetro de cabezas, si se encontró diferencia significativa en cuanto a peso y altura de cabezas. La variedad Premium mostró el menor peso y altura de cabeza mientras que las otras variedades mostraron peso y altura similares.

Analizando los distintos aspectos del rendimiento en las diferentes variedades de repollo (Cuadro VII) se puede observar que en la variedad Izalco se obtuvo el mayor % de cabezas comerciables y número de cabezas

formadas por Ha. Los menores valores para el % de cabezas comerciables y número de cabezas formadas se obtuvo en la variedad Premium. El ingreso bruto obtenido en las diferentes variedades mostró un rango entre 65-132.5 millones Cordovas por Ha obteniendo los mayores ingresos la variedad Izalco con mayor precio por cabeza. Por otro lado la variedad Premium mostró el menor precio por cabeza y el menor ingreso bruto.

Cuadro.VI. Evaluación de calidad de cabezas en diferentes variedades de repollo (La Concepción, Masaya, Junio-Agosto, 1989)

Variedades	Daño de bacteriosis* (%)	Daño por <i>Plutella</i> * (%)	Peso de cabeza kg.	Diámetro de cabeza cm.	Altura de cabeza cm.
Superette	42.31 bc	2.99 ab	0.90 ab	14.80	15.50 b
Izalco	19.12 a	2.64 a	0.94 ab	13.02	13.60 ab
King Kole	36.93 bc	3.41 b	1.01 ab	12.50	14.40 b
Premium	29.37 ab	2.99 ab	0.73 a	14.10	11.02 a
Copenagen	46.68 c	3.04 ab	1.23 b	11.80	14.20 ab
Análisis de Varianza	S	S	S	NS	S
CV (%)	10.4(tr)	4.0(tr)	5.96	6.20	5.3

* Daño de bacteriosis se determinó en base de una escala 0-4 dependiendo del grado de afectación. La severidad se calculó usando la siguiente formula:

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Suma de valores en plantas observadas}}{\text{Número de plantas observadas} \times \text{valor máximo de escala}} \times 100$$

* Daño por *Plutella* en las cabezas se evaluó en base de escala de 0-6 propuesta por Greene(1972).

Las cifras no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) si son acompañadas por la misma letra.

Cuadro VII. Aspectos de rendimiento de diferentes variedades de repollo (La Concepción, Masaya, Junio-Agosto, 1989)

Variedades	% de cabeza comercializable	Número de Cabeza por Ha	Precio de cabeza* (C\$)	Ingreso bruto/Ha* millones C\$	Ingreso neto/Ha** millones C\$
Superette	85.62 ab	37083 ab	2666	98.8 ab	83.7 ab
Izalco	90.83 b	44166 a	3000	132.5 a	117.4 a
King Kole	88.65 ab	42916 a	2666	114.4 ab	99.3 ab
Premium	55.78 a	25000 b	2600	65.0 b	49.9 b
Copenagen	72.99 ab	31250 ab	2666	83.3 ab	68.2 ab
Análisis de Var. CV(%)	S 11.5(tr)	S 11.9		S 11.8	S 15.6

* Precio en base de 10 cabezas por variedad seleccionadas al azar y evaluadas en los mercados Mayoreo y R. Huembes, Managua

* Ingreso Bruto = No. de cabeza/Ha X precio por cabeza

** Ingreso neto = Ingreso bruto - (costo de producción + costo de protección)

Las cifras no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) si son acompañadas por la misma letra.

El éxito de la variedad Izalco se puede atribuir a varios factores entre ellos su tolerancia a bacteriosis aunque la correlación entre el grado de severidad de bacteriosis y % de cabeza formadas o número de cabezas formadas no fué significativo indicando que durante esta evaluación el ataque de bacteriosis no fué tan severo como para limitar la producción de repollo.

La variedad Superette representa el híbrido mayormente utilizado por los productores en Nicaragua y es impulsado por el MIDINRA. Esta

variedad mostró un alto grado de susceptibilidad a la bacteriosis lo que puede causar serias pérdidas en la producción. En la Cooperativa William Rodríguez de la Concepción, Masaya durante el ciclo 1989 se registraron pérdidas totales en 30 mz de las 60 mz sembradas con la variedad Superette por efecto de bacteriosis. En el mismo período áreas experimentales sembradas con Superette fueron sometidas a fuerte tratamiento químico contra la bacteriosis para lograr salvar la cosecha.

En vista de la alta susceptibilidad de Superette a la bacteriosis, es necesario contemplar un cambio de variedad que sea tolerante a bacteriosis para garantizar la producción de este rubro en las zonas donde las tierras ya se encuentran contaminadas con este patógeno. Los resultados de este estudio presentan a la variedad Izalco como una alternativa inmediata e indica la posibilidad de utilizar la variedad Yasseng en el futuro.

Conclusiones

1. Bajo las condiciones de inoculación artificial en el invernadero la variedad Superette resultó la más susceptible a bacteriosis causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* presentando altos grados de incidencia y severidad. Bajo las mismas condiciones las variedades Yasseng e Izalco resultaron tolerantes a este patógeno, mientras que las variedades King Kole, Potye y Premium mostraron grados de susceptibilidad menores que Superette.
2. Bajo las condiciones de infección natural en el campo la variedad que resultó más susceptible a bacteriosis fué Superette. La variedad Izalco presentó tolerancia a la bacteria y la variedades King Kole, Copenhagen y Premium mostraron susceptibilidad a este patógeno.
3. El método de evaluación de tolerancia de variedades de repollo a bacteriosis utilizado en el invernadero es adecuado ya que los resultados del invernadero coinciden con los del campo.
4. Todas las variedades evaluadas en el campo mostraron un comportamiento fenológico parecido y la incidencia de *Plutella xylostella* fué similar en todas las variedades.
5. El mejor rendimiento se obtuvo en la variedad Izalco. Las variedades Superette y King Kole, a pesar de su susceptibilidad a bacteriosis, obtuvieron rendimientos aceptables ya que el ataque de la bacteriosis durante la evaluación en el campo no fué muy severo.

Recomendaciones

1. Seguir estudios de evaluación de tolerancia y susceptibilidad a la bacteriosis de variedades de repollo en invernadero utilizando la misma metodología que en este estudio con el objetivo de identificar el grado de susceptibilidad de las variedades introducidas al país.
2. No se recomienda la siembra de la variedad Superette en las zonas infestadas por la bacteria *Xanthomonas campestris pv. campestris* por su alta susceptibilidad mostrada en este estudio.
3. La variedad Izalco por su característica de tolerancia y rendimiento encontrada en este estudio podría ser una alternativa para el manejo de esta enfermedad en las zonas donde no es factible sembrar variedades susceptibles.
4. Los mejoradores deben seguir trabajando con la variedad Yasseng para ir mejorando sus características morfológicas ya que esta variedad posee alto grado de tolerancia y puede ser la solución del problema de bacteriosis en repollo.

Bibliografía

1. Barahona, L., Zamora, M., Miranda, F., Narvaez, C., Varela, G. y Guharay, F. (1989). Problemas fitosanitarios del cultivo de repollo en Nicaragua, Memoria de Simposio fitosanitario de cultivos principales. ISCA, Managua.
2. Calderon, S. (1984). Efectividad de insecticidas químicos y biológicos para el control de la palomilla de la col *Plutella maculipennis* Informe Anual del Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, Nicaragua. 12pp Mimeog.
3. Cerna, G.O. y Donaire, J.I. (1987). Evaluación de siete cultivares de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), Siguatepe, Depto de Comayagua, Honduras. Memoria del V Congreso nacional y I Centroamericano, Mexico y el Caribe del MIP. Guatemala.
4. Chalfant, R.B. y Brett, C.H. (1965). Cabbage looper and imported cabbage worms; feeding damage and control on cabbage in Western North Carolina. J. Econ. Entomol. 58: 28-33.
5. Greene, G.L. (1972). Economic damage thresholds and spray interval for cabbage looper control on cabbage. J. Econ. Entomol. 75: 205-208.
6. Guharay, F. (1989). Manejo de enfermedades de repollo. en I taller sobre el manejo de cultivo del repollo con énfasis en MIP-repollo. ESAVE. ISCA. Mimeog.
7. Lehmann, H. (1983). Enfermedades en cultivos de algodón, ajonjolí, papas, repollo y tomates en Nicaragua. Nicaragua. Mimeog.
8. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. PROCAMPO MIDINRA (1982). Manual Técnico del repollo. Nicaragua. Mimeog.

9. Ministerio de Comercio Interior (1982). Estimación del consumo nacional del repollo. Informe técnico. Nicaragua. 2pp Mimeog.
10. Meerman, F. (1988). Principios del manejo de enfermedades vegetales con énfasis en cultivos tropicales. ISCA-LUW. Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda.
11. Schaad, N.W. (1980). Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society, Minnesota.
12. University of California (1987). Integrated Pest Management for Cole crops and lettuce. University of California. Oakland. Publication No. 3307.
13. University of Cornell, N.Y (1981). Program for Integrated Pest management of Cabbage. 2nd. Ed. No. 101., Ithaca, N.Y.