

## TAMAÑO ÓPTIMO DE MUESTRA PARA COLONIAS DE LA ESCAMA BLANCA DEL MANGO *Aulacaspis tubercularis* Newstead. (COCCOIDEA: DIASPIDIDAE)

✉ Mario A. Urías-López<sup>1</sup>, Urbano Nava-Camberos<sup>2</sup>, Jesús A. González-Carrillo<sup>1</sup>, Luis M. Hernández-Fuentes<sup>1</sup> y Nadia C. García-Álvarez<sup>1</sup>.

INIFAP. <sup>1</sup>Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Apartado. Postal 100 C. P. 63300, Santiago Ixcuintla, Nay. <sup>2</sup>Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32, Venecia, Dgo, México.

✉ [urias.marioalfonso@inifap.gob.mx](mailto:urias.marioalfonso@inifap.gob.mx)

**RESUMEN.** Para determinar el tamaño óptimo de muestra para colonias de la escama blanca mango, *Aulacaspis tubercularis* Newstead, se utilizó un huerto de mango del cultivar Ataulfo, ubicado en Jalcocotán, Nayarit, México. Se realizaron 17 muestreos de la escama del 31 de mayo de 2012 al 17 de enero de 2013, por cada fecha, el tamaño de muestra fue de 80 hojas. Cada una de estas se inspeccionó visualmente para contabilizar el número de colonias (machos). Se determinaron la relación varianza-media para colonias de la escama blanca del mango mediante el modelo de la Ley de Poder de Taylor. Para el muestreo numérico se sugiere inspeccionar 37 hojas de mango, con una precisión del 80%.

Palabras clave: *Aulacaspis tubercularis*, muestreo, mango

**ABSTRACT.** The optimal size sample of colonies (males) of the white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* Newstead, was estimated. An 'Ataulfo' mango orchard set at Jalcocotán, Nayarit, Mexico was used. Density of the scale was recorded by sampling 17 times from May 31<sup>th</sup>, 2012 to January 17<sup>th</sup>, 2013. At each sampling date, the size sample was 80 mango leaves, which were visually inspected to count colonies of the scale. Variance and mean relationship was determined for colonies by using the Taylor's Power Law to get the optimal size samples. For a numerical sampling, it is suggested to count colonies of the scales on 37 mango leaves with a precision of 80%.

Key words: *Aulacaspis tubercularis*, sampling, mango

## INTRODUCCIÓN

La escama blanca del mango (EBM) *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae), es una plaga de importancia económica en México (Urías, 2006; Urías-López *et al.*, 2010). Esta plaga está distribuida en la costa occidente de México y en el estado de Veracruz, infesta hojas, tallos tiernos (Urías, 2006; Urías-López *et al.*, 2010) y al dañar los frutos reduce hasta un 50% el volumen comercial o calidad de la cosecha para exportación (Urías, 2006).

Aunque se han realizado trabajos de dinámica de poblaciones de esta especie (Arias *et al.*, 2004, González-Carrillo *et al.*, 2008, Urías-López *et al.*, 2010), de control químico (Le Lagadec *et al.*, 2009 y Urías-López *et al.*, 2013) de distribución geográfica (García-Álvarez *et al.* 2014), no existe una metodología definida de muestreo. Se han utilizado diversos tamaños de muestra, hasta 100 hojas seleccionadas de cinco árboles de mango (El-Metwally *et al.*, 2011 y Nabil *et al.*, 2012). Labuschagne *et al.* (1995), muestrearon 48 hojas de 18 árboles de mango, mientras que Urías-López *et al.* (2010) y García-Álvarez *et al.* (2014), utilizaron 40 hojas como tamaño de muestra seleccionadas de cinco árboles. Un componente clave de los programas de manejo integrado de plagas son métodos confiables y eficientes para muestrear y/o monitorear la densidad de las plagas y para tomar decisiones de manejo de la población. Idealmente, los métodos de muestreo deberían tener las siguientes características: 1) ser fáciles de usar, 2)

requerir un mínimo de esfuerzo y costo y 3) proporcionar estimaciones precisas de la abundancia de la plaga. El muestreo es también un componente fundamental de las actividades de investigación en ecología poblacional, dinámica de poblaciones y en el desarrollo de métodos de control alternativos (Domínguez, 1992). Debido a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el tamaño óptimo de muestra para colonias de *A. tubercularis* en mango ‘Ataulfo’.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

**Ubicación del estudio y muestreo de la escama blanca.** Para determinar el tamaño óptimo de muestra para colonias (machos) se utilizó un huerto comercial de mango ‘Ataulfo’, ubicado a 25 msnm en la localidad de Jalcoctán, Nayarit. Se realizaron 17 muestreos de la escama blanca aproximadamente cada catorce días, del 31 de mayo 2012 al 17 de enero 2013. En cada fecha de muestreo se inspeccionaron 10 árboles por cultivar. En cada árbol se muestrearon ocho hojas, tomando dos hojas en cada uno de cuatro brotes, los cuales se seleccionaron de cada punto cardinal del árbol. Por lo tanto, el tamaño de muestra por fecha fue de 80 hojas. Cada hoja se inspeccionó visualmente para contabilizar el número de colonias (machos) y hembras.

**Determinación de la relación varianza-media de la escama blanca.** Para establecer la relación entre la varianza y la media de la población de la escama blanca se utilizó la Ley de Poder de Taylor (Taylor, 1961). Una revisión excelente de la aplicación de este modelo, de la relación varianza-media al muestreo de insectos se encuentra en Barrera (2008). La Ley de Poder de Taylor establece que la varianza ( $s^2$ ) es proporcional a una fracción exponencial de la media de la población ( $m$ ), el modelo es el siguiente:  $s^2 = am^b$

Los parámetros  $a$  y  $b$  se estiman mediante una regresión lineal simple de la forma lineal del modelo anterior. De esta manera la ecuación lineal es:  $\log(s^2) = \log(a) + b \log(m)$

Donde el parámetro  $b$  es la pendiente o coeficiente de regresión, es un índice de la agregación del insecto, de modo que si  $b < 1$  la disposición del insecto es regular, si  $b = 1$  la disposición es al azar y si  $b > 1$  la disposición es agregada; mientras que el parámetro  $a$ , el intercepto, es un factor de escala relacionado al tamaño de la unidad de muestreo.

En el presente estudio se efectuaron análisis de regresión lineal simple para los datos de número de colonias (machos) por hoja en mango ‘Ataulfo’. Se calcularon la media y su logaritmo natural, la varianza y su logaritmo natural para cada una de las fechas de muestreo. La ecuación de regresión utilizada fue la siguiente:

1)  $\log(s^2) = \log(a) + b \log(m)$ ; donde  $s^2$  = varianza del número de colonias por hoja y  $m$  = promedio del número de colonias por hoja.

**Estimación del tamaño de muestra óptimo para la escama blanca.** Para estimar el tamaño de muestra óptimo ( $n$ ) se empleó la fórmula indicada por Taylor (1961):  $n = (am^{b-2}) / c^2$ .

Donde  $c$  es la precisión requerida como una proporción de la media (si  $c = 0.2$ , el error estándar equivale al 20 % de la media y la precisión es del 80%). Naranjo (1995) sugiere valores de  $c$  entre 0.1 y 0.25. En el presente estudio se utilizaron niveles de precisión de 0.10 y 0.20.

Los tamaños de muestra óptimos para las colonias de la escama blanca del cultivar Ataulfo se calcularon de la siguiente manera:

- Ecuación de regresión obtenida:  $\log(s^2) = 0.3909 + 1.1433 \log(m)$
- Por lo tanto, los parámetros del modelo obtenidos, de acuerdo con la ecuación de regresión anterior, son:  $a = \text{antilog}(0.3909) = 1.4783$  y  $b = 1.1433$ .
- Se selecciona una precisión del 80%; es decir, el valor de  $c = 0.2$ .

• Los tamaños de muestra para 1 y 10 colonias por hoja en promedio, serán:  
 Si  $m = 1$  colonias/hoja, entonces:  $n = [1.4783 (1)^{1.1433 - 2}] / (0.2)^2 = 37$  hojas  
 Si  $m = 10$  colonias/hoja, entonces:  $n = [1.4783 (10)^{1.1433 - 2}] / (0.2)^2 = 5$  hojas  
 Siguiendo este procedimiento se calcularon los tamaños de muestra para un rango amplio de densidades de la escama blanca (1 a 10 colonias) y dos niveles de precisión ( $c = 0.10$  y  $c = 0.20$ ), y enseguida se elaboraron las gráficas de referencia.

**RESULTADOS**

**Densidades y niveles de infestación de escama blanca.** El Cuadro 1 y 2 muestra los datos obtenidos durante los 17 muestreos de colonias y hembras de la escama blanca del mango.

Cuadro 1. Datos de los muestreos de colonias de la escama blanca del mango en hojas del cultivar ‘Ataulfo’.

Fecha	Hojas mues.	Colonias de la escama blanca						Hojas infest. (#)	Hojas infest. (%)
		Total (n)	Media (m)	Log (m)	Varianza (s <sup>2</sup> )	Log (s <sup>2</sup> )	CV (%)		
31/05/12	80	113	1.413	0.345	2.220	0.798	105.5	53	66.3
14/06/12	80	149	1.863	0.622	4.930	1.595	119.2	52	65.0
28/06/12	80	7	0.088	-2.436	0.081	-2.515	325.0	7	8.8
12/07/12	80	0	0.000	---	0.000	---	---	0	0.0
26/07/12	80	15	0.188	-1.674	0.306	-1.184	295.1	10	12.5
09/08/12	80	0	0.000	---	0.000	---	---	0	0.0
23/08/12	80	0	0.000	---	0.000	---	---	0	0.0
06/09/12	80	0	0.000	---	0.000	---	---	0	0.0
20/09/12	80	0	0.000	---	0.000	---	---	0	0.0
11/10/12	80	28	0.350	-1.050	0.281	-1.269	151.5	26	32.5
25/10/12	80	24	0.300	-1.204	0.263	-1.334	171.0	22	27.5
08/11/12	80	19	0.238	-1.438	0.259	-1.350	214.4	16	20.0
22/11/12	80	1	0.013	-4.382	0.013	-4.382	894.4	1	1.3
06/12/12	80	5	0.063	-2.773	0.059	-2.825	389.7	5	6.3
20/12/12	80	12	0.150	-1.897	0.154	-1.868	262.0	11	13.8
03/01/13	80	2	0.025	-3.689	0.025	-3.702	628.4	2	2.5
17/01/13	80	5	0.063	-2.773	0.059	-2.825	389.7	5	6.3

**Relación varianza-media de la escama blanca.** La relación entre el promedio y la varianza de colonias por hoja para todas las fechas de muestreo, se muestra en las Fig. 1. Donde conforme a una  $r^2 = 0.98$ , la mejor relación entre estas resultó de la fórmula:  $\log (s^2) = 0.3909 + 1.1433 \log(m)$ .

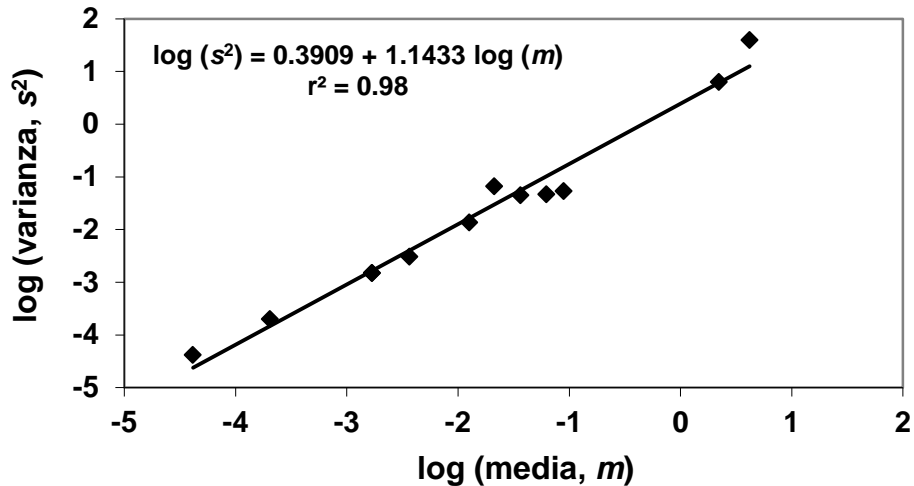


Fig. 1. Relación lineal varianza-media para colonias de escama blanca en hojas de mango, cultivar Ataulfo, mediante la Ley de Poder de Taylor.

**Tamaños de muestra óptimos.** Los tamaños de muestra para estimar la densidad media de las colonias de la escama blanca, variaron en función de los niveles poblacionales de la plaga y de los niveles de precisión. Al disminuir la población media (por ejemplo, 1 colonia por hoja en promedio) y al incrementarse la precisión ( $c = 0.10$ , precisión del 90%), el tamaño de muestra fue muy alto (alrededor de 150 hojas de mango a muestrear). Por el contrario, se requieren tamaños de muestra bajos (10 hojas o menos) para densidades de 5 ó menos colonias por hoja para una precisión del 80% ( $c = 0.20$ ) (Fig. 2). Para seleccionar el tamaño de muestra apropiado se tienen las siguientes dos opciones:

1) Seleccionar el tamaño de muestra más alto que funcione para densidades bajas y altas de la escama del mango. Puede observarse que un tamaño de muestra de 37 hojas de mango funciona adecuadamente tanto para densidades bajas como altas de colonias de la escama blanca con una precisión del 80% (Fig. 2).

2) Seleccionar el tamaño de muestra con base en un muestreo preliminar o información histórica confiable de la densidad de la plaga. En el muestreo preliminar se efectúa un número reducido de observaciones para obtener el promedio de insectos por hoja. Por ejemplo, considérese que se lleva a cabo un muestreo preliminar en el cultivo de mango y se cuentan las colonias de la escama blanca en 5 hojas de la parte basal de los árboles, se obtiene un promedio de 5 colonias por hoja, entonces el tamaño de muestra definitivo será de 10 hojas para una precisión del 80 % o de 37 hojas para una precisión del 90 %, con base en la Fig. 2. Para este grado de precisión, el tamaño de muestra que resultó de este estudio está por debajo del utilizado por El-Metwally *et al.*, (2011) o por y Nabil *et al.*, (2012), pero cercano al que utilizaron Urías-López *et al.* (2010) y García-Álvarez *et al.* (2014).

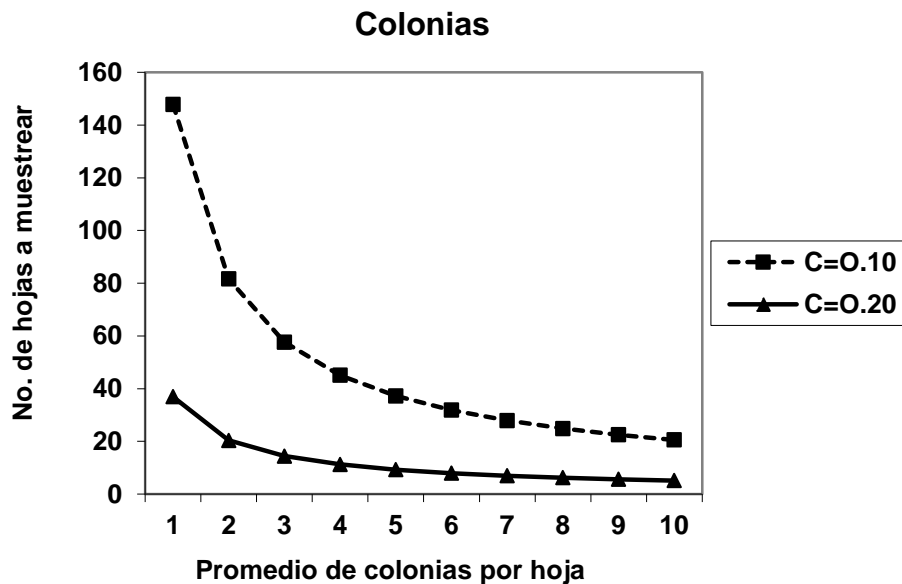


Fig. 2. Relación entre el tamaño óptimo de muestra y el promedio de colonias de la escama blanca en hojas de mango, cultivar 'Ataulfo', para dos niveles de precisión.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se pudo concluir lo siguiente: Se determinaron las relaciones varianza-media para colonias y hembras de la escama blanca del mango mediante al modelo de la Ley de Poder de Taylor.

Con base en los parámetros a (intercepto) y b (pendiente) estimados mediante la Ley de Poder de Taylor, se estimó el tamaño de muestra óptimo para colonias de la escama blanca. Para el muestreo numérico de colonias se sugiere inspeccionar 37 hojas, con una precisión del 80%.

## AGRADECIMIENTOS.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo al Proyecto SAGARPA-CONACYT 2011-12-171759.

## LITERATURA CITADA

- Arias, de L. M., A. Jines C., C. Carrera, N. Bustos, P. Plúas M. y K. Gutiérrez. 2004. Biología, dinámica poblacional, muestreo, nivel de daño y alternativas para el manejo de *Aulacaspis tubercularis* en mango de exportación. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Folleto Técnico No. 56. Guayaquil, Ecuador 19 p.
- Barrera, J. F. 2008. Aplicación de la Ley de Poder de Taylor al muestreo de insectos, pp. 47-79. In: Toledo, J. y F. Infante (eds.), Manejo Integrado de Plagas. Editorial Trillas, México, D. F.
- Domínguez R., B. 1992. Introducción al muestreo de plagas agrícolas, pp. 152-180. En: S. Anaya R., N. Bautista M. y B. Domínguez R. (eds.), Manejo fitosanitario de las hortalizas en México. Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología, Chapingo, Méx.

- García-Álvarez, N. C., M. A. Urías-López, L. M. Hernández-Fuentes, J. A. Osuna-García, M. H. Pérez-Barraza y J. A. González-Carrillo J. A. 2014. Distribución geográfica de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 30(2): 321-336.
- González-Carrillo, J. A., M. A. Urías-López y N. C. García-Álvarez. 2008. Fluctuación poblacional de la escama blanca, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) del mango en Nayarit, México. *Entomología Mexicana*. 7: 646-651
- El-Metwally, M.M., Moussa F. M. S. and M. N. Ghanim. 2011. Studies on the population fluctuations and distribution of the mango scale insect, *Aulacaspis tubercularis* Newstead within the canopy of the white mango trees in eastern of Delta region at the north of Egypt. *Egypt Academic Journal Biology Science* 4(1): 123-130.
- Naranjo, S. E. 1995. Sampling *Bemisia* for research and pest management applications, pp. 209-224. In: D. Gerling and R. T. Mayer (eds.), *Bemisia* 1995: taxonomy, biology, damage, control and management. Intercept, Andover, UK.
- Labuschagne T., I.M., Van Hamburg H., and I.J Froneman. 1995. Population dynamics of the mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Newstead) (Coccoidea: Diaspididae), in South Africa. *Israel Journal of Entomology*. Vol. XXIX. 207-217.
- Nabil, H. A., Shahein A. A., Hammad K. A. A. and A. S. Hassan. 2012. Ecological studies of *Aulacaspis tubercularis* (Diaspididae: Hemiptera) and its natural enemies infesting mango trees in Sharkia Governorate, Egypt. *Egypt Academic Journal of Biological Science* 5(3): 9-17.
- Le Lagadec, M. D., C. E. Louw, and C. Labushagne. 2009. The control of scale insects and mealybugs on mangoes in South Africa using neo-nicotenoids: A review of experimental work from 2001 to 2005. *Acta Hort*. 820: 549-557.
- Urías, L., M. A. 2006. Principales plagas del mango en Nayarit, pp. 211-234. In: *El cultivo del mango: Principios y tecnología de producción*. V. Vázquez V. & M. H. Pérez B. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Santiago Ixcuintla, Nay.
- Urías-López, M. A., J. A. Osuna-García, V. Vázquez-Valdivia y M. H. Pérez-Barraza. 2010. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Nayarit, México. *Rev. Chapingo Serie Horticultura*. 16 (2): 77-82
- Urías-López, M. A., L. M. Hernández-Fuentes, J. A. Osuna-García, M. H. Pérez-Barraza, N. C. García-Álvarez y J. A. González-Carrillo. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36(2): 173-180.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732-735.