

**MUESTREO SECUENCIAL PRESENCIA—AUSENCIA DE
Panonychus ulmi (Koch) Y *Tetranychus urticae* Koch, EN NECTARINES
VAR. ARMKING¹**

**Presence—absence sequential sampling for *Panonychus ulmi* (Koch) and
Tetranychus urticae Koch, on nectarines var. Armking**

René Vargas M.² y Fernando Rodríguez A.²

S U M M A R Y

A binomial sequential sampling plan was elaborated, as a practical and economical form for rapid control decision of mite populations in nectarines.

With the advantages of the enumerative sequential sampling, relative to rapidity and efectivity, the binomial sequential method incorporates additional time saving, as no individual mites have to be counted. Instead, presence or absence of them is registered and related with percentage of infestation and densities of mites. The Taylor's Power Law fits the data well. A tentative control decision threshold is proposed for the mites.

The validation of the method, using field data, showed a time economy close to 90%, compared to conventional sampling with a fixed sample size.

INTRODUCCION

Las arañas fitófagas de mayor importancia económica en durazneros y nectarines en el valle Aconcagua, son *P. ulmi* y *T. urticae*. Estas especies alcanzan poblaciones que ocasionan daño, debido a la fuerte reducción de la actividad fotosintética en la hoja, llegando a provocar su bronceamiento y caída prematura, lo que ocasiona una disminución en el diámetro de las estructuras leñosas y bajos rendimientos en la producción al año siguiente.

Generalmente, el control de arañas fitófagas se efectúa sin considerar su densidad poblacional real y como consecuencia, se aplican plaguicidas innecesariamente. Esto provoca el resurgimiento de arañas y otras plagas secundarias, debido a la eliminación de enemigos naturales, el incremento de la resistencia de las arañas a los acaricidas y el aumento progresivo de los costos de producción. Esta situación debe ser afrontada, mediante una estrategia de control que

considere particularmente criterios de cuantificación de poblaciones, relación depredador/plaga y uso de pesticidas selectivos.

Existen dificultades metodológicas para determinar los niveles máximos tolerables de arañas, que impiden contar con límites absolutos de daño para los diferentes eventos fenológicos de la planta. Sin embargo, se ha tratado de soslayar el problema de fijación de niveles de acción convencionales, recurriendo a la experiencia de agricultores y técnicos vinculados a la producción de frutales. Estos niveles límites, se deben fijar conservativamente, para no arriesgar la producción en los momentos más susceptibles de la planta. Luego, es necesario estimar las densidades prefijadas, mediante técnicas de muestreo que ofrezcan niveles de confianza conocidos, economía de tiempo y facilidad de empleo.

Uno de los métodos que posee gran parte de los atributos antes mencionados, es el denominado muestreo secuencial presencia—ausencia, el cual ha sido desarrollado en algodón y almendros en California (Wilson y Room, 1983; Zalom y otros, 1984), y en manzanos en Brasil (Vargas, 1988).

¹ Recepción de originales: 21 de junio de 1989.

² Subestación Experimental Control Biológico La Cruz (INIA), Casilla 3, La Cruz, Chile.

El método de muestreo binomial requiere como información previa, la disposición espacial de los individuos en el hospedero, la interrelación de proporción de hojas infestadas y la densidad de la plaga por unidad de muestreo, un nivel de acción convencional provisorio y un grado de seguridad o riesgo aceptable.

MATERIALES Y METODOS

Durante la temporada 1987/88, en la localidad El Sauce, ubicada en Los Andes (V Región), fueron muestreados semanalmente 40 árboles de nectarines var. Armking, de 10 años de edad, desde el 04.11.87 hasta el 10.01.88. Los árboles muestreados fueron elegidos sistemáticamente, cada cuatro, descartando aquellos que presentaban formas atípicas. De cada árbol, fueron extraídas 40 hojas al azar, las cuales fueron examinadas con lupa de 10x y registrando todos los estados móviles de ácaros fitófagos y depredadores (Vargas, 1987).

La determinación de la agregación entre árboles, fue estimada mediante el coeficiente b de la Ley de Potencia de Taylor (Taylor, 1961), cuya expresión matemática es:

$$S^2 = a \bar{x}^b \tag{1}$$

donde:

- S² = variancia poblacional
- a = parámetro de posición
- b = parámetro de agregación
- \bar{x} = promedio por unidad muestral

La ecuación que relaciona el promedio de ácaros y los parámetros a y b de la Potencia de Taylor con la proporción de hojas infestadas, es la presentada por Wilson y Room (1983).

$$\hat{P}(I) = 1 - e^{-\bar{x} \log e (a\bar{x}^b - 1) (a\bar{x}^b - 1 - 1)^{-1}} \tag{2}$$

donde:

- $\hat{P}(I)$ = Proporción de hojas infestadas (o/o)
- e = Base log. neperiano
- b = Parámetro de la Potencia de Taylor
- \bar{x} = Promedio de ácaros por hoja

Para validar la utilización del método, se debe comparar, mediante la regresión forzada (Zar, 1974), la proporción de hojas infestadas observadas (P(I)) con la proporción de hojas infestadas esperada ($\hat{P}(I)$), determinada mediante la ecuación (2).

La densidad aceptada como límite provisorio de acción, fue fijada de acuerdo a la experiencia de agricultores y técnicos, además de la información entregada

por la curva de fenología de las arañas (Figura 1), que muestra zonas de diferentes tendencia de crecimiento poblacional, considerándose aquella de mayor incremento de la densidad, útil para fijar el límite provisorio de acción de 1,5 ácaros/hoja.

Este plan de muestreo secuencial binomial, se basó además, en las ecuaciones de Wilson y otros (1983).

$$n_b = t_{\alpha}^2 \times (p - T_i)^{-2} \times p \times q, \quad P < T_i \tag{3}$$

$$n_s = t_{\beta}^2 \times (p - T_i)^{-2} \times p \times q, \quad P > T_i \tag{4}$$

donde:

n_b = tamaño de la muestra que se requiere para estimar con un error (α), la proporción de hojas infestadas (p) que está bajo el nivel umbral de la acción (T) en un momento (i).

n_s = tamaño de la muestra que se requiere para estimar con un error (β), la proporción de hojas infestadas que está sobre el umbral de acción.

$t_{\alpha/\beta}^2$ = nivel de confianza

q = 1 - p

$\alpha = \beta = 0,10$

En este método se utiliza solamente un límite umbral, lo que genera un proceso de decisión más real para el control integrado de ácaros.

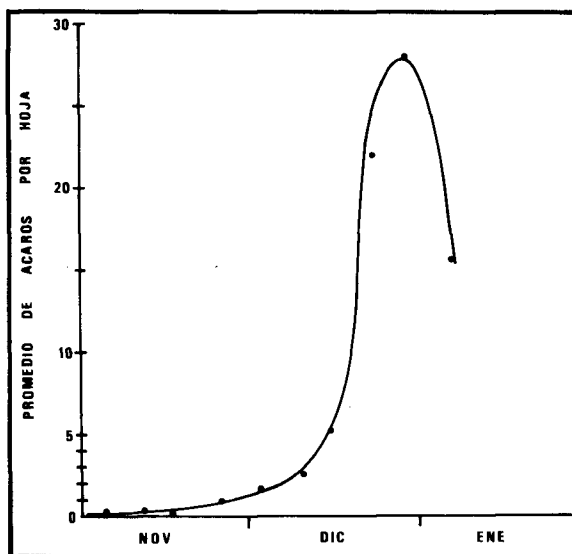


FIGURA 1. Fluctuación poblacional de *Panonychus ulmi* (Koch) y *Tetranychus urticae* Koch en nectarines var. Armking. Los Andes, 1987-1988.

FIGURE 1. Seasonal population densities of *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch in nectarines trees. Los Andes, 1987-1988.

Con las ecuaciones (3) y (4), se puede construir una tabla de decisión secuencial y/o un gráfico con dos líneas de decisión, que involucran la probabilidad de tratar, cuando el umbral de acción no ha sido excedido (α), y la probabilidad de no tratar, cuando el umbral de acción ha sido excedido (β). Los valores asignados al error, dependen de: relación entre densidad y producción, valor del producto, costo de tratamientos con acaricidas y efecto de los acaricidas sobre el resurgimiento de ácaros u otras plagas secundarias.

El número de árboles a muestrear en el huerto se determinó según Karandinos (1976), fijándose un número mínimo de 10 árboles para decidir. Sin embargo, estos límites deben ser definidos principalmente por la heterogeneidad del huerto, pudiendo ser necesario que el agricultor adecúe el número de muestras, para tomar las decisiones acertadamente. Wilson (1985) sugiere que es conveniente evitar el muestreo en áreas que no sean representativas; si es posible, subdividir el área en unidades separadas de manejo, para incrementar el tamaño de la muestra, emplear bajos niveles de error y aumentar la distancia entre árboles muestreados.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 2 muestra la tendencia de agregación de las arañitas en el huerto y que refleja el valor de los coeficientes de Taylor $a = 8,794$ y $b = 1,158$; esos valores indican una disposición espacial agregada de *P. ulmi* y *T. urticae* en el huerto. Los valores a y b son incorporados a la fórmula de Wilson y Room (1983), para estimar las proporciones de hojas infestadas en relación a las medias de ácaros por hoja (Figura 3), validando su utilización mediante la regresión forzada (Zar, 1974), con un $r^2 = 0,978$, que fue estadísticamente significativa en la explicación de las variaciones entre los valores observados ($P(I)$) y esperados ($\hat{P}(I)$). Con este procedimiento, se obtiene el valor de $T_j = 0,345$, proporción de hojas infestadas que constituye el umbral de decisión, valor equivalente a la densidad de 1,5 ácaros por hoja.

El Cuadro 1, muestra los valores límites para decidir si es o no necesario controlar los ácaros. Indica la decisión que se debe tomar, al registrar la presencia de ácaros en las hojas, de al menos 10 árboles.

La expresión gráfica del Cuadro 1, son las líneas de decisión secuencial (Figura 4), que indican lo siguiente: si después de muestrear 10 árboles, el número acumulado de hojas infestadas está entre las líneas de decisión, se debe continuar muestreando; el muestreo se detiene cuando el número acumulado cae fuera de cualquier línea de decisión.

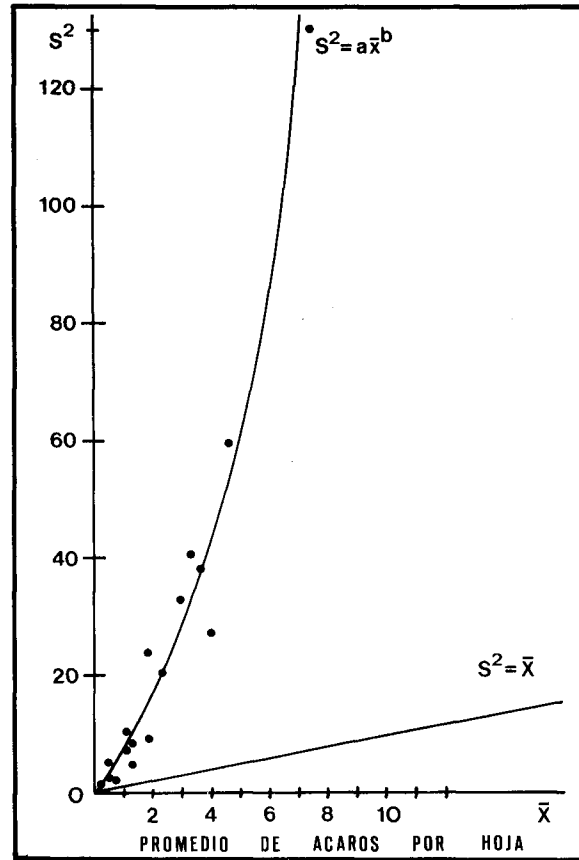


FIGURA 2. Relación entre variancia y media de ácaros fitófagos en nectarines y ajuste a la Potencia de Taylor.
 FIGURE 2. Relation between variance and mean for mites in nectarines and adjustment to the Taylor's Power.

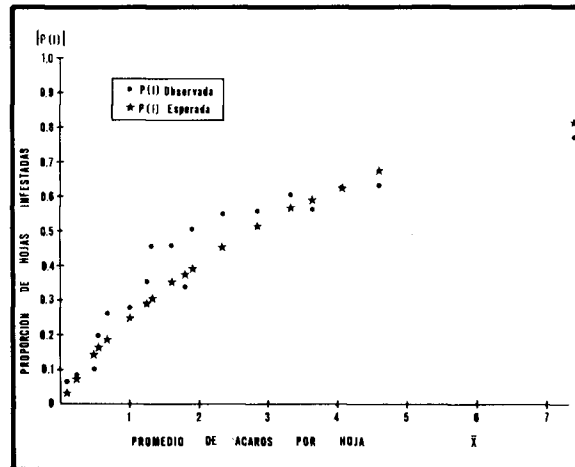


FIGURA 3. Proporción de hojas infestadas en relación al promedio de ácaros fitófagos por hoja, en nectarines.
 FIGURE 3. Proportion of mite-infested leaves as a function of mean mites density, in nectarines.

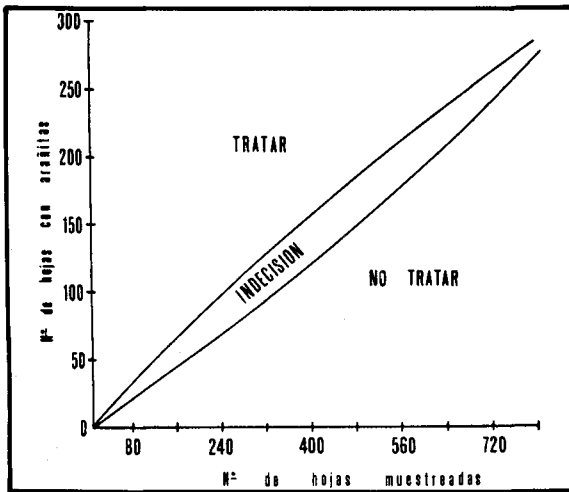


FIGURA 4. Líneas de decisión del muestreo secuencial presencia—ausencia de ácaros fitófagos en nectarines var. Armking.

FIGURE 4. Presence—absence sequential sampling decision lines for mites in nectarines trees.

En el muestreo secuencial enumerativo, se ahorra hasta un 65% de tiempo, al compararlo con el muestreo tradicional con tamaño de muestras fijo, a niveles de error equivalentes (Waters, 1955; Pieters y Sterling, 1974). Con el muestreo secuencial presencia—ausencia, la economía fue mayor aún, debido a que no se cuentan los individuos por unidad de muestreo, pudiéndose ahorrar hasta un 90–95% de tiempo, respecto del muestreo enumerativo de tamaño de muestra fijo.

CUADRO 1. Tabla utilizada en el muestreo secuencial presencia—ausencia, para decidir el control de ácaros fitófagos

TABLE 1. Presence—absence table for field use of the sequential decision plan

Arbol Nº	Nº hojas muestreadas	Nº hojas con ácaros	
		No tratar si <	Tratar si >
1	40	9	18
2	80	21	34
3	120	33	50
4	160	45	65
5	200	58	80
6	240	71	95
7	280	83	110
8	320	96	124
9	360	109	139
10	400	122	154
11	440	135	168
12	480	148	183
13	520	162	197
14	560	175	212
15	600	188	226
16	640	201	240
17	680	214	255
18	720	227	269
19	760	241	284
20	800	254	298

RESUMEN

Se elaboró un método de muestreo secuencial de tipo binomial, como una manera práctica y económica para decidir en forma rápida la necesidad de control de las poblaciones de ácaros fitófagos, en nectarines var. Armking.

A las ventajas del muestreo secuencial enumerativo, en cuanto a rapidez y efectividad, el método secuencial binomial incorpora un ahorro de tiempo adicional, al no tener que contar individuos, sino sólo registrar presencia o ausencia de ellos y relacionar el porcentaje de infestación con las densidades de arañas.

El método requiere de un conocimiento previo de la disposición espacial y del límite de acción provisorio de densidad poblacional, para decidir sobre el control de las arañas.

Al validar el método con datos de campo, se registró una economía de tiempo cercana al 90%, en relación al muestreo convencional con tamaño de muestra fijo.

LITERATURA CITADA

-
- KARANDINOS, M.G. 1976. Optimum sample size and comments on some published formulae. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 22: 417–421.
- PIETERS, E.P. and STERLING, W.L. 1974. A sequential sampling plan for the cotton fleahopper, *Pseudatomoscelis seriatus*. *Environ. Entomol.* 3: 102–106.
- TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature (London)* 189: 732–735.
- VARGAS M., RENE. 1987. Muestreo presencia–ausencia de la arañita roja *Panonychus ulmi* (Koch) en duraznero. Presentada en el 38º Congreso Anual de la SACH. Simiente (Chile) 57 (3): 123 (Resumen).
- VARGAS M., RENE. 1988. Muestreo presencia–ausencia de *Panonychus ulmi* (Koch, 1936) (Acarina: Tetranychidae) en manzanos. *Agricultura Técnica (Chile)* 48 (3): 254–257.
- WATERS, W.E. 1955. Sequential sampling in forest insect surveys. *For. Sci.* 1: 68–79.
- WILSON, L.T., PICKEL, C., MOUNT, R.C., and ZALOM, F. C. 1983. Presence–absence sequential sampling for cabbage aphid and green peach aphid. (Homoptera: Aphididae) on brussels sprouts. *J. Econ. Entomol.* 76: 476–479.
- WILSON, L.T. and ROOM, P.M. 1983. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. *Environ. Entomol.* 12: 50–54.
- WILSON, L.T. 1985. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies in IPM systems. *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press Inc. London. 589 p.
- ZALOM, F.G., HOY, M.A., WILSON, L.T., and BARNETT, W.W. 1984. Sampling mites on almonds: II. Presence–absence sequential sampling for *Tetranychus* mites species. *Hilgardia* 52: 14–24.
- ZAR, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 620 p.