

## Eclosión de huevos de *Ceratitis capitata* Wied. en función del pH de soluciones de electrolitos

M. MUÑIZ

Se han realizado experimentos para ver la influencia del pH de soluciones de electrolitos sobre el avivamiento de huevos de *Ceratitis capitata* Wied. Se deduce que los valores más altos de mortalidad se obtienen para pHs altos y muy bajos. Cuando la concentración de las soluciones es elevada, la toxicidad de los electrolitos es debida a su actividad química fundamentalmente, predominando su efecto sobre el del pH de las mismas.

M. MUÑIZ.—*Instituto Español de Entomología. C.S.I.C. Madrid*

### INTRODUCCION

En la Tesis «Influencia de factores físico-químicos en la eclosión de huevos de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae)» (MUÑIZ, 1976), se explicó que cuando los huevos de este insecto se sometieron a la acción de diversos productos químicos de naturaleza electrolítica, era la actividad media molal la unidad de dosis que mejor explicaba la relación existente entre mortalidad y dosificación, obteniendo una ecuación que determinaba, para concentraciones 4 molal de los electrolitos utilizados, que conociendo la actividad del producto, la mortalidad, expresada en unidades «probits», viene dada por

$$p = 4,5808 \cdot a_m 0,0463$$

Es ahora nuestro propósito considerar el estudio de la influencia del pH en la eclosión de los huevos del citado insecto, puesto que igual que en el caso anterior no aparecen trabajos donde se estudie la influencia de este factor en el desarrollo embrionario del huevo, y por otra parte se aportan así nuevos datos básicos. Es conocido el pH de la hemolinfa de diferentes órdenes de insectos como *Lepidoptera*, *Coleoptera* y *Orthoptera* en que varía desde 6,35 a 6,64; de 6,50 a 7,14 y de 6,94 a 7,15 respectivamente (FINK, 1927). También se conoce la variación del pH según las distintas fases del desarrollo; concretamente en *Leptinotarsa decemlineata* se encontró que el pH medio en las fases de huevo, larva y pupa variaba de 6,79 a 6,95; de 6,08 a 6,71 y de 6,42 a 6,72 respectivamente, entre los días 1.º y 9.º (FINK, 1927).

## MATERIAL Y METODOS

De igual forma que en la Tesis mencionada, el material experimental (huevos de *Ceratitis*) procede de poblaciones muy adaptadas a las condiciones de laboratorio, utilizándose técnicas ya descritas (MUÑIZ, 1973).

Se prepararon las soluciones de electrolitos, ajustándolas aproximadamente a pHs 1, 4, 10 y 12, con el fin de tener conocimiento de su efecto tóxico en la zona ácida y alcalina, utilizándose ácidos y bases con aniones o cationes comunes a los de las sales para no introducir otros extraños que interfieran los resultados.

Debido a que de la observación directa de los resultados se deduce que la relación exis-

tente entre mortalidad y dosificación es de tipo sigmoideo, los datos experimentales se sometieron a un análisis estadístico de probits (GIL y MUÑIZ., 1975), resultando que de todas las unidades de dosis utilizadas es con la molalidad con la que se obtienen valores más altos del coeficiente de correlación, en general, no pudiendo incluirse la actividad media molal, que ya se explicó es la más idónea (MUÑIZ, 1976), por no estar medidos los correspondientes coeficientes a pHs distintos de los que proporcionan las soluciones de electrolitos por sí mismas.

Los resultados al pH que dan estas soluciones ya se discutieron entonces (MUÑIZ, 1976), pero se incluyen aquí también para observar la variación de toxicidad en una gama

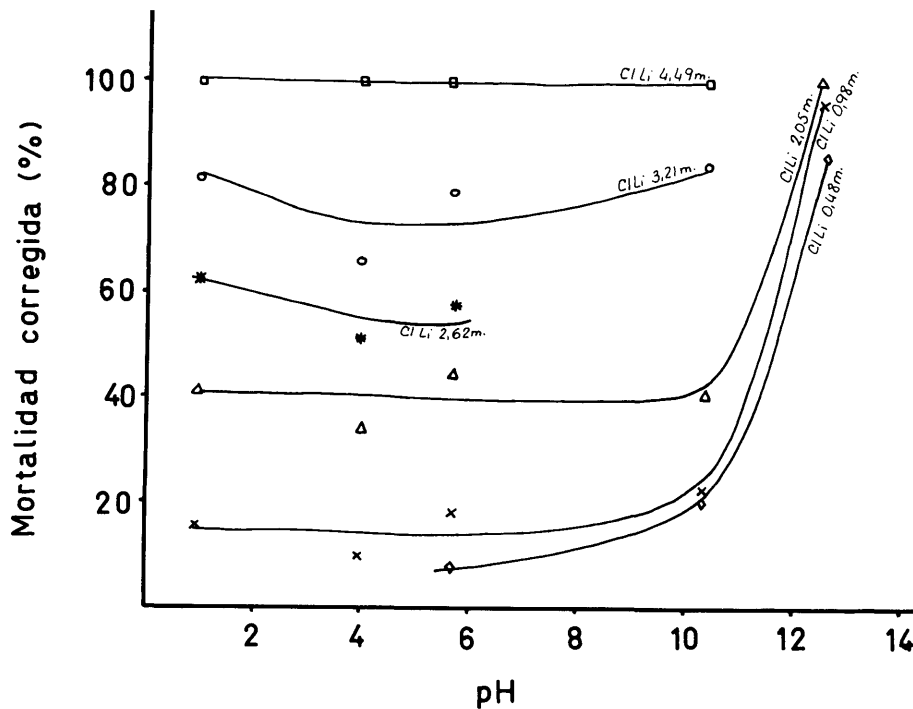


Fig. 1.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el pH de diferentes soluciones de Cloruro de litio.

más amplia de pHs. Esos valores figuran entre paréntesis, refiriéndose siempre a pHs medios ( $\overline{\text{pH}}$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En primer lugar se prepararon disoluciones de Cloruro de Litio con pHs medios de 0,96; 4,00; (5,73); 10,37 y 12,55. De los resultados experimentales se observa que, en general, las soluciones que presentan  $\overline{\text{pH}}$  muy ácido o alcalino son las más tóxicas (Fig. 1), siéndolo más estas últimas, lo que es comprensible si tenemos en cuenta que el huevo es puesto por la hembra en el interior de las frutas

cuando éstas presentan un grado de acidez del orden de 4 o incluso menor. Lógicamente, si las concentraciones son elevadas, las diferencias de toxicidad no son tan acusadas puesto que, como ya se vio en el trabajo anterior, la actividad del producto ejerce un efecto letal elevado.

Con Cloruro sódico se obtuvieron  $\overline{\text{pH}}$ s de 1,02; 4,01; (5,79); 10,66 y 12,78. Los resultados (Fig. 2), muestran que el efecto es inferior al del CLi, obteniéndose niveles de mortalidad menores para concentraciones más altas. Sin embargo, también se observan efectos letales más acusados en la zona muy ácida y alcalina y tanto más elevados cuanto más alto es el  $\overline{\text{pH}}$ .

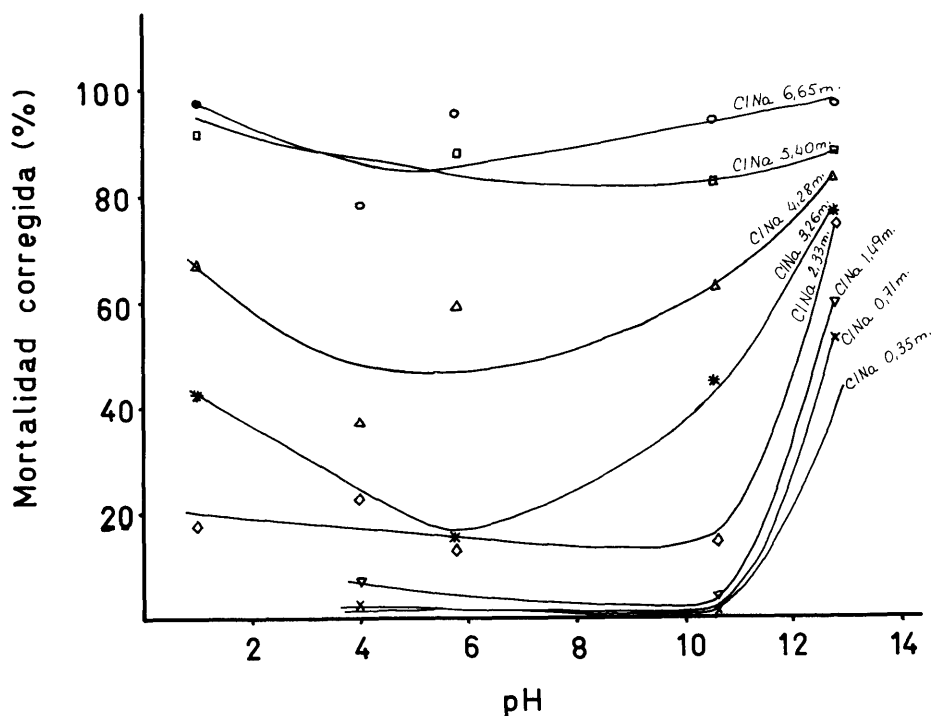


Fig. 2.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitits capitata* Wied. con el pH de diferentes soluciones de Cloruro sódico.

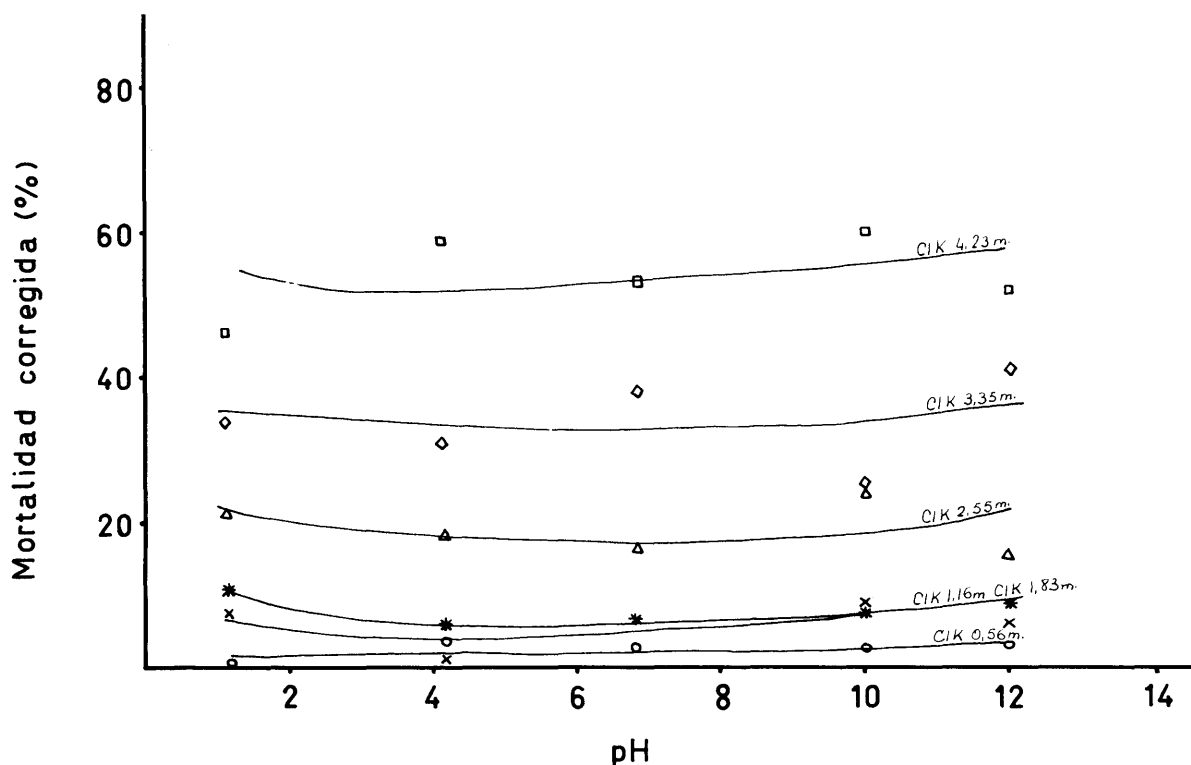


Fig. 3.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Cloruro potásico.

El Cloruro potásico, el menos soluble de los cloruros, proporciona valores relativamente bajos de mortalidad (Fig. 3), a pesar de que se ensayaron disoluciones también muy alcalinas con  $\overline{\text{pH}}$  12,00 y muy ácidas ( $\overline{\text{pH}}$  1,21):

Por último sólo pudieron prepararse soluciones en la zona ácida con  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  ( $\overline{\text{pH}}$  0,99 y 4,09) debido a la escasísima solubilidad del

hidróxido cálcico. También ocurre aquí lo que hemos comentado para los demás cloruros, o sea, que el cambio en los índices de mortalidad es muy brusco cuando se pasa de la zona ácida a la alcalina, siendo mucho más elevados cuando se consideran concentraciones elevadas. En este caso, las soluciones alcalinas que se obtuvieron se refieren a las del producto únicamente, que dieron  $\overline{\text{pH}}$  8,26 (Fig. 4).

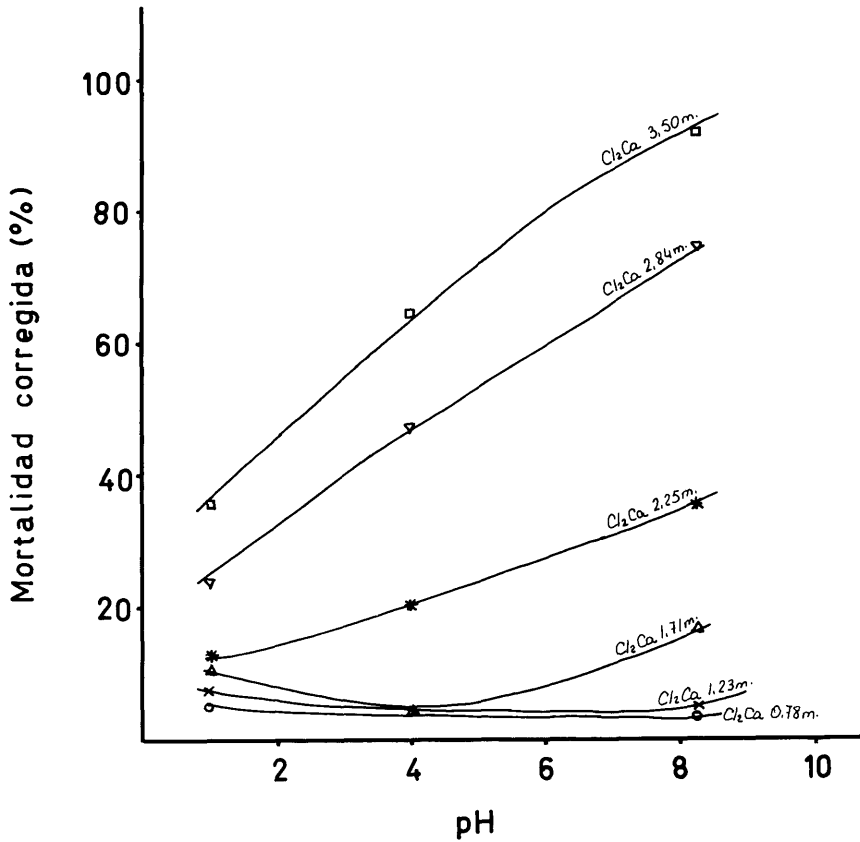


Fig. 4.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitís capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Cloruro cálcio.

Resumiendo, este primer grupo de cloruros se caracteriza porque el  $\overline{\text{pH}}$  de sus disoluciones influye notablemente en la eclosión de los huevos del insecto en estudio, de forma que se observa un rápido aumento en la mortalidad cuando se les somete a un medio muy ácido o alcalino; siendo aquella mucho más acusada en la zona de  $\overline{\text{pH}}$  elevado.

A continuación se prepararon soluciones

de nitratos de litio, sodio, potasio y calcio, siguiendo la misma línea de investigación que con los cloruros.

El Nitrato de litio muestra diferencias acusadas de toxicidad con el  $\overline{\text{pH}}$ , sólo cuando se consideran disoluciones muy alcalinas ( $\overline{\text{pH}}$  12,27), puesto que en los demás casos permanece invariable prácticamente (Fig. 5). Es digno de mencionar el hecho de que basta

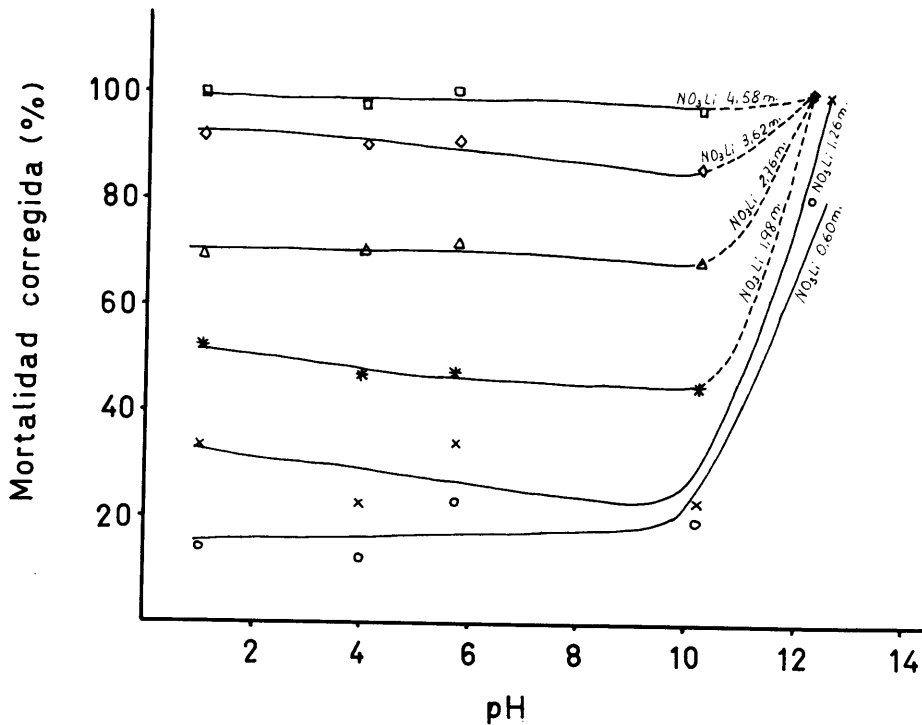


Fig. 5.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Nitrato de litio.

una concentración 1,26 m. para producir mortalidades que varían desde aproximadamente el 30 % con soluciones de  $\overline{\text{pH}}$  1,03; 3,97; (5,74) y 10,19, hasta casi el 100 % cuando se utilizan soluciones de  $\overline{\text{pH}}$  12,27; como ocurría antes tales diferencias se hacen menores a medida que la concentración aumenta.

Con  $\text{NO}_3\text{Na}$  es necesario utilizar niveles de concentración más alta para obtener porcen-

tajes de mortalidad equivalentes a los conseguidos en el caso anterior con  $\overline{\text{pH}}$ s del mismo orden; es decir, 1,27; 3,92; (5,70); 10,55 y 12,63, lo que indica su menor acción tóxica. También hemos de señalar que sólo a  $\overline{\text{pH}}$  muy alcalino es cuando la mortalidad es significativamente elevada (Fig. 6).

Respecto al Nitrato potásico ocurre igual que con ClK puesto que incluso las solucio-

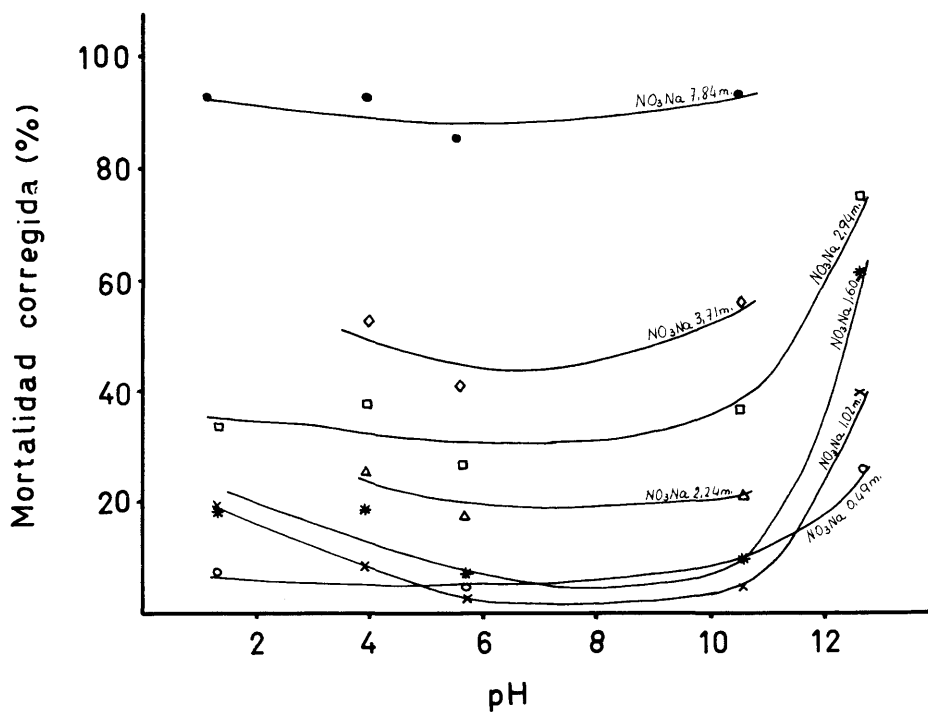


Fig. 6.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el pH de diferentes soluciones de Nitrato de sodio.

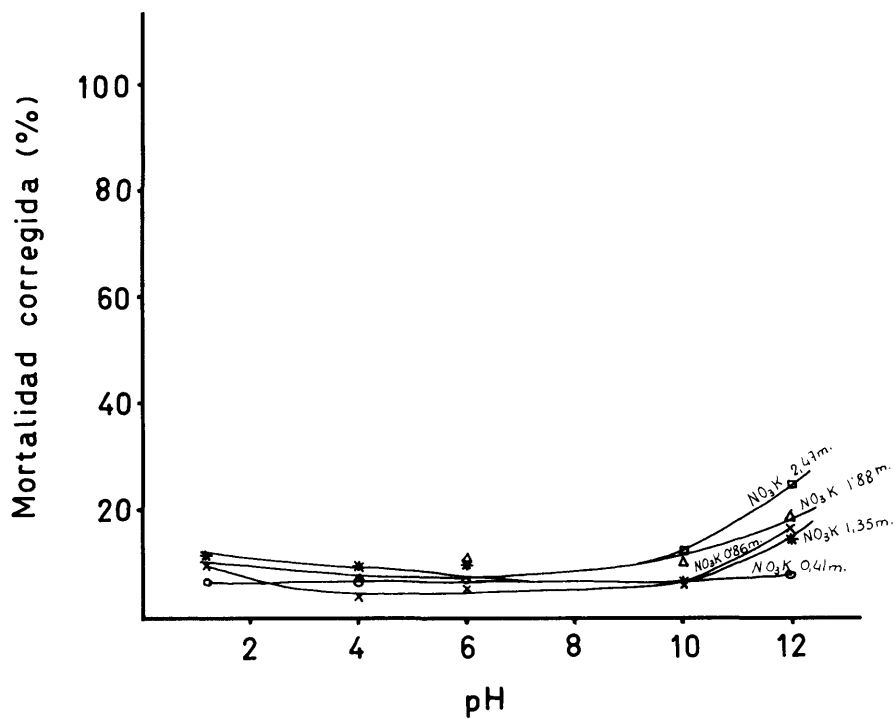


Fig. 7.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el pH de diferentes soluciones de Nitrato potásico.

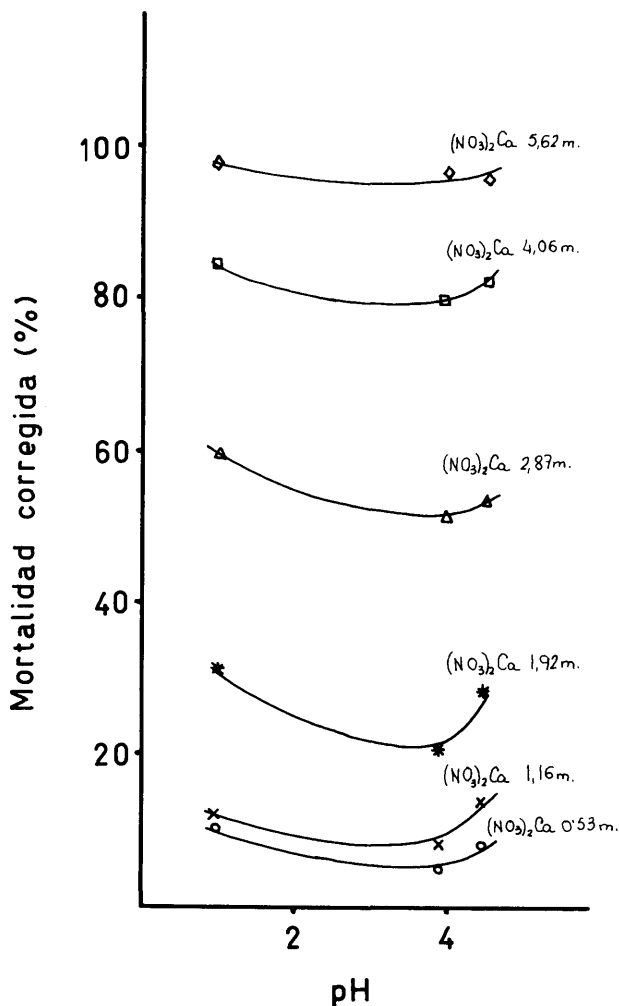


Fig. 8.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Cetratis capitata* Wied. con el  $\overline{pH}$  de diferentes soluciones de Nitrato cálcico.

nes muy alcalinas ( $\overline{pH}$  12,00) dan mortalidades francamente bajas, aunque superiores a las que se obtienen con las demás (Fig. 7).

El Nitrato cálcico, debido a la escasa solubilidad del hidróxido de calcio, sólo pudo experimentarse en la zona ácida. La variación de la mortalidad con el  $\overline{pH}$  es prácticamente nula debiéndose la observada al efecto de la sal en sí (Fig. 8).

Posteriormente se realizaron los mismos experimentos con sulfatos de litio, sodio y potasio, obteniéndose resultados análogos en líneas generales a los descritos hasta ahora.

Las disoluciones de Sulfato de litio muestran acciones tóxicas muy acusadas a  $\overline{pH}$  12,32 aun a bajas concentraciones, mientras que, aunque existen diferencias de  $\overline{pH}$  de ocho unidades, los valores de la mortalidad no son significativamente diferentes en general (Fig. 9).

Con Sulfato sódico ocurre lo mismo, pero se alcanzan porcentajes de mortalidad más pequeños a  $\overline{pH}$ s semejantes, demostrándose así el menor efecto letal de este producto. Sólo con altas concentraciones y valores elevados del  $\overline{pH}$ , la mortalidad es realmente



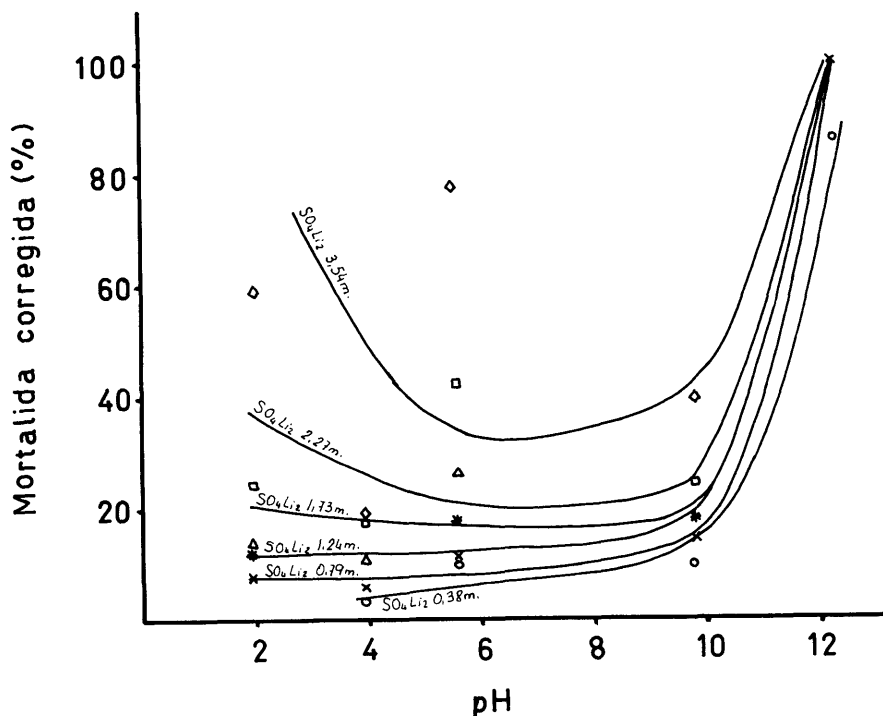


Fig. 9.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitís capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Sulfato de litio.

acusada, aunque siempre inferior que con  $\text{SO}_4\text{Li}_2$  (Fig. 10).

El Sulfato potásico es el menos soluble de este grupo, por lo que sólo se pudo alcanzar un 13,61 % de mortalidad con soluciones 0,78 m. y  $\overline{\text{pH}}$  11,98 (Fig. 11).

Por último, se realizaron experimentos paralelos con Acetato sódico, para lo que se ajustaron las soluciones preparadas a pHs 4,95; 9,26; 12,24 y 13,03, resultando que en la zona comprendida entre  $\overline{\text{pH}}$  9,26 y 12,24 se observan los menores índices de mortalidad

para una concentración determinada, mientras que a  $\overline{\text{pH}}$  4,95 y 13,03 se dan los mayores, y siempre más altos a  $\overline{\text{pH}}$  4,95. Este compuesto sigue, pues, una tendencia contraria a la de los demás electrolitos ensayados, lo que posiblemente se explique por su menor disociación, ocupando un lugar intermedio en cuanto a su naturaleza electrolítica; de todas formas, no es posible, utilizando ácido acético, conseguir soluciones de  $\overline{\text{pH}}$  inferior, con las que tal vez se alcanzasen valores más altos de la mortalidad (Fig. 12).

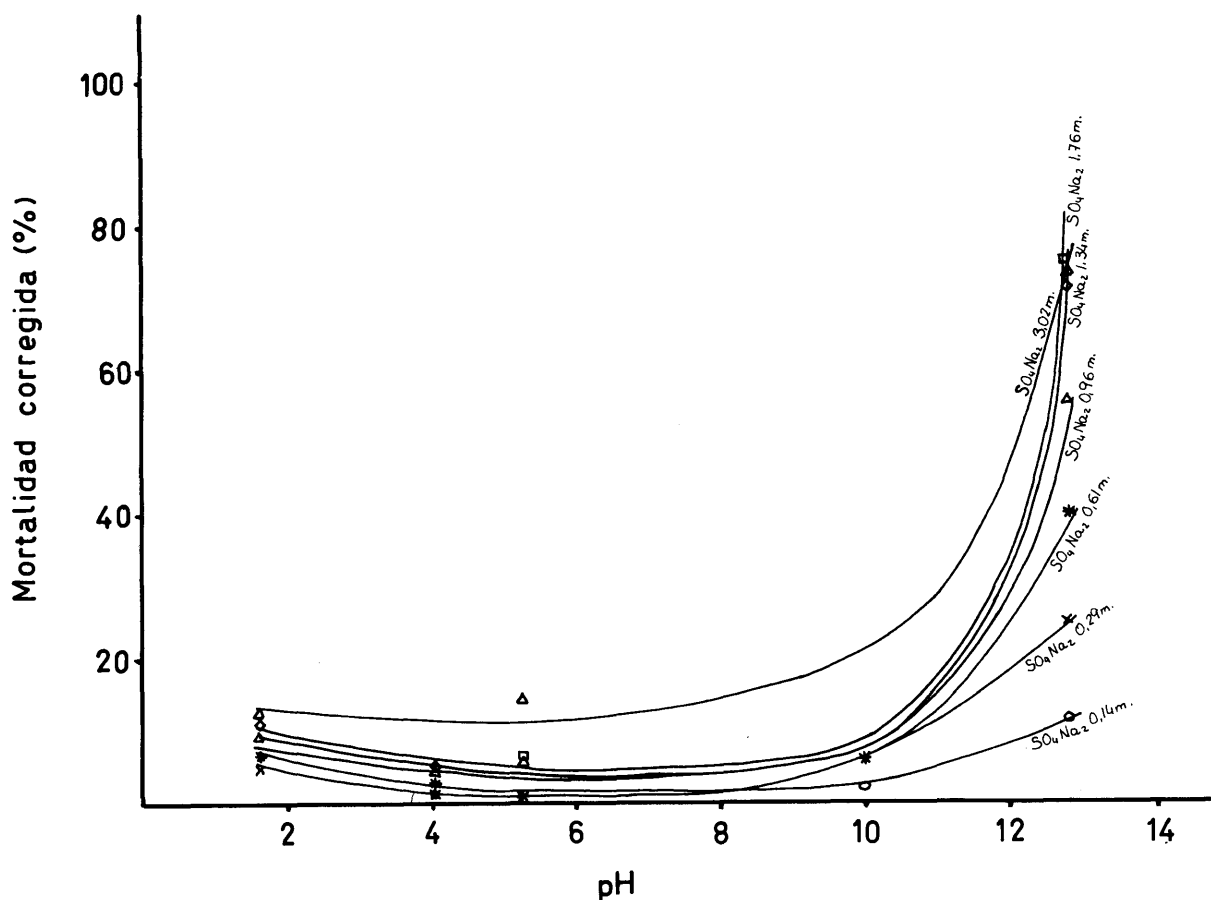


Fig. 10.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Sulfato sódico.

Todo lo expuesto anteriormente se refiere a las observaciones directas de los resultados. En el capítulo Material y métodos se explicó que a la vista de los resultados obtenidos y considerando la relación de tipo sigmoideo entre mortalidad y dosis se sometieron los datos experimentales a un análisis estadístico de probits (Cuadro 1).

Para el Cloruro de litio a  $\overline{\text{pH}}$ s 0,96; 4,00;

(5,73); 10,37 y 12,55, las ecuaciones de probits indican su carácter altamente tóxico. Las correlaciones son muy altas en todos los casos, excepto para  $\overline{\text{pH}}$  10,37, precisamente cuando la sal presenta menor acción letal. Observando los valores de las  $D_{90}$  se deduce claramente lo que ya se comentó al principio de este capítulo, o sea, se confirma que a  $\overline{\text{pH}}$ s muy ácidos y alcalinos la mortalidad es más

elevada, pero ésta, a su vez, es mucho mayor en la región fuertemente alcalina. (Para obtener el 90 % de mortalidad en la población se requiere una concentración 4,08 m. a  $\overline{\text{pH}}$  0,96, mientras que a pH 12,55 basta con que sea 0,60 m.) En todos los casos los intervalos de confianza de las  $DL_{90}$  son pequeños, lo que indica que están bien determinadas.

Con soluciones de Cloruro sódico, a  $\overline{\text{pH}}$ s 1,02; 4,01; (5,79); 10,66 y 12,78 es decir, muy análogas a las de  $\text{ClLi}$ , ocurre prácticamente igual en cuanto al comentario de toxicidad por zonas de  $\overline{\text{pH}}$ , pero los valores de las  $DL_{90}$

demuestran un menor efecto letal en este producto, considerando  $\overline{\text{pH}}$ s semejantes, con la única excepción de las soluciones a  $\overline{\text{pH}} \approx 10$ . También, en este caso, las altas correlaciones obtenidas entre los probits observados y las dosis logarítmicas, así como el hecho de que los intervalos de confianza sean pequeños, son prueba de que las ecuaciones representan objetivamente a los resultados experimentales.

Para la zona de concentraciones que ha podido experimentarse, con  $\text{ClK}$  se confirma, mediante este análisis estadístico, su menor

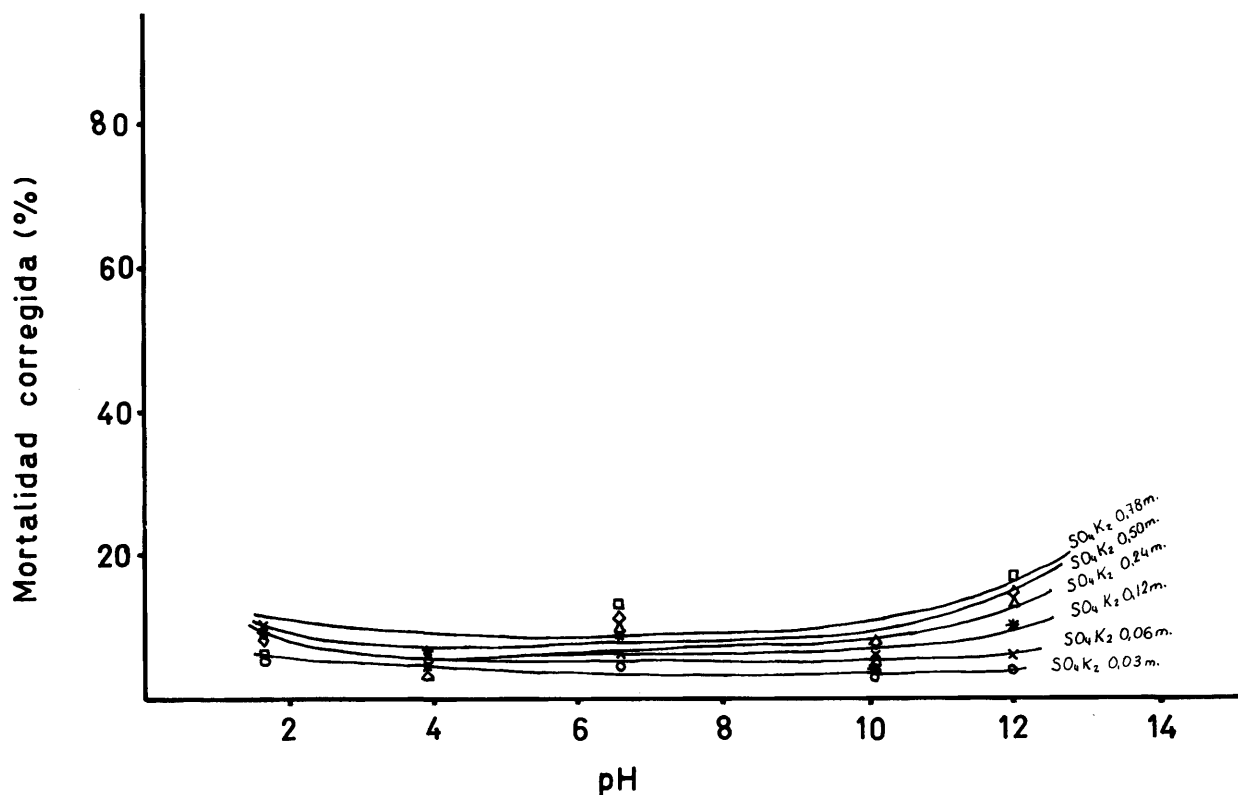


Fig. 11.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el  $\overline{\text{pH}}$  de diferentes soluciones de Sulfato potásico.

acción tóxica sobre los huevos de *Ceratitis*, incluso en la región de pH elevado, requiriéndose soluciones muy concentradas para obtener el 90 % de mortalidad, siempre sobre la base de las ecuaciones de probits obtenidas, puesto que en la práctica nunca se puede alcanzar ese nivel ya que la pequeña solubilidad del producto no lo permite, siendo necesaria la extrapolación; sin embargo, se observan buenas correlaciones y relativamente pequeños los intervalos de confianza de la  $DL_{90}$ , lo que evidencia la correcta aplicación del análisis. Su acción tóxica es considerable.

Con  $Cl_2Ca$  podemos decir que es el más tóxico de todos al  $\bar{pH}$  que proporcionan sus

disoluciones acuosas (8,26), mientras que en la zona muy ácida ( $\bar{pH}$  0,99) es el menor y en la de  $\bar{pH}$  4 lo es más que el de potasio y menos que el de litio; tanto los parámetros de las ecuaciones como las  $DL_{90}$  están bien determinados.

Pasando al grupo de nitratos, el de litio se observa que es un compuesto tóxico, sobre todo en la zona alcalina, existiendo grandes diferencias según el  $\bar{pH}$  de las soluciones utilizadas, con  $DL_{90}$  que varían desde 4,65 m. para  $\bar{pH}$  5,74 hasta 0,83 m. para  $\bar{pH}$  12,27.

El Nitrato sódico es bastante menos letal que el anterior a  $\bar{pH}$ s semejantes, manteniéndose, excepto para  $\bar{pH}$  5,70, que a medida

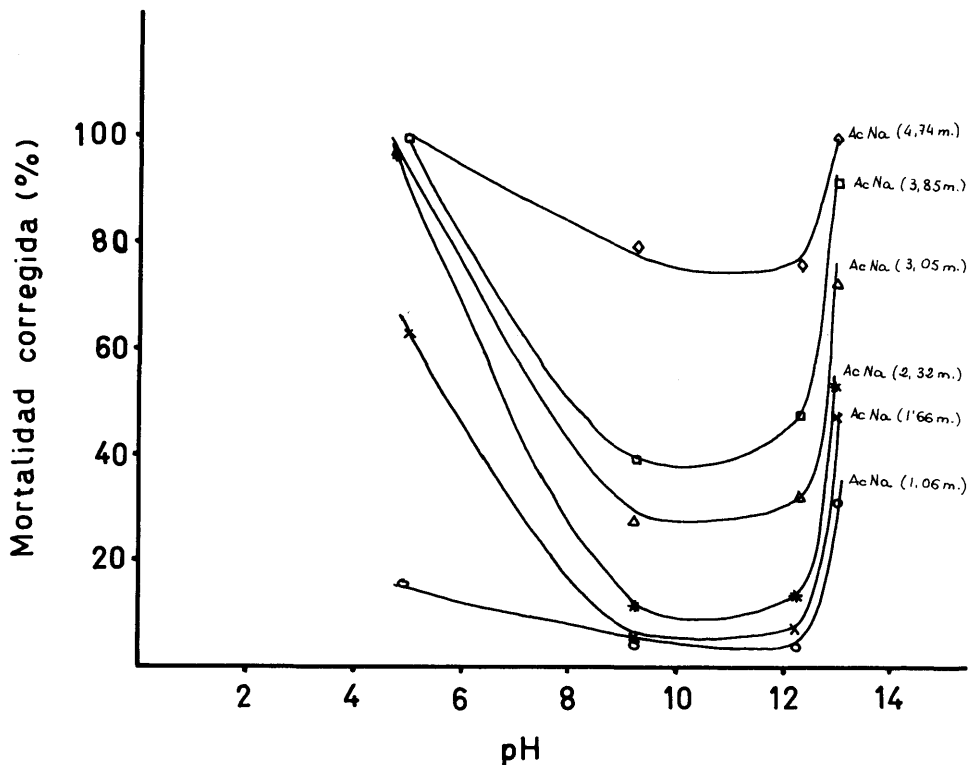


Fig. 12.—Variación de la mortalidad corregida en huevos de *Ceratitis capitata* Wied. con el  $\bar{pH}$  de diferentes soluciones de acetato sódico.

**CUADRO 1.—Análisis de probits en huevos de *Ceratitis capitata* (Wied.) tratados con diversas soluciones molales de productos químicos a diferentes pHs.**

Y = Probit correspondiente a una determinada dosis logarítmica X; X = log<sub>10</sub> m siendo m la molalidad de la solución; Y<sub>obs</sub> = Probit observado; n = número de grados de libertad; DL<sub>90</sub> es la dosis necesaria para producir el 90 % de mortalidad en la población llamada dosis letal al 90 %; r = coeficiente de correlación lineal; \*significativo al 95 %; \*\*significativo al 99 % según las tablas de correlación (FISHER, R. A. y YATES, F., 1963).

pH	Ecuación de probit	r (Yobs-X)	n	DL <sub>90</sub>	Intervalo de confianza de la DL <sub>90</sub> al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
Cl Li						
0,96	Y=3,60084 + 4,38987X	0,96186**	4	4,08	3,79	4,40
4,00	Y=3,27989 + 4,79626X	0,96508**	4	4,22	3,97	4,50
5,73	Y=4,07817 + 3,49850X	0,98441**	4	4,26	4,02	4,52
10,37	Y=4,63366 + 2,03311X	0,89869**	4	6,46	5,51	7,59
12,55	Y=6,54304 + 1,24508X	0,95944**	4	0,62	0,51	0,74
CL Na						
1,02	Y=1,58202 + 6,41973X	0,99374**	6	5,40	5,21	5,58
4,01	Y=3,33957 + 2,52264X	0,96898**	4	14,67	11,71	18,37
5,79	Y=0,87506 + 6,89114X	0,97909**	5	6,09	5,88	6,30
10,66	Y=2,27085 + 4,96654X	0,99825**	6	6,42	6,03	6,83
12,78	Y=5,20863 + 1,27612X	0,96485**	6	6,93	5,80	8,28
Cl K						
1,21	Y=3,19551 + 2,63471X	0,99293**	4	14,84	10,96	20,09
4,22	Y=2,91662 + 3,20760X	0,96606**	4	11,20	8,70	14,41
6,84	Y=3,18878 + 2,63333X	0,93410**	4	14,95	11,42	19,55
10,00	Y=3,29721 + 2,53431X	0,91201*	4	15,05	10,88	20,83
12,00	Y=3,25141 + 2,58207X	0,93927**	4	14,91	10,83	20,53
Cl <sub>2</sub> Ca						
0,99	Y=3,37211 + 2,04660X	0,95145**	4	26,40	14,74	47,28
4,09	Y=2,86012 + 4,31426X	0,97653**	4	6,21	5,40	7,14
8,26	Y=2,97322 + 5,49146X	0,97010**	4	4,00	3,71	4,32
NO <sub>3</sub> Li						
1,03	Y=4,32639 + 3,24345X	0,97615**	4	4,01	3,65	4,40
3,97	Y=4,12405 + 3,44385X	0,97899**	4	4,23	3,87	4,63
5,74	Y=4,49888 + 2,67051X	0,92954**	4	4,65	4,10	5,28
10,19	Y=4,26329 + 3,12456X	0,96149**	5	4,42	4,08	4,80
12,27	Y=6,39075 + 1,39996X	0,98222**	4	0,83	0,69	1,01
NO <sub>3</sub> Na						
1,27	Y=3,80113 + 2,59655X	0,95826**	5	9,02	8,06	10,09
3,92	Y=3,31053 + 3,32574X	0,98565**	5	7,82	7,09	8,63
5,70	Y=3,06022 + 3,07192X	0,99092**	6	11,19	10,05	12,44
10,55	Y=2,90357 + 4,07244X	0,99342**	5	6,75	6,26	7,29
12,63	Y=4,84280 + 2,22081X	0,98534**	4	4,44	3,87	5,10

(continúa)

$\overline{pH}$	Ecuación de probit	r (Yobs-X)	n	DL <sub>90</sub>	Intervalo de confianza de la DL <sub>90</sub> al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
		NO <sub>3</sub> K				
1,21	Y=3,66951 + 0,31127X	0,85046	3	0,25.10 <sup>9</sup>	0,12.10 <sup>-3</sup>	0,50.10 <sup>21</sup>
4,01	Y=3,48924 + 0,33744X	0,57909	3	0,19.10 <sup>9</sup>	0,69.10 <sup>-4</sup>	0,51.10 <sup>24</sup>
5,96	Y=3,61542 + 0,38704X	0,89327*	3	0,77.10 <sup>7</sup>	0,01	0,58.10 <sup>16</sup>
10,07	Y=3,55667 + 0,52661X	0,84121	3	0,15.10 <sup>6</sup>	2,32	0,96.10 <sup>10</sup>
12,00	Y=3,93681 + 0,80267X	0,91437	3	0,83.10 <sup>3</sup>	0,28.10 <sup>2</sup>	0,25.10 <sup>5</sup>
		(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca				
0,92	Y=3,91327 + 3,20549X	0,97635**	4	5,48	4,94	6,08
3,89	Y=3,48711 + 3,67693X	0,98470**	4	5,75	5,22	6,34
4,46	Y=3,91855 + 2,94277X	0,96248**	4	6,35	5,68	7,11
		SO <sub>4</sub> Li <sub>2</sub>				
1,89	Y=3,56162 + 2,48897X	0,91740**	4	12,38	9,21	16,64
3,91	Y=3,52668 + 1,10664X	0,94399**	4	308,71	49,96	5273,50
5,58	Y=4,11030 + 2,13471X	0,90990*	4	10,40	7,87	13,75
9,78	Y=4,02569 + 0,98188X	0,88820*	4	198,46	51,56	763,84
12,32	Y=7,32466 + 2,85333X	0,99850**	3	0,43	0,38	0,48
		SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>				
1,64	Y=3,64117 + 0,28048X	0,76785*	5	0,26.10 <sup>10</sup>	0,17.10 <sup>3</sup>	0,38.10 <sup>17</sup>
4,06	Y=3,14803 + 0,54398X	0,90329*	4	0,58.10 <sup>6</sup>	0,94.10 <sup>1</sup>	0,35.10 <sup>11</sup>
5,27	Y=3,24757 + 1,13526X	0,91848**	4	0,47.10 <sup>3</sup>	0,76.10 <sup>2</sup>	0,29.10 <sup>4</sup>
10,05	Y=3,40110 + 0,32672X	0,80579	4	0,65.10 <sup>9</sup>	0,44	0,97.10 <sup>18</sup>
12,81	Y=5,13734 + 1,45860X	0,97534**	5	6,09	4,89	7,59
		SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>				
1,67	Y=3,57247 - 0,00810X	0,03218	4	Sin de-terminar	Sin determinar	
3,93	Y=3,28747 - 0,03878X	0,18636	4	"	"	
6,58	Y=3,90523 + 0,37232X	0,92349**	4	0,24.10 <sup>7</sup>	0,22.10 <sup>3</sup>	0,26.10 <sup>11</sup>
10,13	Y=3,51032 + 0,22721X	0,77993	4	0,16.10 <sup>13</sup>	0,11.10 <sup>-1</sup>	0,22.10 <sup>27</sup>
11,98	Y=4,09274 + 0,51182X	0,91577*	4	0,19.10 <sup>5</sup>	0,19.10 <sup>3</sup>	0,19.10 <sup>7</sup>
		Ac Na				
4,95	Y=4,22831 + 5,23142X	0,98013**	4	2,47	2,32	2,62
9,26	Y=2,37969 + 4,45304X	0,96753**	5	7,52	6,95	8,13
12,24	Y=2,41070 + 4,67498X	0,98489**	5	6,73	6,23	7,27
13,03	Y=4,41827 + 2,79132X	0,96444**	5	4,65	4,22	5,12
		CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>				
11,49	Y=4,30342 + 1,53143X	0,97361**	4	19,58	11,99	31,96
		Urea				
8,49	Y=1,22418 + 4,46022X	0,99042**	4	13,61	12,64	14,66

que aumenta el  $\overline{pH}$ , la toxicidad es mayor y, como en los demás casos comentados, las soluciones muy alcalinas son las que presentan mayor efecto letal.

En cuanto al Nitrato potásico hemos de subrayar lo que ya se explicó con el cloruro, puesto que ocupa el último lugar en la escala de toxicidad de los nitratos, requiriéndose soluciones altamente concentradas incluso en la zona muy alcalina. (0,83.10<sup>3</sup> m. para  $\overline{pH}$  12,00 obtenida por extrapolación). Por esta razón, las ecuaciones de probits vienen afectadas de errores muy grandes en general siendo relativamente bajos los coeficientes de correlación y muy amplios los intervalos de confianza de las  $DL_{90}$ .

El Nitrato cálcico muestra una toxicidad superior a las de  $NO_3Na$  y  $NO_3K$  e inferior a la de  $NO_3Li$ , considerando que sólo han podido prepararse soluciones ácidas como ya se explicó. Las correlaciones son buenas y los intervalos de confianza de las  $DL_{90}$  pequeños.

Para el grupo de sulfatos, el de litio es altamente tóxico a  $\overline{pH}$  12,32 en que su efecto letal es incluso superior al del nitrato de litio. Para las demás zonas de  $\overline{pH}$  su toxicidad es baja; de ahí que las ecuaciones no pueden determinarse bien en todos los casos, siendo poco elevados los valores de  $r$  y muy amplios los intervalos de confianza.

Con los sulfatos de sodio y potasio se alcanzan niveles de mortalidad muy bajos, aunque hemos de señalar que a  $\overline{pH}$  12,81 el  $SO_4Na_2$  muestra una toxicidad moderada, del orden de la del  $ClNa$  a igual  $\overline{pH}$  prácticamente. El sulfato potásico es el menos tóxico de todos los productos utilizados a  $\overline{pH}$ s 1,67; 3,93; (6,58); 10,13 y 11,98. La información que se obtiene del análisis de probits, en este caso viene afectada de errores considerables, no existiendo prácticamente correlación entre los probits observados y las dosis logarítmicas ni pudiendo determinarse los valores de

las  $DL_{90}$  cuando se tienen en cuenta soluciones a  $\overline{pH}$  1,67 y 3,93. En los demás casos las ecuaciones sí quedan bien determinadas excepto a  $\overline{pH}$  10,13, deduciéndose de los enormes valores de las  $DL_{90}$  la escasísima acción tóxica del producto.

Por último, de los resultados obtenidos con  $AcNa$ ,  $CO_3Na_2$  y urea se deduce, tras realizar este análisis, que con el primero, si se compara su toxicidad con la de cualquier otro producto a  $\overline{pH}$  equivalente a 4,95 es el que da valores más altos. A los demás  $\overline{pH}$ s su toxicidad es intermedia. Para  $CO_3Na_2$  muestra toxicidad baja al  $\overline{pH}$  que da al producto sólo (11,49), no alcanzándose el 50 % de mortalidad aún a concentraciones superiores a 2 m.

Con Urea fue posible preparar soluciones hasta 15 m. lo que explica que se hayan obtenido a este nivel efectos letales superiores al 95 %, siendo el  $\overline{pH}$  de aquéllas de 8,49.

## CONCLUSIONES

De los resultados que se han comentado deducimos que, en todos los casos, la toxicidad de los productos utilizados es tanto más elevada cuanto más alto es el  $\overline{pH}$  de sus disoluciones, excepto para  $\overline{pH}$ s muy bajos, del orden de 1. Cuando las concentraciones son elevadas, las diferencias de toxicidad son menores, lo que indica que el efecto letal debido a la actividad química de los electrolitos a esas concentraciones es superior al que se obtiene por el  $\overline{pH}$  en sí; es decir, que cuando el medio que se considera es una disolución altamente concentrada de un electrolito solamente, la toxicidad ocasionada en los huevos de *Ceratitidis* es debida fundamentalmente a su actividad química (MUÑIZ, 1976), predominando este hecho cuando se añade al citado medio un ácido o una base para obtener el  $\overline{pH}$  deseado, quedando enmascarado el efecto que éste ocasiona aisladamente.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. J. M.<sup>a</sup> REY ARNÁIZ por las orientaciones y co-

laboración que han hecho posible la realización de este trabajo. Igualmente a las Srtas. ISABEL MARCOS GILARANZ y MERCEDES HITADO MORALES por su valiosa colaboración.

## ABSTRACT

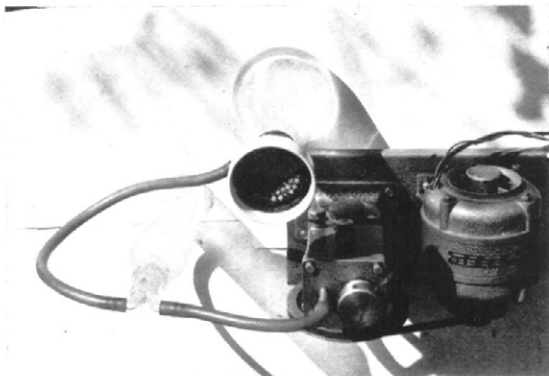
MUNIZ, M. 1976.—Eclósion de huevos de *Ceratitis capitata* Wied, en función del pH de soluciones de electrolitos. *Bol. Ser. Plagas* 2: 55-71.

Experiments have been carried out to see the influence of the pH of electrolytes solutions on egg hatching in *Ceratitis capitata* Wied. It is deduced that for high and very low values of this factor, there is an evident toxic effect. When the solutions concentration is high, the electrolytes toxicity is mainly due to their chemical activity, outweighing its effect to that of the ph.

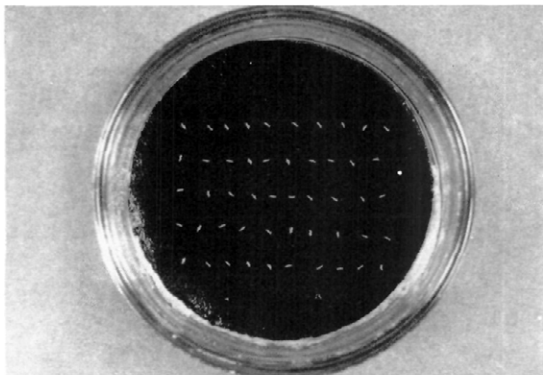
## REFERENCIAS

- FINK, D. E. 1927: Applications of pH studies. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 20: 503-512.
- FISHER, R. A. y YATES, T. 1963: Tablas estadísticas para investigadores científicos; p. 64. 3.<sup>a</sup> ed., *Aguilar*.
- GIL, A. y MUNIZ, M. 1975: Aplicación del método de máxima verosimilitud al análisis cuantitativo. *Ann. INIA-Ser. General* n.3; 165-186.
- MUNIZ, M. 1973: Influencia de la presión osmótica en la eclosión de los huevos de *Dacus olae* y *Ceratitis capitata*. *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Biol.)*, 71: 155-166.
- MUNIZ, M. 1976: Influencia de factores físico-químicos en la eclosión de huevos de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae). *Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid*.

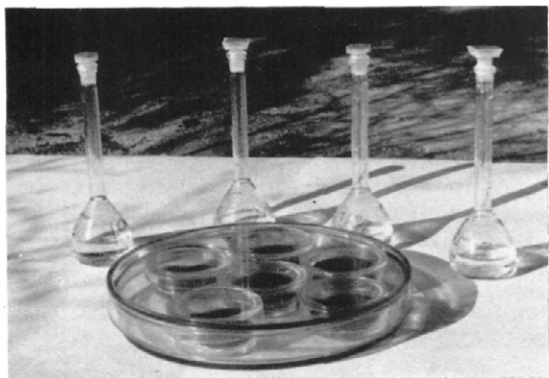




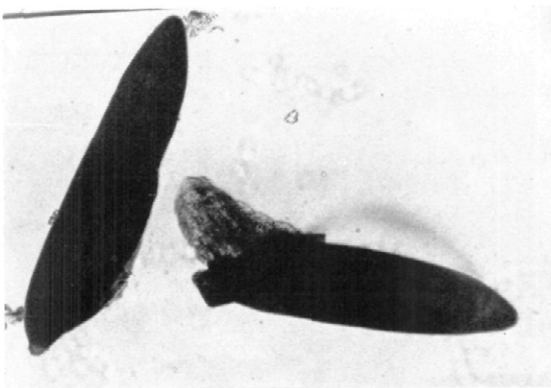
Aparato utilizado para filtrar los huevos.



Conjunto de placas y matraces utilizados en los experimentos.



Placa Petri conteniendo los huevos para la observación de su eclosión.



Huevo mostrando la zona de eclosión (izq.).  
Larva emergiendo del huevo (dcha.).