

Efecto de la Humedad sobre el cultivo de la papa y la incidencia de plagas a nivel de tubérculos, en Bailadores, Estado Mérida

Effect of humidity on potato growing and pest incidence in tubercles in the Bailadores area, Merida State.

Gladys Ramos de Solózano
Carlos Lacruz Rojas
Alba García de Flores
Felipe Becerra M.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo, determinar los requerimientos hídricos del cultivo de la papa *Solanum tuberosum* y el efecto de diferentes niveles de humedad en la incidencia de polillas en Bailadores, estado Mérida, Venezuela, a 2200 msnm, precipitación y evaporación media anual de 700 mm respectivamente. Las láminas de riego fueron determinadas volumétricamente mediante el uso de envases colectores colocados en cada unidad experimental. Las observaciones de campo fueron la lámina aplicada, diagnóstico fitosanitario de la cosecha, especialmente ataque de polillas en índice de daño, proporción de las categorías de tubérculos en el total cosechado, comercial (150g), semilla (60 a 150 g) y descarte (< 60g) y el rendimiento en kg/ha. Se estudiaron láminas de riego entre 500 y 2.500 mm por ciclo. Se realizó análisis de varianza y regresiones lineales y cuadráticas, encontrándose respuestas a la aplicación de riego, al obtenerse un incremento de 8 kg/ha por cada mm de agua aplicada. Estos incrementos disminuyeron hasta 1.500 mm y permanecieron constantes hasta 2.000 mm, donde se iniciaron rendimientos decrecientes. El óptimo económico (16,46 TM/ha) se obtuvo con una lámina de 1.500 mm por ciclo, sin embargo, se recomienda la aplicación de 2.000 mm, a fin de obtener un mejor control de polillas y una mejor proporción de las categorías comercial y semilla. El ataque de polillas, es controlado en un 64% por la lámina aplicada y el índice de daño muestra su mayor severidad en los niveles de humedad más bajos. Se encontraron efectos altamente significativos para el nivel de humedad sobre la proporción de las categorías de tubérculos, siendo el porcentaje de descarte inferior al

Recibido el 24-02-94 • Aceptado el 19-01-95

Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones del Estado Mérida
Av. Urdaneta. Edif. MAC. Apartado 425 Mérida 5101. Venezuela

20%, correspondiendo a la lámina de 2.000 mm el menor porcentaje de la categoría "descarte". Las categorías "comercial" y "semilla" se presentaron en la misma proporción (40%) aproximadamente en todas las láminas estudiadas.

Palabras claves: Papa, polilla, riego en papa, control de polilla en papa.

Abstract

The object of the present study was to determine the water requirements of potato (*Solanum tuberosum*) and the effect of different humidity levels on the incidence of moths in the Bailadores area, State of Merida, Venezuela, at 2200 m.a.s.l. With medium annual rainfall and evaporation of 700 and 1170 millimeters respectively. Irrigation applicated was determined by volume, using collectors in each experimental unit. The field observations were: irrigation applicated, phytosanitarian crop diagnosis, specially moth incidence and damage index, proportions of the total product on corresponding to the different potato categories, commercial (>150 g), seed (60 - 150 g) and discarding (< 60 g) and the yield in kg/ha. Irrigation applications between 500 and 2500 mm per cycle were studied. Variance analysis and linear and square regression were carried out resulting in a positive response to water application obtaining an increase of 8 kg/ha for each mm of water. These increases slackened until 1500 mm and remained the same until 2000 mm where yields began decreasing. The economic optimum (16.46 TM/ha) was obtained with 1500 mm of water per cycle, however, a water plate of 2000 mm is recommended in order to obtain the best moth control and the best proportions of the commercial and seed categories. The incidence of moths is controled in about 64% by this water plate and the damage index is more severe at lower humidity levels. Highly significant effects were observed for different humidity levels on the potato category proportions with a discarding below 20% in the case of 2000 mm of water, the lowest discarding percentage. The commercial and seed categories were found in the same proportion (40%) approximately in all cases.

Key words: Potato, moth, irrigation of potato, moth control in potato.

Introducción

En experiencias anteriores, se ha determinado que niveles altos de humedad en el cultivo de la papa, ejercen cierto control sobre el ataque de la polilla guatemalteca (*Tecla solanivora*). Se han estudiado láminas de riego inferiores a 1.000 mm por ciclo, observándose un incremento

en los rendimientos, proporcionando un aumento en los niveles de humedad (1, 2, 4, 5, 12, 14).

Láminas superiores pueden incrementar los rendimientos hasta alcanzar un máximo, por lo que se le exploran en este experimento, niveles de humedad que incluyan desde

situaciones deficitarias hasta situaciones de excesos. es de gran importancia considerar, que estos tratamientos no sólo pueden contribuir a aumentar la producción, sino que también pueden favorecer la incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas a nivel de tubérculos, aspectos que disminuyen notablemente la calidad del producto final. Situaciones similares han sido reportadas en este tipo de experiencias para otros cultivos (2, 3, 5, 10, 11, 16).

Asimismo, se ha observado en la evaluación fitosanitaria de las cosechas, que las plantas sometidas a déficits de humedad son más susceptibles a ataques de insectos-plagas como polillas (1, 2, 5, 13).

Para facilitar la ejecución de ensayos y determinaciones de campo de diferentes niveles de humedad

con riego a presión, varios investigadores han implementado metodologías prácticas que generan áreas con excesos y déficits de humedad en forma decreciente o continua a partir de un lateral de riego. Simultáneamente con la variable humedad, se ha estudiado otras variables independientes en forma continua, con intervalos definidos, permitiendo una fácil evaluación de la interacción entre ambas y su posterior análisis para la determinación de funciones de producción (7, 8, 12, 13, 14, 15).

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el efecto de diferentes niveles de humedad sobre el ataque de la polilla guatemalteca y sobre los rendimientos en el cultivo de la papa bajo las condiciones del valle del Mocoties, Bailadores, Estado Mérida.

Materiales y métodos.

Se utilizó la variedad de papa "Granola", se desinfectó antes de la siembra sumergiéndola en una solución de Parathion (4 cc/l de agua) y Dithane (5 g/l de agua) y una distancia de siembra de 0,3 m entre plántas y 0.90 m entre surcos. Previamente, se realizó un análisis de suelo con fines de fertilidad y un análisis para detectar la presencia de nemátodos.

El área bajo ensayo fué de 1.080 m², localizada en Las Playitas de Bailadores, a 2.200 msnm. con una precipitación media anual de 700 mm y una evaporación media anual de 1.170 mm (6). Los tratamientos de humedad fueron genera-

dos en forma decreciente a partir de ambos lados de un lateral de riego de 2" con aspersores 30H espaciados cada 12 m, con una presión de trabajo de 30 psi, 25 m de diámetro de mojado y una descarga aproximada de 16,7 lpm (4, 9).

En la fig. 1, se muestra la disposición de los tratamientos y del sistema de riego en el área experimental.

Se fertilizó, utilizando 1.200 kg/ha de 16-16-08, fraccionado en dos aplicaciones 50% a la siembra y 50% al aporte.

Durante la ejecución del experimento, se colocaron trampas con

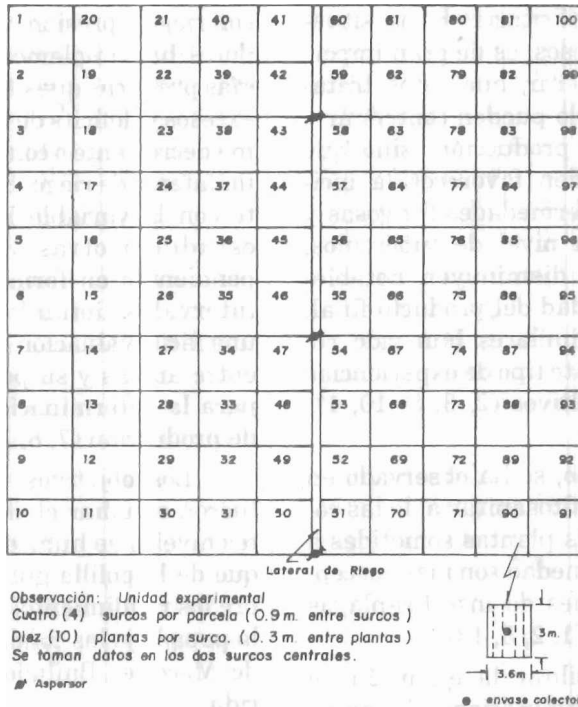


Fig. 1. Plano Experimental

feromonas sexuales de *Tecia solani-
vora* y *Phthorimaea*, a fin de deter-
minar la fluctuación poblacional de
estos insectos durante el ciclo del
cultivo.

Durante la cosecha se realizó
una evaluación fitosanitaria de los
tubérculos, se les clasificó por cate-
gorías en tubérculos comerciales, se-
milla y descarte. Se registró infor-
mación sobre cantidad y peso de cada
categoría por parcela, se determinó
la intensidad de daño en cinco tubér-
culos atacados por categoría para un
total de 15 tubérculos por parcela.

Se utilizó la siguiente escala de
intensidad de daño:

1 tubérculo sano (0% de daño)

- 2 ataque leve (1-25% de daño)
- 3 ataque moderado (26-50% de daño)
- 4 ataque fuerte (51-75% de daño)
- 5 ataque severo (76-100% de daño)

Los tratamientos de lámina de
riego aplicados se determinaron a
través de mediciones directas de las
mismas, colectadas en envases colo-
cados en todas las parcelas en ensa-
yo. Inmediatamente después del rie-
go, se efectuaron mediciones volu-
métricas (cm³) de cada envase, esta
medida era dividida entre el área de
captación del colector (cm²) y se ge-
neraba el valor de la lámina aplicada
en cm durante ese riego (11, 12, 15).

Al final del ciclo del cultivo, se
totalizaban las láminas colectadas

en el envase de cada parcela y se les agregaba el aporte de la precipitación local, registrada en la estación climatológica del área experimental. Esta información permitió conocer con bastante exactitud la lámina de riego aplicada en cada una de las unidades experimentales que constituían el área bajo ensayo.

El total de tubérculos cosechados por parcela, se clasificó según su tamaño en tubérculos comerciales (TC) mayores de 150 g tubérculos-semilla (TS) con pesos entre 60 y 150 g y tubérculos descarte (D), menores de 60 gramos. Se determinó cantidad y peso para cada categoría y se evaluaron estas proporciones a través de un análisis de varianza y de regresión a fin de determinar el grado de asociación o dependencia de estas variables con la lámina de riego.

Las observaciones sobre cantidad de tubérculos atacados por poli-

llas (TP) en cada parcela, se analizaron transformando estos datos proporcionalmente en relación al total de tubérculos (TT) por parcela, generándose la siguiente variable transformada $POL=ARCOSEN(TP/TT)$.

Los valores de rendimiento por parcela en TM/ha, tubérculos atacados por polilla (transformado) POL, en índice de daño o severidad de la intensidad del ataque (I), el porcentaje de tubérculos comerciales (TC), tubérculos semilla (TS) y tubérculos descarte (D) del total cosechado en cada parcela, fueron analizados en función de la lámina de riego real aplicada por parcela (LR) como variable independiente.

A través de análisis de varianza y de regresiones, se determinó la influencia de la variable independiente LR sobre las variables evaluadas antes descritas (12, 14, 15).

Resultados y discusión

Los análisis de suelo reportaron niveles de fósforo alto, potasio bajo, pH de 5,3 y textura franco arcilla arenosa. No se encontraron nemátodos en las muestras analizadas.

La sumatoria de las láminas de riego aplicadas en cada parcela durante todo el ciclo de cultivo, incluyendo el aporte de la precipitación local, generaron cinco niveles de humedad, los cuales se aproximaron a valores enteros en milímetros, siendo el nivel 1, el de mayor lámina aplicada (2.500 mm) y el nivel 5, el de menor lámina aplicada (500 mm) (cuadro 1).

Rendimiento (TM/ha) El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para la variables "Rendimiento" en función de la lámina de riego aplicada. En el cuadro 2, se observa que el CV fue de 18,6% y el efecto de la lámina de riego sobre el rendimiento es de un 58% expresado por un valor de $R^2 = 0,5831$.

El análisis de regresión explica este efecto a través de un modelo cuadrático (cuadro 3) expresado a través de la siguiente ecuación:

Cuadro 1. Valores promedio de los cinco niveles de humedad aplicados y su efecto en el rendimiento, ataque de polillas y severidad del daño.

Nivel de humedad	Valor LR aprox. (mm)	L. Real (mm) promedio	Rendimiento (TM/ha)	% Tubérculos atacados por polilla	Índice de daño
5	500	(559,1)	9,84	66,67	3,01
4	1.000	(973,3)	13,88	53,58	2,61
3	1.500	(1462,6)	16,46	41,86	2,67
2	2.000	(2003,5)	16,47	28,23	2,61
1	2.500	(2651,0)	14,17	25,88	2,59

Cuadro 2. Resultados obtenidos en los análisis de varianza sobre la influencia de la lámina de riego en las variables evaluadas, el rendimiento porcentaje de tubérculos atacados por polilla, e índice de daño y proporción de tubérculos comerciales, semilla y descarte.

Variabile dependiente	R2	r	CV%	Pr>F
Rendimiento TM/ha	0,58	0,76	18,60	0,0001
% Tub. atacados/polilla	0,58	0,76	32,37	0,0001
Índice de daño	0,11	0,33	12,20	0,0007
% Tub. comercial	0,20	0,45	37,67	0,0001
% Tub. semilla	0,28	0,52	23,83	0,0001
% Descarte	0,14	0,37	39,53	0,0007

Cuadro 3. Modelos de regresión generados en función de la lámina de riego aplicada.

Variabile dependiente	Modelo de regresión
Rendimiento (TM/ha)	$= 5,74+0,01077*LR-2,68*10^{-6}*R^2$
Índice de daño	$= 2,93-142,13*10^{-6}*LR$
% Tubérculo con polilla	$= 88,7279-0,0433*LR+69,4*10^7*LR^2$
Tubérculos comerciales (%)	$= 1,08+0,003*LR-7,76*10^{-7}*LR^2$
Tubérculos semilla (%)	$= 1,489+0,002*LR 5,39*10^{-7}*LR^2$
Descarte (%)	$= 0,65+0,00063*LR$

$$R(Tm/ha) = 5,74 + 0,01077 * Lr - 2,68 * 10^{-6} * LR^2$$

En el cuadro 4, se presentan valores de rendimiento real y del rendimiento estimado con la función de producción.

En la figura 2, se observa la tendencia de la variable rendimiento estimado R, la cual tiende a incrementarse hasta alcanzar un máximo para valores de lámina de riego de 1.800 mm, a partir del cual las variaciones de rendimiento son pequeñas y decrecientes, lo que puede explicarse en parte, por excesos de humedad que contribuyen a la pudrición de los tubérculos.

Categorías de tubérculos

El análisis de varianza para esta variable, mostraron diferencias altamente significativas para el efecto del tratamiento lámina de riego (LR) sobre el % de tubérculos comerciales TC, tubérculos semilla TS y descarte D en el total cosechado.

El coeficiente de variación para TC, fué de 37,67% y el efecto de LR sobre TC es de un 20% (R²=0,2). En

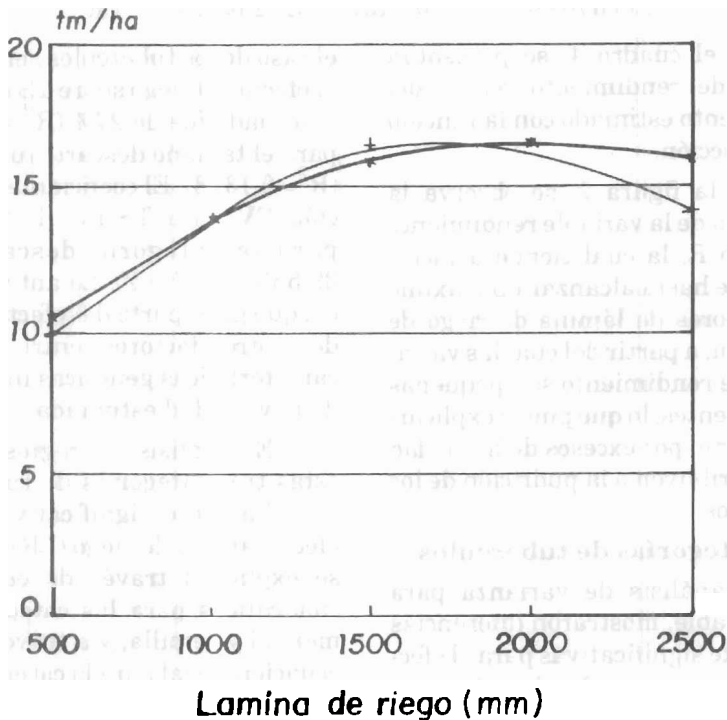
el caso de los tubérculos semilla (TS) el efecto del riego sobre TS en el total cosechado fué de 27% (R² = 0,276) y para el tamaño descarte fué del 14% (R²= 0,1398). El coeficiente de variación CV para TS fué de 23,83% y para la categoría descarte, fué 39,53% (cuadro 2). Lo anterior indica, que gran parte del efecto es debido a otros factores, entre ellos, las características genéticas intrínsecas de la variedad estudiada.

El análisis de regresión para estas tres categorías de tubérculos, fué altamente significativo para el efecto lámina de riego (LR) y (LR²) y se explica a través de ecuaciones cuadráticas para las categorías comercial y semilla, y a través de una ecuación lineal para la categoría descarte (cuadro 3). El porcentaje de tubérculos de la categoría descarte fué inferior al 20% del total cosechado en todos los niveles de humedad evaluados, ocupando un 80% el total de los tubérculos de las categorías "comercial" y "semilla" (Fig. 3).

Cuadro 4. Rendimiento real y rendimiento estimado del cultivo de papa bajo diferentes niveles de humedad

LR (cm)	Rendimiento real (TM/ha)	Rendimiento estimado (TM/ha)
500	9,84	10,46
1000	13,88	13,83
1500	16,46	15,86
2000	16,47	16,56
2500	14,17	15,92

Rdto (Tm/ha) = 5,74+0,01077*LR-2,68*10⁻⁶ *LR²



+ Rend. Real * Rend. Est.

Fig. 2. Rendimiento real y rendimiento estimado del cultivo de la papa en Bailadores.

Tubérculos atacados por polilla

Esta variable (TP) fué expresada de manera proporcional en relación al total de tubérculos cosechados (TT) por cada parcela.

Se transformó como:

$$ARCOSEN\sqrt{(TP/TT)} = POL$$

El análisis de la varianza para la variable transformada POL, en función de la lámina de riego (LR), mostró diferencias altamente significativas, dependiendo en un 64% del nivel de humedad existente. El coeficiente de variación fue de 21,63% (cuadro 2).

El análisis de regresión explica este efecto, a través de un modelo cuadrático significativo al 1% (cuadro 3).

El análisis de regresión explica este efecto, a través de un modelo cuadrático significativo al 1% (cuadro 3).

$$\% TP = 88,73 - 0,0433 * LR + 69,4 * 10^{-7} * LR^2$$

En la fig. 4 se puede observar que a medida que se incrementa el nivel de humedad de 500 a 2.500

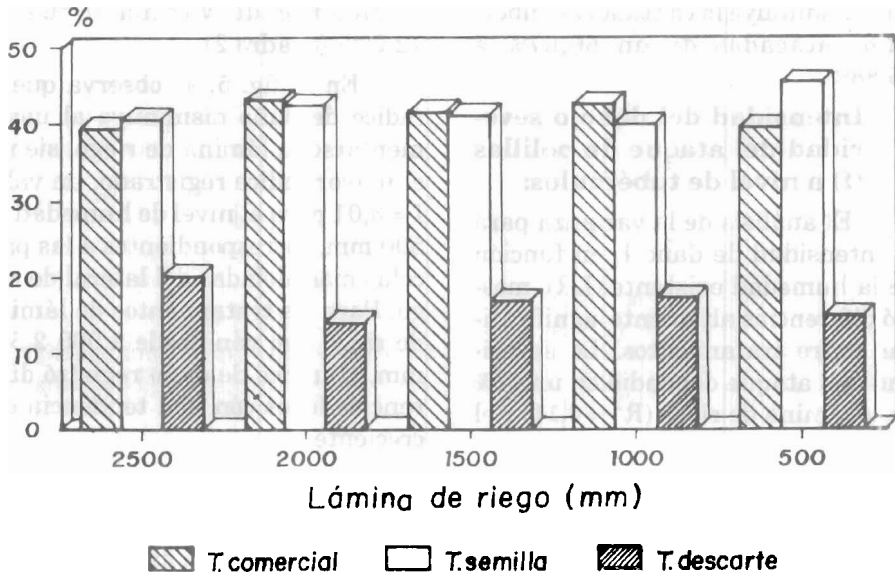
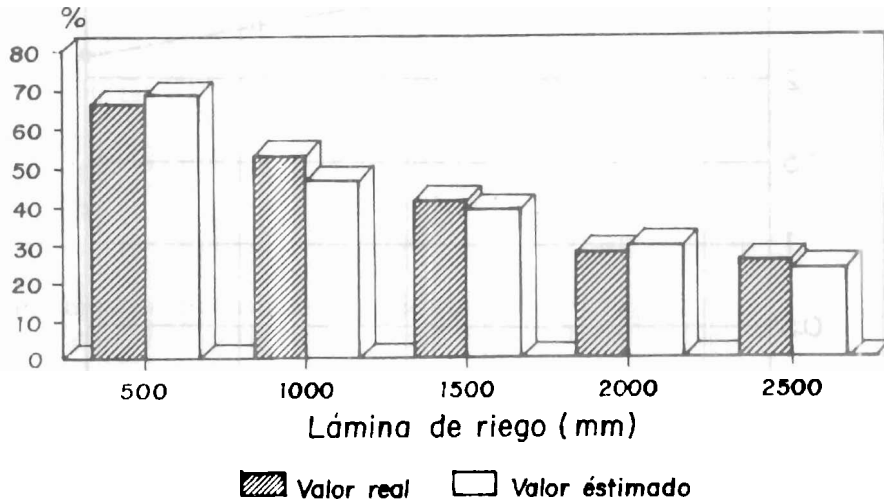


Fig. 3. Proporción de las categorías de tubérculos para cinco niveles de humedad.



$$\% = 88.73 - 0.0433 \cdot LR + 69.4 \cdot 10^{-7} \cdot LR^2$$

Fig. 4. Porcentaje real y estimado de tubérculos atacados por polilla bajo diferentes niveles de humedad.

mm, disminuye la cantidad de tubérculos atacados de un 66,67% a 25,88%.

Intensidad del daño o severidad del ataque de polillas (I) a nivel de tubérculos:

El análisis de la varianza para la intensidad de daño I, en función de la humedad existente (LR), mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos. La severidad del ataque dependió en un 11% de la lámina de riego ($R^2 = 0,11$) y el

coeficiente de variación fué de 12,20% (cuadro 2).

En la fig. 5, se observa que el índice de daño disminuye al incrementarse la lámina de riego, siendo el mayor índice registrado, un valor $I = 3,01$ para el nivel de humedad de 500 mm, correspondientes a las parcelas más alejadas del lateral de riego. Para los tratamientos de lámina de riego que van desde 1.000 2.500 mm, el índice de daño registró diferencias leves con una tendencia decreciente.

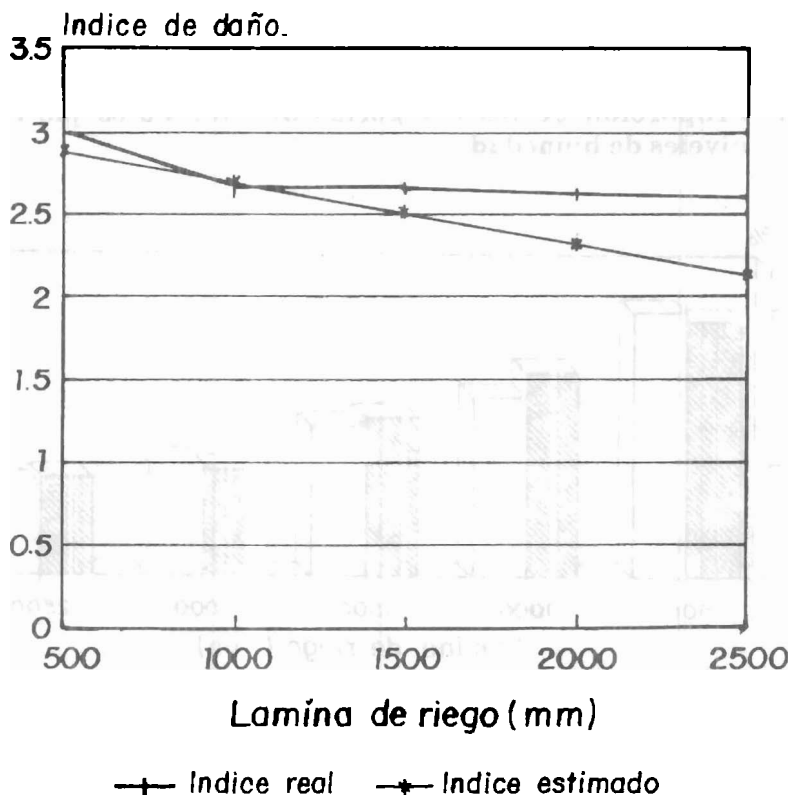


Fig. 5. Índice de daño real e índice de daño estimado en tubérculos de papa atacados por polillas en relación al riego.

El análisis de regresión fue altamente significativo para el nivel de humedad, explicado dicho efecto a través de un modelo lineal donde $I=2,9163 - 142,13 * 10^{-6} * LR$ (cuadro 3).

En el cuadro 5, se expresa la tendencia de los valores de I en función del nivel de humedad existente para valores de índice de daño, experimentales y valores estimados.

Cuadro 5. Porcentaje de tubérculos atacados por polilla (valores reales y valores estimados)

mm	% de tub. polillas real	% de tub. con polillas (estimado)
500	66,67	68,81
1000	53,58	47,16
1500	41,86	39,39
2000	28,23	29,89
2500	25,88	23,85

$$\%TP=88,7279 - 0,0433 * LR + 69,40 * 10^{-7} * LR^2$$

Conclusiones

1.- Los rendimientos del cultivo de papa, variedad "Granola", bajo las condiciones de clima y suelo de las Playitas de Bailadores, respondieron al suministro de humedad disponible en el suelo, obteniéndose los mejores valores (16,46 Tm/ha) en general, para una lámina de riego por ciclo de 1.800 mm.

2.- Los tratamientos de lámina de riego evaluados, presentaron una tendencia a aumentar los rendimientos en forma creciente, hasta un nivel de 1.800 mm, a partir del cual se producen rendimientos decrecientes. Esta tendencia se explica a través de un modelo de regresión cuadrático al 1% de significancia.

3.- La cantidad de tubérculos atacados por polillas, es controlada en un 64% por lámina de riego apli-

cada. Este efecto es explicado a través de un modelo de regresión cuadrático, encontrándose que a medida que se incrementa el nivel de humedad de 500 a 2.500 mm, disminuía la cantidad de tubérculos afectados de 66,67% a 25,88%.

4.- El índice de daño, muestra su mayor severidad para los menores niveles de humedad, siendo más elevado dicho índice (3,01), en las parcelas más alejadas del lateral de riego, donde la lámina promedio aplicada fué de 500 mm. El efecto estudiado se expresa a través de un modelo de regresión lineal que explica el fenómeno en un 11%. Un 89% depende de otros factores, especialmente de la biología del insecto, de las condiciones climáticas existentes y de la mayor oportunidad de que un

mismo tubérculo sea atacado por un mayor número de insectos.

5.- Se encontraron efectos altamente significativos para el nivel de humedad sobre la proporción de categorías de tubérculos en el total cosechado por parcela. Estos efectos son expresados a través de un modelo de regresión cuadrático para las categorías comercial y semilla y por un modelo lineal para la categoría descarte. La proporción de cada categoría en el total cosechado, depen-

de en menos del 30% del nivel de humedad existente, y en mayor porcentaje, de la capacidad genética de la variedad y de otros factores como las condiciones edafoclimáticas.

6.- El porcentaje de tubérculos de la categoría descarte fué inferior al 20% del total cosechado en todos los niveles de humedad evaluados, ocupando un 80% el total de los tubérculos de las categorías "comercial" y "semilla".

Literatura citada

1. Anónimo, 1986-1993 Boletín agroclimático mensual (Bailadores) FONAIAP Mérida.
2. Bosque, Miguel. 1985. La polilla guatemalteca. Recomendaciones para su control. MAC. Caracas.
3. CIDIAT, 1982. Manual de riego por aspersión. CIDIAT Mérida. Venezuela.
4. CIDIAT, Notas sobre el curso de "Modelos agronómicos". CIDIAT, Mérida. Venezuela.
5. CIDIAT, 1976. Notas sobre el curso "Agrofísica" CIDIAT. Mérida, Venezuela.
6. Grassi, Carlos J. 1981. Métodos de riego. CIDIAT, Mérida. Venezuela.
7. Gualdrón, Laura N, Gusano blanco y polilla guatemalteca, plagas del cultivo de la papa en el Estado Mérida. FONAIAP Mérida, oct. 1992.
8. Gualdrón, Laura N, Becerra, Felipe. 1992. Plagas de la papa en el estado Mérida.
9. Norero, Aldo. 1976. Cálculos agronómicos relacionados con el riego. CIDIAT Mérida. Venezuela.
10. Norero, Aldo. 1983. Ingeniería de cultivos. (Material de enseñanza). CIDIAT Mérida. Venezuela.
11. Ramos de S., Gladys. 1992. Determinación de los requerimientos hídricos en el cultivo de la papa. FONAIAP Mérida. Informe Anual, 1990-1991-1992.
12. Ramos de S., Gladys. 1991. Requerimientos de riego en el cultivo de la cebolla bajo condiciones de clima y suelo de San Juan de Lagunillas, Estado Mérida. V Congreso Venezolano de Hortalizas. Mérida. Venezuela, 1991.
13. Ramos de S., Gladys. 1986. Importancia del riego en el cultivo de la papa. Curso integral de papa. FONAIAP Mérida.
14. Rodríguez, B. 1971. Notas sobre funciones de producción y su aplicación en la agricultura. CIDIAT. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
15. Solórzano, Oscar J., 1984. Determinación de las funciones de producción para el cultivo de la papa en función de diferentes láminas de riego, humedad del suelo y dosis de Nitrógeno. CIDIAT Mérida. Tesis de postgrado.
16. Van der Zaag, D. E. 1981. Aporte de agua al cultivo de la patata. Wageningen, Holanda.