

EVALUACION DE LA RESISTENCIA CONTRA EL TIZON TARDIO DE LA PAPA  
CAUSADO POR Phytophthora infestans, CON FINES DE SELECCION  
DE MATERIALES PARA ALTA PRODUCCION Y  
CARACTERISTICAS DE TUBERCULO ACEPTABLES\*

Floralma Jacobs\*\*  
Edgard Rolando García C.\*\*\*  
David Monterroso S.\*\*\*\*

**RESUMEN**

En el Centro de Producción "Labor Ovalle", se desarrolló un ensayo con el objetivo de evaluar la resistencia de 27 materiales de papa con fines de selección para producción y características deseables de tubérculo. El diseño que se siguió en el campo fue bloques al azar con testigos apareados, y los datos se interpretaron usando los análisis de regresión, de varianza y de comparación de epidemias.

La regresión de la tasa media de incremento sobre la producción obtenida de 198 parcelas testigo, arrojó la ecuación  $Y = 15.0038.257 (X_j)$ , la cual indica que cualquier medida que permita un retardo de la epidemia será beneficioso para la producción.

Los clones 676077, 676089, 78-7-105, 77-69-43, Ind-903, 77-1A-26 y 77-18-205, todos provenientes de México, fueron seleccionados por tener características de tubérculo atractivas para el mercado guatemalteco, un rendimiento aceptable (de 31.97 a 42.50 TM/ha) y un contenido alto de resistencia a Phytophthora infestans (de 0.0002 a 0.0705 incremento semanal de la epidemia).

---

\* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de abril de 1985.

\*\* El trabajo es parte de la tesis de grado, Facultad de Agronomía, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.

\*\*\* Ing. Agr. Investigador Asistente Profesional I, Programa de Hortalizas, ICTA, Quezaltenango, Guatemala.

\*\*\*\* Ph.D. Investigador Principal I, Laboratorio Integral de Protección Agrícola, ICTA, Quezaltenango, Guatemala.

## INTRODUCCION

*De todas las enfermedades de la papa, el Tizón tardío o argeño, causado por el hongo Phytophthora infestans (Mont.) de Bary, es el más destructivo y el que causa las mayores pérdidas en la producción de papa en el Altiplano Occidental de Guatemala.*

*En Quetzaltenango el ciclo de cultivo se concentra en los meses de mayo a septiembre, en este período se presentan condiciones propicias para el desarrollo del cultivo; pero a su vez, para el desarrollo del hongo. Esta situación provoca la destrucción total o parcial del cultivo, no se realiza el control de la enfermedad con fungicidas.*

*El costo de control químico, así como los efectos secundarios que ocasiona el uso intensivo de los productos, justifican el estudio de aquellos aspectos que permitan en el futuro un manejo integral en la práctica del cultivo.*

*Actualmente la variedad más aceptable en el mercado interno es Loman; debido a que posee forma alargada, piel blanca, ojos superficiales y pulpa de color amarilla; sin embargo, esta variedad es altamente susceptible a Tizón tardío, por lo cual, los agricultores necesitan hacer un promedio de 10 aspersiones de fungicida durante el primer ciclo y 12 aspersiones durante el segundo ciclo de cultivo.*

*En base a lo anterior se explotará en el presente trabajo, en busca de nuevas alternativas, dentro de 27 materiales que previamente han sido objeto de evaluación en Perú y México.*

### OBJETIVOS:

- *Seleccionar en función de producción y resistencia los mejores clones de papa.*
- *Seleccionar en función de las exigencias del mercado interno los mejores clones de papa.*
- *Determinar la importancia del uso de la metodología de comparación de epidemias en la selección de materiales de papa.*

### HIPOTESIS DEL TRABAJO:

- *Todos los materiales evaluados tienen el mismo rendimiento en peso de tubérculos por unidad de área.*
- *Todos los materiales evaluados presentan el mismo grado de resistencia en contra de Phytophthora infestans.*
- *Todos los materiales evaluados tienen las mismas características de tubérculo.*
- *La tasa media de incremento de la epidemia de Tizón tardío no guarda ninguna relación con la producción de papa.*

## MATERIALES Y METODOS

### Area de estudio:

*El ensayo se condujo en el Centro de Producción "Labor Ovalle", Olintepeque, Quetzaltenango, Guatemala.*

### Materiales a evaluar:

*La procedencia de los materiales es de México y Perú, los cuales se presentan en el Cuadro 1.*

### Diseño Experimental:

*La colocación del ensayo se hizo siguiendo el diseño de bloques al azar, usando para el efecto la estrategia de testigos apareados; las razones de utilizar este método son: a) homogenizar el inóculo, b) tener la posibilidad de realizar pruebas individualizadas de cada material (Prueba de "t" en pares simulados), y.c) poder estimar el efecto de la epidemia sobre la producción.*

### Toma de Datos:

*Lectura de enfermedad: Se tomaron datos sobre severidad en porcentaje y visual de daño semanalmente.*

*Producción: Se tomó el peso de cada unidad experimental y se transformó a toneladas métricas por hectárea (TM/ha).*

*Características de cada material: Para poder caracterizar cada material se anotaron las características de la planta y de los tubérculos (días a floración, altura de la planta, vigor de la planta, días de floración, forma de tubérculo, color de la piel, profundidad de ojos y color de la pulpa). En porcentaje visual de daño, semanalmente.*

### Análisis de los datos:

*Los datos de rendimiento y la tasa media de incremento de la epidemia ( $r$ ), del clon testigo, se sometieron a un análisis de regresión simple. Los datos de rendimiento y tasa media de incremento de la epidemia ( $r$ ), de los clones de prueba, se sometieron a un análisis de varianza y con las medias se construyó un cuadro de selección de materiales.*

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efecto de la tasa media de incremento de la epidemia ( $\bar{r}$ ), en la producción:

Al someter la tasa media de incremento de la epidemia y el rendimiento en TM/ha de las 198 parcelas del testigo, al análisis de regresión simple, encontramos que la ecuación que define esta relación es:

$$Y = 15.0038 - 47.2570 (X_i)$$

Esta ecuación indica que por cada 0.01 de incremento de la epidemia semanal, el rendimiento bajará en 0.47257 TM/ha; esta tendencia se observa más claramente en la Figura 1. El coeficiente de correlación encontrado ( $-0.2011$ ), indica que aunque la relación entre estos dos fenómenos resulta ser muy baja, esto se debe a que el rendimiento no se define estrictamente por la presencia y el incremento de la enfermedad; sin embargo, la ecuación definida es aceptable de acuerdo a la lógica del fenómeno en el campo.

Lo anteriormente planteado afirma el hecho de que cualquier esfuerzo ya sea por medio de resistencia, control químico o cultural, que permita un retardo de la epidemia, será beneficioso para la producción de papa de la región.

### Selección de clones de acuerdo a su rendimiento:

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 2), se concluye que los materiales evaluados son diferentes en cuanto a rendimiento en TM/ha. La prueba de rango múltiple de Duncan arroja 13 grupos diferentes, entre los cuales sobresale el Clon No. 24 (374080.5), con una producción de 80.955 TM/ha. Los otros grupos formados agrupan materiales con rendimientos intermedios que van desde 43.887 TM/ha del Clon No. 15 (720118) hasta el No. 14 (800212) con una producción de 21.048 TM/ha, y, finalmente, materiales con bajos rendimientos con el Clon No. 17 que tiene una producción de 14.752 TM/ha hasta el Clon No. 22 que produjo solo 1.577 TM/ha. Como se puede observar, no siempre los rendimientos aceptables están asociados a una resistencia aceptable.

### Selección de clones de acuerdo a su resistencia:

Por el análisis de la variación se concluye que los materiales de papa difieren estadísticamente en cuanto a su interacción con *Phytophthora infestans* (Cuadro 3). La prueba de rango múltiple de Duncan arrojó la formación de 10 grupos, de los cuales el material T3- (750793), T13 (77-18-205), T24 (374080-5), T2 (676089), T.11 (Ind-903) y T1 (676077), sobresalen como los más resistentes, dado que en estos se tuvo el menor incremento medio de la epidemia (Cuadro 3).

### Selección de clones de acuerdo a producción y resistencia:

La Figura 2, muestra la relación entre la producción y la tasa media de la epidemia, se forman tres grupos de selección de acuerdo a la producción y cinco grupos de selección de acuerdo a resistencia. Los mejores materiales se agrupan en los campos A-II, B-I, B-II, CII, y D-II en orden descendente de importancia (No. 24, 2, 11, 3, 10, 13, 26, 9, 6, 15, 5, 14, 18,

Cuadro 1 *Lista de los materiales de papa que se sometieron a evaluación en el Centro de Producción "Labor Ovalle", Quetzaltenango, Guatemala.*

<i>No.</i>	<i>No. de Clon</i>	<i>Procedencia</i>	<i>Año</i>
1	676077	México	1982
2	676089	México	1982
3	750793	México	1982
4	750595	México	1982
5	750 675	México	1982
6	750759	México	1982
7	77.103-403	México	1983
8	78-7-105	México	1983
9	78-199-77	México	1983
10	77-69-43	México	1983
11	Ind-903	México	1983
12	77-1A-26	México	1983
13	77-18205	México	1983
14	800212	Perú	1983
15	720118	Perú	1983
16	800929	Perú	1983
17	800942	Perú	1983
18	800926	Perú	1983
19	800935	Perú	1983
20	800927	Perú	1983
21	800224	Perú	1983
22	800226	Perú	1983
23	374080.1	Perú	1983
24	374080.5	Perú	1983
25	800938	Perú	1983
26	Tollocan	México	1980
27	Atzimba	México	1980
28	677982	Testigo	

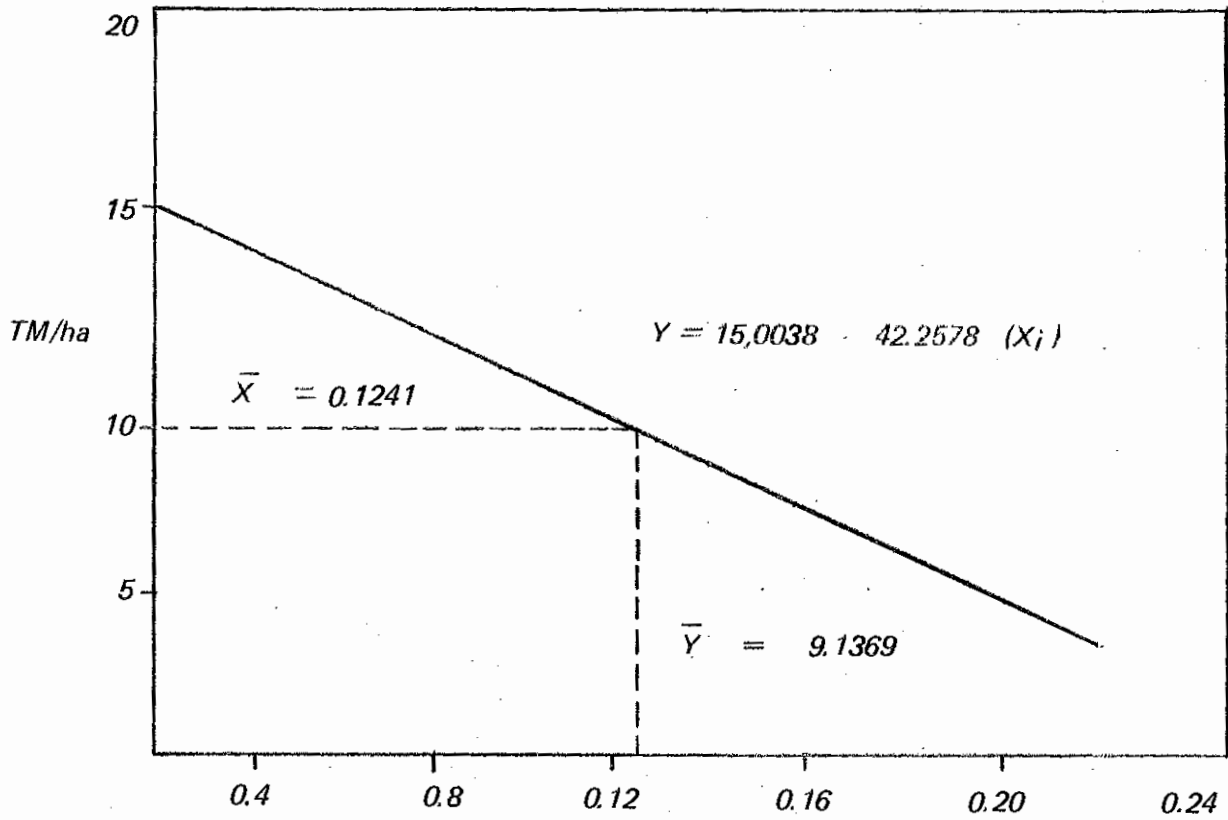


Figura 1 Curva de regresión de la tasa media de incremento de la epidemia, sobre la producción de papa en TM/ha. Labor Ovalle, Qlín-tepeque, Quezaltenango.

$$r = 0.2011; R^2 = 0.04046; N = 198$$

Cuadro 2 ANVA para producción en el ensayo de selección de material de papa. Labor Ovalle, 1984.

<i>F. de V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc.</i>	<i>Ft</i>	
<i>Tratamientos</i>	26	37853.91013	1455.9196	28.635	1.60	1.94
<i>Repeticiones</i>	5	598.8555	119.77111	2.3556	2.29	3.17
<i>ERROR</i>	130	6609.71384	50.8439			

\*\* *Altamente significativo*

*C.V.* – 22.7136 o/o

$S \bar{X}$  – 2.911

Cuadro 3 ANVA de la tasa media de incremento de la epidemia del ensayo de selección de papa. Labor Ovalle, 1984.

<i>F. de V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc.</i>	<i>Ft</i>	
<i>Tratamientos</i>	26	0.8559	0.03292	88.9729	1.60	1.94
<i>Repeticiones</i>	5	0.00169	0.000338	0.9135	2.29	3.17
<i>ERROR</i>	130	0.04891	0.00037			
<i>TOTAL</i>	161	0.9065				

\*\* *Altamente significativo*

*C.V.* – 0.25923

$S \bar{X}$  – 0.0078528

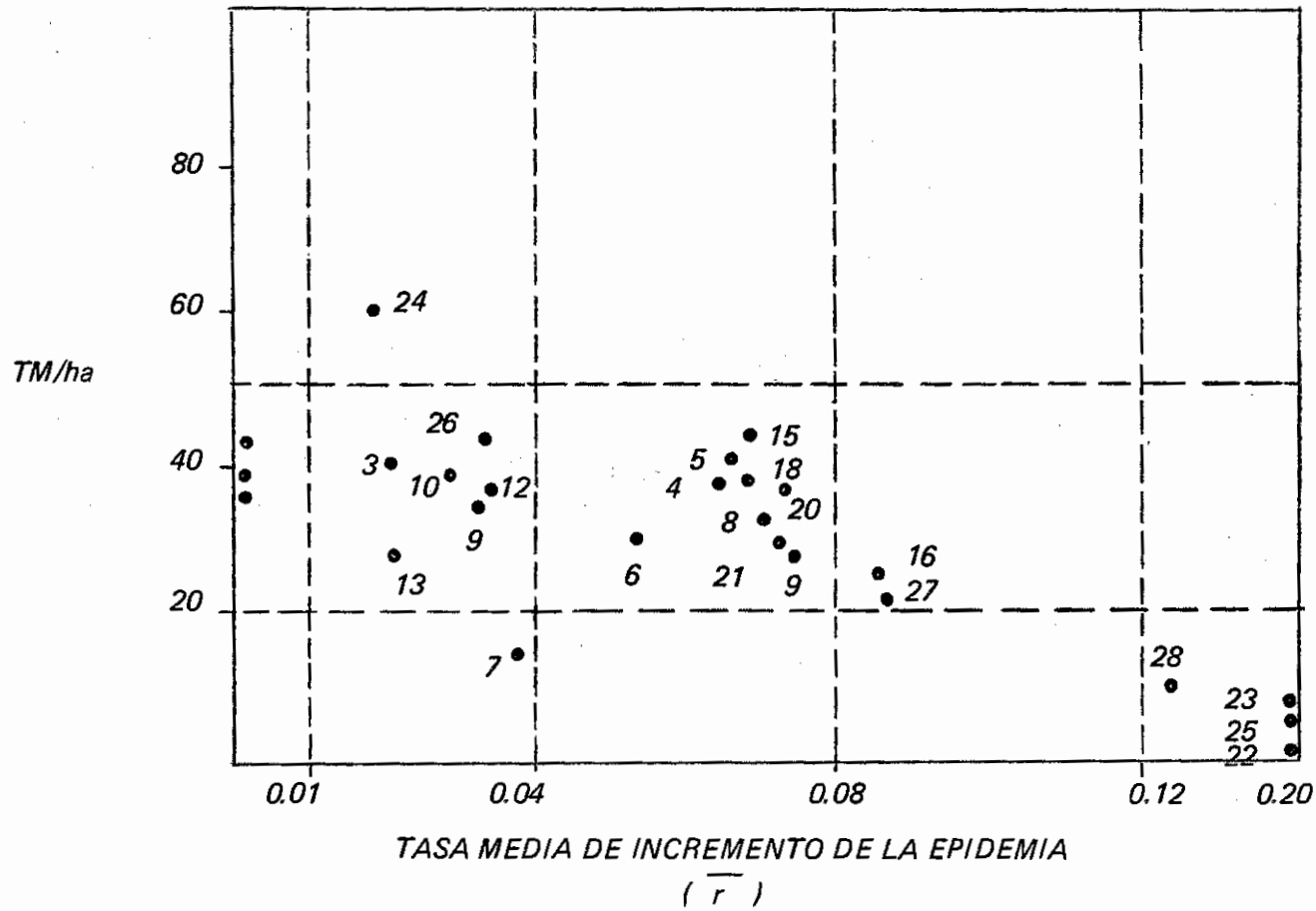


Figura 2 Representación gráfica de la tasa media de incremento de la epidemia ( $\bar{r}$ ), con el rendimiento promedio en TM/ha, para la selección de clones promisorios de papa.



Cuadro 4 Características generales de 27 materiales de papa evaluados en el Centro de Producción "Labor Ovalle", Quetzaltenango, Guatemala.

No. de Clon	Días a flor	Altura planta	Vigor planta	Días a defoliar	Forma de tubérculo	Color piel y ojos	Prof. de ojos	Color pulpa
676077	64	47	R	90	Semi-alargado	Blanca	Semi-profundos	Blanca
676089	60	58	R	90	Alargado	Blanca	Superficiales	Blanca
750793	57	57	R	90	Redondo	Blanca	Superficiales	Blanca
750595	58	58	R	85	Redondo	Blanca	Profundos	Blanca
750675	63	67	R	90	Redondo	Blanca	Profundos	Amarilla
750759	No florea	59	R	90	Redondo	Blanca ojos morados	Profundos	Blanca
77-103-403	66	38	MR	85	Alargado	Blanca	Superficiales	Amarilla
78-7-105	63	56	R	85	Alargado	Blanca	Semi-profundos	Blanca
78-199-77	59	48	MR	100	Semi-alargado	Blanca	Profundos	Amarilla
77-69-43	No florea	69	R	90	Semi-alargado	Blanca	Superficiales	Blanca
Ind-903	56	57	R	85	Alargado	Blanca	Superficiales	Blanca
77-1A-26	64	60	R	90	Alargado	Blanca	Semi-profundos	Blanca
800212	59	63	R	85	Redondo	Rojos	Profundos	Amarilla
720118	64	58	R	95	Redondo	Blanco-morados	Profundos	Morada
800920	No florea	67	R	90	Redondo	Blanca-con rojo	Profundos	Amarilla
800942	59	63	R	85	Redondo	Roja	Profundos	Amarilla
800926	58	74	R	90	Redondo	Blanca	Semi-profundos	Blanca
800935	57	57	R	85	Redondo	Morada	Profundos	Blanca
800927	No florea	63	R	85	Redondo	Rosada-rojos	Semi-profundos	Amarilla
800224	61	65	R	90	Redondo	Blanca	Profundos	Blanca
800226	No florea	50	R	85	Redondo	Roja	Profundos	Amarilla
374080.1	68	64	R	90	Redondo	Blanca-morados	Semi-profundos	Blanca
374080.5	56	77	R	100	Redondo	Morado claro	Profundos	Blanca
800938	No florea	57	R	90	Redondo	Blanca	Profundos	Blanca
Tollocan	57	53	R	90	Redondo	Blanca	Semi-Profundos	Amarilla
Atzimba	56	67	R	90	Redondo	Blanca	Semi-Profundos	Amarilla

H-17/9

- 140 -

20, 8, 21 y 19). De acuerdo a esta información el mejor material resulta ser el No. 24 (374080.5), proveniente de Perú, ya que es el mejor en rendimiento (80.95 TM/ha) y tiene un alto contenido de resistencia. Los materiales No. 2 (676089), No. 1 (676077) y No. 11 aunque resultan ser los más resistentes, provocan cierta sospecha en cuanto al tipo de resistencia, por lo cual deben ser seleccionados guardando el cuidado de mantenerlos bajo estrecha vigilancia en las pruebas fuera de la Estación, ya que, su casi, inmunidad, da idea de ser en realidad resistencia vertical.

#### Selección de clones por característica de tubérculo:

El Cuadro 4 muestra las características de los 27 clones evaluados. De los materiales seleccionados por su producción y resistencia a *Phytophthora infestans*, sólo siete presentan tubérculos con características de forma alargada, color de la piel y ojos blanca, ojos superficiales o semi-profundos y el color de la pulpa blanca (Cuadro 5); estas características son las requeridas por el mercado guatemalteco. Por consiguiente, será necesario darle seguimiento a estos materiales, a fin de tener alternativas para la sustitución de la variedad Loman. El material T24 (374080.5) que resulta ser el más productivo y con un alto contenido de resistencia, se mostró también con cierto grados de resistencia a heladas, por lo cual se considera una buena alternativa para autoconsumo en las regiones altas del Altiplano de Guatemala; a pesar de tener tubérculo redondo, color de la piel y ojos morado claro, ojos profundos y pulpa blanca; ya que estas localidades, son marginales para todos los cultivos de la región incluyendo papa.

#### Determinación del tipo de resistencia:

Una herramienta muy útil en la determinación del tipo de resistencia, es el análisis gráfico del crecimiento de las epidemias, el cual se presenta para un material de cada nivel de resistencia en la Figura 3; en dicha gráfica se puede observar que los materiales 676089 (T2), 77-6943 (T10) y Tollocan (T26) muestran resistencia vertical dado que retardan 16 días la aparición de la epidemia y a su vez expresan un alto contenido de resistencia horizontal.

Los materiales 77-1A-26 (T12) y 750675 (T5) expresan solamente contenido de resistencia horizontal. Por último, los materiales 800942 (BR163.15) (17), 637982 (Clon testigo) y 800226 (BR-69.84MR) (T22), denotan susceptibilidad y las curvas expresan la tendencia a la vertical.

Cuadro 5 Clones seleccionados con buenas características de tubérculo, contenido alto de resistencia y rendimiento aceptable.

No.	Clon	$\bar{X}$ Rendimiento TM/ha	( $\bar{r}$ ) de Tizón
1	676077	37.77	0.0002
2	676089	42.50	0.0016
8	78-7-105	31.97	0.0705
10	77-69-43	38.98	0.0280
11	Ind-903	38.55	0.0009
12	77-1A-026	34.85	0.0337
13	77-18-005	32.56	0.0202

\* Promedio de la tasa de incremento semanal de la epidemia

### CONCLUSIONES

1. Cualquier esfuerzo que se haga para bajar la tasa de crecimiento de la epidemia de Tizón tardío de la papa, reportará beneficios para la producción de papa de la región.
2. La selección de los materiales de papa, debe hacerse en función de la producción, la tasa media del incremento de la epidemia y la calidad del tubérculo, de acuerdo al mercado local.
3. Los mejores materiales seleccionados en este ensayo son los registrados bajo los números: 2, 1, 11, 10, 13, 12; en su orden.
4. Un material considerado intermedio por su interacción con *Phytophthora infestans* en el registrado con el número 8 y necesitará posiblemente de una aplicación de control químico.
5. El material registrado para este ensayo con el número 24, se considera una buena alternativa para autoconsumo en las localidades más altas del Altiplano de Guatemala.
6. La graficación de las epidemias usando la transformación a logitos ( $\log \frac{X}{1-X}$ ); nos proporciona valiosa información respecto al tipo de resistencia contenida en los materiales evaluados.

800226 (BR-69.84 MR)  
(T-22)

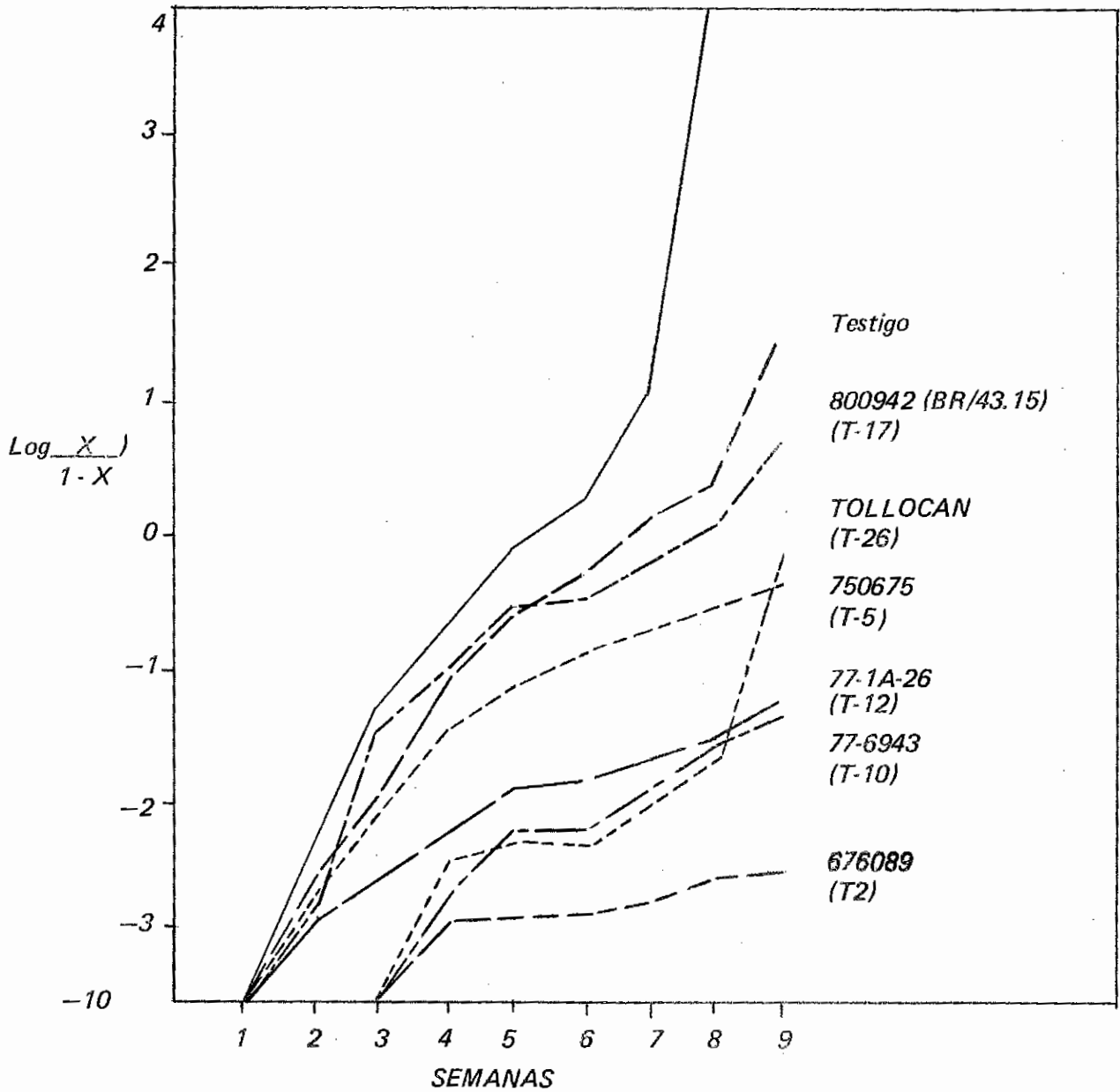


Figura 3 Representación gráfica del incremento de la epidemia de siete materiales evaluados en comparación con la del material usado como testigo apareado. Labor Ovalle, Ollintepeque, Quetzaltenango.