

## Sistema de ayuda a la toma de decisiones tácticas en protección fitosanitaria de plantaciones de naranjo. I.- Establecimiento para diaspinos de la Unidad de Muestreo en árbol

J. R. BOYERO, E. ANTÚNEZ Y R. MORENO

Este estudio es un primer paso para incorporar un Sistema de Ayuda a la Toma de Decisiones tácticas (SATD) dentro de la protección fitosanitaria integrada de plantaciones de naranjo en la provincia de Málaga (España). Las primeras plagas que se estudiarán serán las especies más importantes de diaspinos de la zona: *Aonidiella aurantii* (Maskell), *Lepidosaphes beckii* (Newman) y *Parlatoria pergandii* Comstock. Este trabajo concluirá con el desarrollo de un módulo informático para la ayuda en la toma de decisiones. En estudios posteriores se desarrollarán otros módulos para moscas blancas, ácaros, pulgones, minador de hojas, mosca del mediterráneo y lepidópteros. Todos estos módulos se incluirán en una aplicación informática final que completará el SATD en plantaciones de naranjo.

La colonización, presencia de diaspinos, se eligió como un parámetro válido para analizar la curva de progresión del ataque y para posteriormente tener la posibilidad de adoptar las decisiones correctas. El muestreo bietápico se tomó como la técnica más idónea para estimar la colonización. El objetivo del estudio fue la elección de la mejor unidad secundaria.

En 1998 se muestrearon cuatro árboles de naranjo Navelina, dos de Navelate y tres de Valencia Late. En el muestreo se tuvieron en cuenta tres clases de brotes (en última, penúltima y antepenúltima posición dentro de la rama) y dos estratos dentro de cada brote (hoja y madera), lo que da un total de seis unidades de muestreo comparadas. En cada una de ellas, se observó la presencia de fases inmaduras y maduras, y asimismo si estaban vivas muertas, por lo que se contó con un total de veinticuatro alternativas. Tras los análisis dos de ellas se mostraron superiores al resto: hojas de brotes en última y en penúltima posición, y en ellas se observaría la presencia de estados maduros (vivos o muertos). La elección final de la unidad secundaria entre las dos consideradas, brotes en última y en penúltima posición, se realizará en el siguiente trabajo, cuya finalidad será la de seleccionar la unidad primaria.

J. R. BOYERO, y R. MORENO: C.I.F.A. de Málaga. Cortijo de La Cruz, s/n, 29140 Chirriana - Málaga.

E. ANTÚNEZ: Discampo, S.L. París, 7 (Pol. Ind. San Luis), 29006 Málaga.

**Palabras clave:** Cítricos, protección integrada, diaspinos, muestreo.

### INTRODUCCIÓN

Las buenas intenciones que se predicán en las abundantes definiciones de Protección Integrada (PI), hasta 69 hay contabilizadas en el mundo de habla inglesa durante el período comprendido entre 1959 y 1998, en muy pocas ocasiones se han concretado en

normas con una adecuada base científica. En verdad, escasas han sido las veces en que se ha contado con suficiente conocimiento científico y técnico como para poder desterrar en nuestras decisiones el conocimiento empírico, que por desgracia es el que aún hoy en día prevalece y marca las pautas de actuación. Las causas para que esto haya su-

cedido son de orden vario, aunque la fundamental está basada en la dificultad de indagar con las herramientas apropiadas en el complejo sistema dinámico en el que se desarrolla la actividad de los fitoparásitos y del que forman parte activa.

En los sistemas agrarios surgen cuestiones de diferentes tipos. Unas requieren respuestas a muy corto plazo, son las conocidas como tácticas. Otras, en cambio, se establecen para solucionar aspectos del curso agrario a más largo plazo, son las denominadas estratégicas. En el tema de la protección fitosanitaria también se presentan estas cuestiones, y, desde la óptica científica-técnica, en los últimos años estos temas se intentan abordar con ayuda de modelos matemáticos, tácticos o estratégicos, según los casos (DENT, 1991). El uso de estos modelos, especialmente los tácticos, requieren –en tiempo prácticamente real– manejar y analizar multitud de datos, tanto bióticos como abióticos, para conocer las acciones que se han de emprender en cada momento. Esto dificulta en extremo su aplicación meramente manual, lo que ha provocado el desarrollo de sistemas informatizados, más o menos complejos, que engloban, además de estos modelos, los procesos que conducen a la obtención de soluciones, y que son conocidos con el nombre genérico de Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones (SATD). Estos sistemas ya se están empleando, tanto en aspectos generales agronómicos (HEINEMANN *et al.* 1992; KEARNEY, 1992) como en específicos de protección fitosanitaria (KNIGHT, 1997; MORENO, 1997).

Dentro de la concepción general de PI, se han iniciado en Málaga en 1998, gracias a un Proyecto de Investigación Regional de la Junta de Andalucía, los estudios para la obtención de un SATD en plantaciones de naranjo. Este sistema intentará responder sólo a cuestiones tácticas; es decir, a solucionar los problemas que día a día se le presentan al citricultor. Se comenzará con el estudio de los diáspinos más comunes en las condiciones de Málaga. Estos son *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Aa), *Lepidosaphes beckii* (New-

man) (Lb) y *Parlatoria pergandii* Comstock (Pp). En etapas sucesivas se abordará el estudio del resto de las especies más dañinas, y con el conjunto de las aplicaciones informáticas parciales obtenidas se procederá a reunificarlas en una sola, que contemple la totalidad de las plagas estudiadas. De este modo se dispondrá de una herramienta, cuya máxima utilidad se obtendría cuando se la pudiese incardinar como elemento constitutivo de un sistema experto general de cítricos. Esta meta, quizás algo utópica pero precisamente por ello muy deseable, sería la culminación para los resultados que de forma periódica se obtienen en todas las disciplinas relacionadas con los cítricos.

El primer punto que se tendrá que determinar será el diseño muestral que se utilizará en las parcelas. Por desgracia éste es un objetivo que aún hoy en día dista bastante de estar solucionado (BROWN y POTTER, 1990) y por consiguiente no es posible encontrar puntos de referencia al respecto. Los tres componentes básicos del diseño, a saber, unidad de muestreo (UM), técnica de muestreo y tamaño de la muestra, tienen que quedar bien establecidos y contrastados antes de comenzar un plan como el que nos ocupa (MORENO, 1994). En principio la técnica que se utilizará será la bietápica; ya que, aparte de otras consideraciones, facilita enormemente la obtención de muestras en plantaciones arbóreas. Con esta técnica se emplean dos UMs, la primaria (UP) y la secundaria (US) o unidad última, que se escoge dentro de la anterior y que indefectiblemente será la misma que se tendría que utilizar si se quisiera muestrear un solo árbol. En este artículo se ofrecen los resultados conseguidos en la selección de la US más apropiada para nuestros intereses.

Ahora bien, antes de iniciar el estudio, habrá que solventar qué tipo de parámetro será el más representativo, y el que además mejor conjugue eficiencia y economía, para actuar como indicador de la conveniencia de actuar en el sistema.

Sobre este tema cabe distinguir tres tipos de situaciones. La primera es aquella en la

Cuadro 1.-Elección de la US. *Aonidiella aurantii*

Variables		Árbol 5	Árbol 6	Árbol 7	Árbol 8	Árbol 9	Árbol 10
V111	V	0,09/0,32	0,23/0,19	0,10/0,31	0,25/0,17	0,21/0,19	0,15/0,22
	T	0,16/0,23	0,48/0,11	0,22/0,17	0,54/0,10	0,32/0,16	0,35/0,13
V211	V	0,02/0,68	0,13/0,26	0,03/0,54	0,03/0,55	0,10/0,27	0,04/0,42
	T	0,07/0,35	0,36/0,14	0,10/0,29	0,18/0,23	0,35/0,15	0,24/0,17
V112	V	0,10/0,39	0,39/0,15	0,20/0,22	0,29/0,21	0,21/0,23	0,17/0,22
	T	0,33/0,20	0,53/0,11	0,44/0,15	0,72/0,08	0,50/0,11	0,41/0,14
V212	V	0,06/0,42	0,14/0,23	0,10/0,46	0,10/0,30	0,17/0,22	0,09/0,29
	T	0,20/0,21	0,52/0,11	0,38/0,16	0,29/0,15	0,54/0,10	0,37/0,13
V113	V	0,10/0,73	0,46/0,23	0,17/0,35	0,73/0,16	0,28/0,22	0,37/0,24
	T	0,35/0,40	0,75/0,13	0,43/0,21	0,91/0,11	0,59/0,14	0,63/0,14
V213	V	0,05/1	0,14/0,78	0,11/0,59	0,17/0,20	0,13/0,35	0,22/0,34
	T	0,20/0,60	0,57/0,18	0,53/0,15	0,36/0,51	0,73/0,09	0,56/0,15
V121	V	0,01/0,99	0,04/0,42	0,02/0,69	0,03/0,59	0,03/0,48	0,05/0,56
	T	0,03/0,48	0,10/0,27	0,04/0,42	0,08/0,31	0,10/0,38	0,10/0,32
V221	V	0/	0,01/0,99	0,01/0,99	0/	0,02/0,69	0/
	T	0,02/0,69	0,04/0,42	0,02/0,69	0,03/0,56	0,16/0,22	0,03/0,56
V122	V	0,01/0,99	0,10/0,24	0,01/0,99	0,06/0,40	0,08/0,40	0,04/0,51
	T	0,13/0,24	0,43/0,11	0,13/0,25	0,26/0,18	0,09/0,34	0,15/0,26
V222	V	0,01/0,99	0,02/0,69	0,02/0,69	0,03/0,47	0,04/0,42	0,02/0,69
	T	0,03/0,48	0,26/0,17	0,11/0,28	0,13/0,19	0,18/0,27	0,13/0,24
V123	V	0,05/0,62	0,08/0,40	0,08/0,43	0,07/0,49	0,03/0,71	0,07/0,32
	T	0,19/0,37	0,43/0,12	0,20/0,30	0,32/0,16	0,09/0,50	0,29/0,20
V223	V	0/	0,04/0,5	0,5/0,3	0,05/0,69	0/	0/
	T	0,07/0,49	0,48/0,12	0,28/0,19	0,17/0,26	0,22/0,26	0,27/0,22

En las celdas aparece: Proporción / Coeficiente de Variación de la estimación.

que la incidencia de los fitoparásitos es indirecta, es decir, que no afectan de forma directa a los órganos comestibles de la planta. En la segunda, en cambio, la acción dañina se ejerce sólo sobre esos órganos comestibles, mientras que en la tercera existe una combinación de las dos situaciones anteriores. En este último caso se incluyen los diaspinos, en los que se da la circunstancia de que, además de ser la hoja y madera los sustratos donde se produce la acción indirecta, son también uno de los posibles focos iniciales de contaminación del fruto.

En la experiencia que se ha acumulado en horticolas bajo plástico (MORENO, 1997), ha quedado suficientemente demostrado que, en situaciones como la de los diaspinos, el factor clave será la colonización de

los sustratos hoja y madera y su posible relación con la de los frutos. Una medida clásica del índice de colonización es la incidencia, definida como la proporción de órganos con presencia de individuos o de daños.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se observaron 10 árboles, elegidos entre los de la plantación de cítricos existente en el C.I.F.A. de Churriana (Málaga). Se escogieron las tres variedades siguientes: Valencia Late (árboles 1, 4, 6 y 8), Navelina (árboles 2, 3, 5 y 10) y Navelate (árboles 7 y 9). El primero de ellos se utilizó de árbol piloto, y como tal sirvió para definir cuál sería el método más adecuado que se aplicaría en

Cuadro 2.—Elección de la US. *Lepidosaphes beckii*

Variables	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	Árbol 6	Árbol 7	Árbol 8	Árbol 9	Árbol 10
V111 V	0,61/0,09	0,77/0,05	0,65/0,09	0,56/0,10	0,73/0,07	0,56/0,11	0,74/0,07	0,83/0,05	0,73/0,07
T	0,75/0,07	0,84/0,05	0,74/0,07	0,75/0,06	0,87/0,04	0,81/0,06	0,84/0,05	0,89/0,03	0,85/0,04
V211 V	0,47/0,13	0,33/0,18	0,34/0,16	0,33/0,18	0,78/0,06	0,67/0,08	0,45/0,12	0,50/0,11	0,48/0,11
T	0,64/0,08	0,46/0,14	0,50/0,12	0,55/0,12	0,83/0,05	0,82/0,05	0,83/0,05	0,83/0,05	0,83/0,05
V112 V	0,69/0,10	0,79/0,07	0,79/0,06	0,77/0,07	0,88/0,05	0,67/0,08	0,69/0,08	0,92/0,03	0,86/0,04
T	0,82/0,07	0,91/0,04	0,85/0,50	0,94/0,03	0,98/0,02	0,95/0,02	0,90/0,04	0,98/0,01	0,95/0,03
V212 V	0,72/0,08	0,63/0,10	0,56/0,09	0,67/0,09	0,66/0,05	0,73/0,07	0,45/0,15	0,48/0,11	0,44/0,14
T	0,97/0,02	0,89/0,05	0,84/0,04	0,89/0,05	0,97/0,02	0,95/0,02	0,93/0,03	0,92/0,03	0,97/0,02
V113 V	0,65/0,15	0,87/0,11	0,67/0,18	1/	0,82/0,12	0,64/0,17	0,82/0,13	0,91/0,06	0,90/0,08
T	0,82/0,10	0,93/0,08	0,71/0,12	1/	1/	0,87/0,09	1/	0,96/0,03	0,98/0,03
V213 V	0,61/0,14	0,60/0,22	0,38/0,41	0,50/0,24	0,96/0,03	0,75/0,12	0,27/0,41	0,46/0,15	0,53/0,14
T	0,92/0,05	0,87/0,11	0,81/0,09	0,95/0,06	1/	0,92/0,10	0,91/0,01	0,89/0,06	0,98/0,02
V121 V	0,07/0,44	0,16/0,26	0,15/0,24	0,07/0,40	0,07/0,32	0,16/0,24	0,16/0,26	0,25/0,15	0,06/0,34
T	0,13/0,29	0,20/0,24	0,20/0,19	0,12/0,28	0,29/0,17	0,38/0,15	0,25/0,19	0,48/0,10	0,19/0,19
V221 V	0,03/0,48	0,01/0,99	0,03/0,56	0,02/0,69	0,20/0,20	0,10/0,34	0,05/0,38	0,05/0,38	0,03/0,73
T	0,18/0,22	0,13/0,23	0,13/0,24	0,18/0,22	0,46/0,12	0,38/0,15	0,31/0,16	0,48/0,12	0,13/0,28
V122 V	0,10/0,29	0,18/0,19	0,12/0,28	0,12/0,24	0,24/0,19	0,19/0,19	0,15/0,23	0,23/0,18	0,13/0,23
T	0,20/0,19	0,26/0,16	0,25/0,18	0,23/0,18	0,48/0,12	0,57/0,07	0,24/0,18	0,47/0,12	0,28/0,15
V222 V	0,03/0,48	0,08/0,33	0,11/0,23	0,10/0,27	0,33/0,15	0,20/0,19	0,07/0,31	0,06/0,34	0,07/0,42
T	0,33/0,16	0,32/0,15	0,39/0,15	0,47/0,11	0,66/0,07	0,75/0,06	0,42/0,14	0,63/0,09	0,41/0,13
V123 V	0,09/0,44	0,14/0,29	0,09/0,35	0,12/0,34	0,23/0,25	0,20/0,29	0,13/0,31	0,29/0,17	0,12/0,29
T	0,29/0,25	0,29/0,25	0,21/0,22	0,29/0,19	0,60/0,10	0,55/0,13	0,29/0,19	0,54/0,10	0,33/0,16
V223 V	0,05/0,48	0,08/0,46	0,09/0,35	0,11/0,37	0,47/0,11	0,23/0,27	0,09/0,36	0,03/0,71	0,06/0,40
T	0,43/0,15	0,37/0,16	0,35/0,15	0,56/0,15	0,76/0,07	0,77/0,08	0,48/0,14	0,81/0,08	0,53/0,14

En las celdas aparece: Proporción / Coeficiente de Variación de la estimación.

el resto. En los tres árboles siguientes (2, 3 y 4) se examinó sólo la especie **Lb**, mientras que en los seis restantes las observaciones se ampliaron también a **Aa** y **Pp**.

Cada árbol necesitó, por término medio, dos semanas para su observación. Las fechas de inicio de las mismas fueron: árbol 1: 25/2/98, árbol 2: 18/3/98, árbol 3: 13/4/98, árbol 4: 28/4/98, árbol 5: 20/5/98, árbol 6: 9/6/98, árbol 7: 3/7/98, árbol 8: 27/7/98, árbol 9: 27/10/98 y árbol 10: 13/11/98.

La observación de los árboles se ajustó a cuatro factores condicionantes. El primero de ellos fue la Orientación (**OR**) constituida por 4 niveles: Norte (**N**), Sur (**S**), Este (**E**) y Oeste (**O**). El segundo fue la Situación de la Rama (**SR**), Exterior (**Ex**) o Interior (**I**), en el árbol. El tercero correspondió a la Brotación (**BR**), de la que se eligieron tres tipos,

de acuerdo con su situación en el brote: las colocadas en Última (**U**), Penúltima (**P**) y Antepenúltima (**A**) posición. Por último se consideró el Sustrato Vegetal (**SV**), con dos opciones Hoja (**H**) y Madera (**Md**).

En la elección de la **US** se deberían analizar dos aspectos fundamentales. En primer lugar se tenía que determinar qué **BR** y, dentro de ella, qué **SV** serían los más apropiados para estimar el índice de colonización producido por los estadios de las especies bajo observación, para de ello finalmente deducir la **US** y el estadio que en ella habría de examinarse.

En segundo término, habría que averiguar cuál sería el bloque del que se debería extraer la **US** elegida. En nuestro caso se comprobaron dos, el brote (**B**) con sus tres **BRs** (**U**, **P** y **A**) y lo que se denominó Rama (**R**),

Cuadro 3.-Elección de la US. *Parlatoria pergandii*

Variables		Árbol 5	Árbol 6	Árbol 7	Árbol 8	Árbol 9	Árbol 10
V111	V	0,84/0,04	0,11/0,31	0,34/0,16	0,96/0,02	0,43/0,13	0,98/0,01
	T	0,89/0,04	0,14/0,29	0,45/0,14	0,98/0,01	0,51/0,12	0,98/0,01
V211	V	0,43/0,14	0,08/0,38	0,33/0,17	0,84/0,04	0,43/0,15	0,91/0,03
	T	0,47/0,13	0,14/0,29	0,43/0,15	0,90/0,03	0,51/0,13	0,97/0,02
V112	V	0,99/0,01	0,17/0,32	0,44/0,18	0,94/0,03	0,45/0,14	1/
	T	1/	0,23/0,26	0,56/0,13	0,99/0,01	0,50/0,12	1/
V212	V	0,95/0,02	0,23/0,27	0,44/0,17	0,90/0,03	0,44/0,14	0,91/0,03
	T	0,96/0,02	0,26/0,22	0,55/0,12	0,98/0,02	0,54/0,12	1/
V113	V	0,75/0,17	0,25/0,39	0,36/0,30	0,92/0,11	0,44/0,20	0,98/0,03
	T	1/	0,29/0,35	0,44/0,26	1/	0,48/0,16	1/
V213	V	1/	0,18/0,45	0,28/0,40	0,91/0,11	0,35/0,21	1/
	T	1/	0,25/0,40	0,47/0,24	0,91/0,11	0,59/0,14	1/
V121	V	0,51/0,10	0,05/0,45	0,07/0,40	0,52/0,08	0,17/0,24	0,76/0,06
	T	0,63/0,07	0,09/0,32	0,18/0,24	0,73/0,05	0,23/0,21	0,79/0,06
V221	V	0,23/0,18	0,02/0,69	0,09/0,32	0,38/0,14	0,18/0,24	0,54/0,09
	T	0,43/0,12	0,05/0,45	0,26/0,21	0,62/0,09	0,28/0,20	0,82/0,05
V122	V	0,73/0,06	0,05/0,46	0,14/0,32	0,63/0,07	0,22/0,23	0,78/0,05
	T	0,84/0,04	0,10/0,32	0,26/0,23	0,84/0,04	0,25/0,21	0,85/0,04
V222	V	0,59/0,08	0,03/0,54	0,23/0,22	0,60/0,10	0,18/0,25	0,63/0,08
	T	0,83/0,04	0,11/0,33	0,51/0,13	0,89/0,04	0,33/0,19	0,97/0,02
V123	V	0,76/0,08	0,15/0,36	0,19/0,29	0,60/0,11	0,31/0,21	0,78/0,06
	T	0,86/0,05	0,18/0,29	0,34/0,22	0,80/0,06	0,37/0,20	0,90/0,04
V223	V	0,66/0,10	0,10/0,34	0,22/0,28	0,66/0,10	0,24/0,25	0,69/0,08
	T	0,93/0,05	0,18/0,26	0,44/0,20	0,92/0,05	0,46/0,18	0,98/0,02

En las celdas aparece: Proporción / Coeficiente de Variación de la estimación.

que estaba compuesta por tres de estos Bs, los cuales debían cumplir la condición de que estuvieran contiguos los unos a los otros.

Con el fin de economizar medios en el momento de la ejecución práctica del muestreo, los estadios de las especies se agruparon en dos fases, Inmadura (I) que incluyó a los larvarios, así como a preninfas y ninfas de machos, y Madura (M) que comprendió a los adultos. Además se tuvieron en cuenta dos alternativas en cada una de las fases anteriores, la presencia de vivos (V), tanto si hay como si no hay muertos o restos, y la presencia de cualquier ejemplar (T), vivo o muerto, o simplemente restos.

Como consecuencia de estas exigencias previas, en cada árbol se eligieron al azar 10

Rs por OR, la mitad en el I del árbol y la otra mitad en el E, para posteriormente trasladarlas al laboratorio y examinarlas cuidadosamente allí. Este examen consistió en elegir los tres Bs por R, tras lo cual se observó en cada SV de cada BR si existía la presencia de ejemplares, Vs y Ts, de las dos fases consideradas. Esto se tradujo en que cada árbol necesitó 1.440 observaciones para cada diaspino ( $40 \text{ Rs} \times 3 \text{ Bs} \times 3 \text{ BRs} \times 2 \text{ SVs} \times 2 \text{ fases}$ ).

De este ingente cúmulo de datos que se adquirió en el transcurso del estudio, no sólo se obtuvieron los resultados concretos referidos a la US, sino que además se pudo analizar con profundidad la actividad colonizadora de los diaspinos. Este último punto, por su amplitud e importancia, mere-

Cuadro 4.—Elección del Conglomerado. Total de Fases Maduras

S <sub>pp</sub>	Variables	Árbol 5	Árbol 6	Árbol 7	Árbol 8	Árbol 9	Árbol 10
Aa	V211	R/R/R	R/R/R	R/R/R	B/R/R	B/R/R	R/R/R
	V212	R/R/R	R/R/R	B/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R
	V213	B/R/R	R/R/R	R/R/R	B/R/R	R/R/R	R/R/R
	V221	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R
	V222	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R	<b>B/B/R</b>	R/R/R
	V223	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R	R/R/R	B/R/R
Lb	V211	<b>B/B/R</b>	B/R/R	R/R/R	B/R/R	<b>B/B/R</b>	R/R/R
	V212	B/R/R	B/R/R	R/R/R	R/R/R	<b>B/B/R</b>	B/R/R
	V213	R/R/R		R/R/R	R/R/R	B/R/R	R/R/R
	V221	B/R/R	B/R/R	<b>B/B/R</b>	B/R/R	B/R/R	B/R/R
	V222	B/R/R	R/R/R	B/R/R	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	B/R/R
	V223	<b>B/B/R</b>	R/R/R	R/R/R	B/R/R	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>
Pp	V211	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	R/R/R	<b>B/B/B</b>	R/R/R
	V212	R/R/R	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	R/R/R	<b>B/B/B</b>	
	V213		B/R/R	B/R/R	R/R/R	R/R/R	
	V221	B/R/R	R/R/R	<b>B/B/R</b>	B/R/R	<b>B/B/R</b>	B/R/R
	V222	R/R/R	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/B</b>	R/R/R
	V223	<b>B/B/R</b>	R/R/R	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	<b>B/B/R</b>	R/R/R

En las celdas aparecen tres letras separadas por barras. Estas letras corresponden a Brote (**B**) o a Rama (**R**). El orden de las tres letras es el resultado de incluir en los análisis tres valores del factor coste (**f**) para elegir entre posibles conglomerados. En este caso se han utilizado, por el orden que se citan, los valores:  $f=1/0,8/0,6$ .

Las celdas vacías se corresponden con una colonización total de las unidades observadas.

Se han puesto en negrita las celdas en las que **B** se mantiene como mejor conglomerado, como mínimo, para  $f=0,8$ .

Cuadro 5.—Colonización de frutos por Total de Fases Maduras

S <sub>pp</sub>	Fechas	Situación		
		1	2	1 + 2
Aa	11/07/98 (*)	0,26 b	0 a	0,10 ab
	19/10/98 NS	0,37	0,10	0,45
	25/11/98 (**)	0,42 b	0 a	0,42 b
	09/12/98 (**)	0,52 b	0,10 a	0,58 b
	10/02/99 (**)	0,36 b	0,08 a	0,39 b
Lb	11/07/98 (**)	0,16 a	0,58 b	0,10 a
	19/10/98 (**)	0,10 a	0,76 c	0,45 a
	25/11/98 (**)	0,21 a	0,50 b	0,76 c
	09/12/98 (**)	0,18 a	0,55 b	0,76 b
	10/02/99 (**)	0,08 a	0,28 b	1,07 c
Pp	11/07/98 (NS)	0,18	0,47	0,37
	19/10/98 (**)	0,05 a	0,37 b	0,94 c
	25/11/98 (**)	0,18 a	0,10 a	1,15 b
	09/12/98 (**)	0,08 a	0,13 a	1,20 b
	10/02/99 (**)	0,12 a	0,15 a	1,18 b

En las celdas aparecen las proporciones transformadas.

La comparación de medias se efectuó con el test LSD. Valores con las mismas letras no presentan diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre sí.

La significación de los análisis se indica con \*\* para  $P<0,01$ , con \* para  $P<0,05$  o con NS = no significativo.

ce ser tratado independientemente, y por ello será abordado en un próximo artículo.

Con el material del que se dispuso se pudieron analizar 24 posibles alternativas que de forma genérica se denominaron **Vijk**, en las que:

**i** representa la fase (**I=1**, **M=2**) observada  
**j** hace referencia al **SV** (**H=1**, **Md=2**)  
**k** indica la **BR** (**U=1**, **P=2**, **A=3**)

Por tanto, se comprobaron 6 **US** (**j\*k**), lo que se tradujo en 12 posibilidades (**i\*j\*k**), que finalmente se convirtieron en las 24 alternativas, ya que se observaron además **Vs** y **Ts**. Éstas, con la ayuda del muestreo por conglomerados (MORENO, 1994), se analizaron y finalmente se estableció, además de cuál era la alternativa óptima, cuál habría de ser el bloque de donde se extraería la **US**. En nuestro caso se analizaron, como anteriormente se indicó, dos bloques, el **B** y el conjunto de los 3 **Bs**, que componen la **R**.

Como complemento al estudio anterior, se abordaron, en una primera aproximación, tres temas prioritarios relativos a la colonización de los frutos. El primero se refiere al peso que la población establecida bajo el cáliz tiene en la futura colonización de la superficie del fruto, el segundo al proceso colonizador al que están sometidos los frutos y el tercero a la relación entre la colonización que presenta la **US** finalmente elegida y la que posteriormente se producirá en el fruto. Para ello se realizaron cinco muestreos, en los cuatro primeros (11/7/98, 19/10/98, 25/11/98 y 9/12/98) se recogieron al azar 4 frutos por árbol, 1 en cada **OR**. En el último (10/2/99), la muestra ascendió a 16 frutos por árbol, 4 en cada **OR**; aunque, por causas ajenas a nuestra voluntad, en los árboles 2, 3, 5 y 10 no se pudo completar esta cantidad, por lo cual el número total de frutos de que se dispuso fue sólo de 129 en lugar de los 160 que se tenían previstos.

En todos los muestreos se observó en el laboratorio la presencia de **Vs** y **Ts** de las dos fases de cada una de las tres especies, distinguiéndolas según situación (**SIT**) en el fruto:

sobre pedúnculo (**SIT3**), bajo el cáliz (**SIT2**) y sobre la superficie del fruto (**SIT1**).

Aunque el material obtenido, en lo que respecta a la colonización en frutos, fue ciertamente escaso, se pudo extraer de él una información previa muy interesante relativa a los temas prioritarios antes citados. Los dos primeros, relaciones colonizadoras de interdependencia de las diferentes zonas de ocupación del fruto y proceso colonizador, se visualizaron, en una primera aproximación, con la ayuda de la representación gráfica de los cinco muestreos. En ella se incluyeron los índices de colonización por maduros totales (**MT**) de frutos, tanto bajo el cáliz y sobre el fruto al mismo tiempo (**SIT1+2**), como sólo en **SIT1** y en **SIT2**. La colonización en **SIT3** se incluiría siempre que poseyera un impacto de similar importancia a la de las otras dos situaciones, 1 y 2.

El análisis estadístico de los datos se efectuó, por un lado, para el conjunto de los cuatro primeros muestreos y por otro para el último realizado. En el primero se utilizó un análisis split-plot (McINTOSH, 1983) en el que los factores fueron Fechas y Situación, mientras que los árboles se contemplaron como repeticiones. El término del error utilizado para Fecha fue Fecha\*árbol, y para **SIT** y la interacción Fecha\*SIT lo fue Fecha\*SIT\*árbol. En el segundo se utilizó un modelo factorial de dos factores (**OR** y **SIT**), añadiendo como covariable el árbol siempre que su aporte fuera significativo ( $P < 0,05$ ). En todos los casos, los análisis se efectuaron con las proporciones transformadas mediante la conocida expresión  $\arcsen(p^{1/2})$ .

En el caso de existencia de interacciones se procedió a la realización de análisis individuales de una vía. En el de las cuatro primeras fechas, se optó por el análisis independiente para cada una de las fechas con **SIT** como factor. En el de la última fecha se eligió el análisis para cada uno de los niveles de **OR** con **SIT** también como factor.

En el análisis de las relaciones entre las colonizaciones de **USs** y Frutos por **MTs** se utilizaron los datos procedentes del último

muestreo. Aunque el número de observaciones fue pequeño, se estableció una relación lineal entre ambas colonizaciones, con la cual se pudieron obtener unas consecuencias iniciales en cuanto a las posibilidades reales que presentaba la **US** elegida como precursora del ataque a fruto, y también en cuanto a los diferentes comportamientos de las especies.

## RESULTADOS

Como medida preliminar, se eliminaron algunas de las 24 alternativas de que se disponía. Para ello se estableció, por una parte, la conveniencia de observar en **Md** u **H**, y si eran preferibles **Vs** o **Ts**, y por otra, la de utilizar **Is** o **Ms**. Esto se realizó mediante los análisis estadísticos correspondientes. Los resultados resumidos, con la ayuda de dos de sus parámetros más representativos, proporción de unidades colonizadas y su correspondiente coeficiente de variación (**CV**), se muestran en los Cuadros 1, 2 y 3.

Del examen de estos Cuadros, se deduce que los porcentajes de colonización de **Md**, representada por **Vi2k**, por cualquiera de las tres especies y dentro de cualquier combinación entre **BR** y fase, son inferiores, en mayor o menor grado, a los de la correspondiente **H**; de lo que se deduce que el tamaño de la muestra, para obtener la estimación con una misma precisión, será siempre superior cuando se utiliza **Md**. En consecuencia la **H** es preferible a la **Md**.

Otro tanto sucede cuando la inspección se dirige a **Vs** y **Ts**, en donde los porcentajes de colonización por los últimos superan, lógicamente, en todas las ocasiones a los correspondientes de **Vs**; lo que significa que la observación de **Ts** es preferible a la de **Vs**.

Una vez seleccionada la **H** y los **Ts**, si se presta atención, dentro de los anteriores, a **Is** y **Ms** se comprueba que en **Aa** la colonización por **Is** es superior, salvo en el árbol 9, a la de los correspondientes **Ms**. Esto no sucede tan claramente ni en **Lb** ni en **Pp**, en las que se produce un equilibrio entre la colonización de **Is** y **Ms**, con la excepción de la

brotación **U** en la que existe un cierto predominio de **Is**. Esta situación en la que no existe una definición clara de superioridad, debe resolverse acudiendo a otro razonamiento, como es el de analizar la dificultad que entraña la observación de la presencia, directamente en campo, de maduros o inmaduros **Ts** en **H**. No cabe duda que la observación de **Ms** es más sencilla y rápida que la de **Is**, luego la conclusión es que, en las condiciones del estudio, son preferibles los primeros.

Hecha esta selección previa, quedaba por ultimar cuál sería la **BR** en la que se tendrían que observar las **Hs**. En la Fig. 1 se han representado, para cada una de las especies, los porcentajes de colonización y sus respectivos **CVs** para las tres brotaciones. Si exceptuamos **Lb**, con **CVs** muy bajos en todos los casos, por lo que no se pudieron extraer conclusiones sobre la mayor o menor idoneidad de alguna **BR**, en las otras dos especies se muestra un emparejamiento casi total entre las brotaciones **U** y **P**, mientras que la **A** es claramente inferior a estas dos, con **CVs** muy superiores para el mismo porcentaje de colonización. De acuerdo con esto, la elección final tendrá que recaer en aquella, **U** o **P**, con la que se consiguiera una mejor predicción de la colonización del fruto.

Después de delimitar la **US** (**H** de brotación **U** o **P**) y de seleccionar la variable que se observaría (individuos totales **Ms**), el siguiente paso consistió en decidir cuál sería el bloque que se elegiría, o bien la **R** (compuesta de 3 **Bs**) o bien el **B** independiente. En el Cuadro 4 se recopilan los resultados para cada árbol y especie relativos al tema de elección del bloque, para tres valores del factor de coste, **f**. Este factor, multiplicado por cien, indica el número de **Bs**, elegidos al azar, que se podrían observar, de forma independiente, en el mismo período de tiempo en que son observados 100 **Bs**, pero utilizando la **R** como bloque. Este factor, lógicamente, siempre será inferior a 1, y aun siendo así este valor se ha incluido en el análisis con el fin de poseer un punto de referencia claro de cuándo se produce la obligatoriedad de elegir siempre la **R** como bloque.

De la inspección del Cuadro 4, cuyos resultados se han hecho extensivos además a **Md** y brotación A –aunque sólo se considerarán **V211** y **V212**–, se deduce que la **R** será con gran probabilidad el bloque preferido para **Aa**. En **Lb**, en sólo tres ocasiones se ha mantenido el **B** como bloque con  $f=0,8$ , que pasaron a **R** en cuanto se alcanzó  $f=0,6$ ; lo cual otorga también, en este caso, una mayor fiabilidad a la **R**.

**Pp** presenta unas características totalmente diferentes a las de las dos especies anteriores. De 11 posibles ocasiones, en dos de ellas el **B** se ha mantenido como favorable, aun para  $f=0,6$ , y en otras cinco el **B** hubiese sido el elegido para  $f=0,8$ . Es decir sólo en cuatro casos la **R** hubiera sido el bloque. En esta especie surge una duda razonable, en cuanto a la elección del bloque; pero, teniendo en cuenta la tendencia mostrada por las otras dos, no es ilógico aceptar la **R** como el bloque más apropiado para muestrear conjuntamente las tres especies.

Las supuestas implicaciones de la colonización bajo el cáliz en la posterior de la superficie del fruto se pueden, en principio, detectar en la Fig. 2. En ella se han representado, para cada una de las especies, las colonizaciones por MTs en **SIT1**, **SIT2** y **SIT1+2** durante el transcurso del período de observación. No se tuvo en cuenta la **SIT3**, ya que su presencia en solitario se redujo, en los cuatro primeros muestreos, a 5 frutos para **Aa**, a 5 para **Lb** y a 4 para **Pp**; mientras que en el último muestreo la citada presencia fue de 1 fruto para **Aa**, de 2 para **Lb** y de 2 para **Pp**.

Por otra parte, el análisis split-plot inicial, tanto de **SIT** como del proceso colonizador, de los primeros cuatro muestreos dio como resultado que, para **Lb** y **Pp**, se produjeron interacciones significativas ( $P<0,01$ ) entre Fecha y **SIT**, y en consecuencia se realizaron los análisis independientes por fechas. Aunque con **Aa** no existieron estas interacciones, con el fin de utilizar un formato único en la presentación de resultados, se prefirió efectuar también con este diaspino los mencionados análisis independientes. En

cuanto al último muestreo, el análisis factorial realizado mostró que la **OR** no influyó en el índice de colonización de los frutos por las especies, mientras que si lo hizo la **SIT**. Estos resultados se encuentran resumidos en el Cuadro 5.

Con la ayuda conjunta de la Fig. 2 y del Cuadro 5, se pueden extraer consecuencias interesantes. En cuanto a **Aa**, se comprueba que el porcentaje de frutos colonizados con localización sólo bajo el cáliz (**SIT2**), fue siempre muy inferior a la de las otras dos situaciones y su evolución no justificó los incrementos de porcentajes de frutos en **SIT1+2**. Además esto se confirmó porque no se presentaron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre **SIT1** y **SIT1+2**, lo que indica que el peso máximo de la colonización partió de las invasiones directas hacia la superficie del fruto y no del trasvase desde el cáliz hacia dicha superficie.

En cambio, en **Lb** sí se apreciaron indicios de ese trasvase. El comienzo es suficientemente ilustrativo con un 35% de frutos en **SIT2**, y sólo un 5% en **SIT1** y valor similar para la **SIT1+2**. No cabe duda que estas cifras son un claro exponente de la tendencia que tuvo esta especie a instalarse bajo el cáliz. Posteriormente se produjo un incremento de frutos en **SIT2**. En octubre se alcanzaron los valores máximos, con un 50% de frutos en esa situación. En noviembre se produjo un descenso, acompañado de un incremento similar de frutos en **SIT1+2**, lo que indudablemente demostró que la colonización de la superficie de los frutos se originó, de forma prioritaria, a partir de los focos que estaban instalados bajo el cáliz; hecho que también sucedió en el tramo final de las observaciones, donde ya la colonización en **SIT1+2** fue significativamente superior ( $P<0,05$ ) a la de las otras dos. Si junto a estas circunstancias, se comprueba además que los frutos en **SIT1** se han mantenido por debajo del 10%, la conclusión que se deriva de ello es la existencia en **Lb** de una predisposición a situarse mayoritariamente bajo el cáliz, lugar desde el cual procederá a las ulteriores colonizaciones de la superficie del fruto.

La actuación de **Pp** fue en cierta medida similar a la denotada por **Aa**, con la diferencia en esta especie de un menor porcentaje de frutos en **SIT1**. Esto significa que la colonización indistinta de cáliz y superficie de cada fruto fue más acusada que en **Aa**, según muestran los niveles altísimos de frutos en **SIT1+2**, cercanos al 80%, y los bajos que, especialmente a partir de octubre, hay en **SIT1** y **SIT2**, hecho que se constata por las diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) que se producen.

El análisis final para valorar cuál de las dos alternativas posibles para muestrear (**V211** ó **V212**) es la que mejor representaría la colonización de los frutos, se efectuará en el siguiente estudio, que estará dedicado especialmente a la selección de la **UP** en parcela. Para obtener una visión previa de cuál sería esa alternativa, se obtuvieron las relaciones lineales entre **USs** y frutos, que se encontraban en ambos casos colonizados por **MTs**. Estas relaciones se han representado en la Fig. 3, donde se insinúa una mayor capacidad de **V212**, valores de  $r^2$  más elevados, para asociarse con la colonización de frutos. Aunque los datos han sido escasos, y por ello sólo la regresión para **V212** de **Pp** ha sido significativa, no cabe duda que estos resultados abren una puerta esperanzadora para la obtención de la **US** definitiva.

También la Fig. 3 permite comparar algunos aspectos del comportamiento, en especial de **Aa** y de **Pp**, en cuanto a la alternativa **V212**. Con **Lb** no es posible efectuar estas comparaciones, ya que el rango del porcentaje de **USs** con presencia, además de ser muy estrecho, no coincide con el de las otras dos especies. Si se observan las rectas correspondientes a **Aa** y **Pp** en **V212**, se deduce, en primer lugar, que a índices bajos de colonización de la **US**, el de frutos es mayor en **Pp** que en **Aa**, lo que implica que habrá que prestar una atención muy especial a la detección de las colonizaciones bajas de **Pp**. En segundo lugar, que, dentro del rango de **USs** colonizadas, el incremento del % de frutos con presencia es muy superior en **Aa**, mayor pendiente de la recta. Este fuerte in-

cremento provoca que la colonización de frutos se iguale en ambas especies cuando se alcanza un 50% de **USs** con presencia.

## DISCUSIÓN

La propuesta de abordar el estudio sólo en plantaciones de naranjo surgió de los antecedentes bibliográficos, donde se advierte la existencia de un distinto comportamiento de los diaspinos, según actúen sobre determinados grupos de cítricos. Con relación a **Aa**, se citan diferencias del grupo formado por pomelo y limonero, con naranjo y con mandarino, en aspectos, tales como las poblaciones existentes en tronco, madera y hojas, o la supervivencia de larvas en ramas (ALEXANDRAKIS y MICHELAKIS, 1980; ORPHANIDES, 1984; HARE *et al.*, 1990). Respecto a **Lb**, las diferencias se centran en naranjo y mandarino, con ataques más intensos en el primero (FRANCCS *et al.*, 1998); mientras que en **Pp** se ha encontrado una mayor fertilidad en hojas de naranjo que en las de limón (BODENHEIMER, 1951). Estas diferencias, si se hubiese optado por incluir en el estudio árboles de limonero, pomelo o mandarino, podrían haber incrementado la variabilidad de los resultados; por lo que, quizás, no hubiese sido posible obtener resultados aceptables. Éste fue el motivo por el que se decidió realizar el estudio sólo en uno de los grupos. En este caso fue elegido el del naranjo, que es uno de los más extendidos por la geografía citrícola española.

La elección del índice de colonización como parámetro está refrendada, según se indicó anteriormente, por los estudios realizados en horticolas. No obstante, dentro del amplio abanico de posibilidades que ofrece el concepto de colonización, se podría haber optado por otras medidas del mismo tipo; como la que consiste en clasificar el grado de colonización de acuerdo con una escala (ASPLANATO y GARCÍA-MARÍ, 1999), pero que tienen el inconveniente de que las observaciones en campo requerirían un mayor consumo de tiempo.

Otros autores proponen, en algunas plagas, la adopción de intensidades poblacionales o de otras escalas como parámetros a estimar (KOSZTARAB, 1990; LLORENS, 1990; MONER, 1992; GRAVENA, 1993; GONELL, 1995), pero sin avalar suficientemente sus propuestas.

A pesar de la sencillez del parámetro elegido, será posible asimismo estudiar, gracias a él, la dinámica determinística de las fluctuaciones colonizadoras de los fitófagos y su modelización posterior (RODRÍGUEZ, 1997), punto esencial para la adopción de las tácticas más adecuadas en el control.

No se tiene constancia de la existencia de análisis rigurosos que hayan intentado definir la unidad de muestreo en diáspinos; no ya tan sólo para los estudios de su dinámica de poblaciones, sino tampoco para la adopción de medidas en protección fitosanitaria. En ocasiones se ha procedido a efectuar censos poblacionales en **Aa** (BODENHEIMER, 1951), mientras que en otras el programa de muestreo para **Aa** se ha reducido a la monitorización de sus adultos con trampas de feromonas (HARE, 1994), o bien únicamente se han impartido recomendaciones generales que se deberían considerar cuando se elaborasen los correspondientes programas de muestreo (McLURE, 1990; HARE, 1994). Aparte de esto, las unidades de muestreo que se citan en la bibliografía, para el estudio de aspectos concretos de **Aa**, tienen un claro carácter empírico (DELUCCHI, 1965; BEN-DOV y ROSEN, 1969; LLORENS, 1990; ASPLANATO y GARCÍA-MARÍ, 1998), al igual que sucede para **Lb** (BENASSY, 1977).

En este estudio se estableció que para la **US** óptima existen dos candidatas, el sustrato vegetal hoja de la brotación **U** y el mismo sustrato de la **P**, y en ambos casos la variable que se observará será **MTs**. Como ya se indicó anteriormente, en un próximo estudio relativo al establecimiento de la **UP** en parcela, se definirá finalmente cuál será la candidata idónea.

La impresión general que se constata en la literatura, es que la población de diáspinos establecida previamente bajo el cáliz es el foco más importante para la colonización posterior de la superficie del fruto (LLORENS, 1990). En el análisis previo, que se realizó en Málaga sobre este tema, surgieron algunas matizaciones a esta afirmación de acuerdo con el diáspino considerado. En el único en que quedó patente, que el cáliz fue el foco desde el cual se dispersó la población a la superficie del fruto, fue en **Lb**, lo que confirmó algunas observaciones anteriores de otros autores (BODENHEIMER, 1951). En las otras dos especies, en cambio, se advierte que las migraciones se realizaron principalmente desde zonas exteriores al fruto y colonizaron de forma indiscriminada su superficie y el cáliz. Este hecho se produjo de forma más acusada en **Pp** que en **Aa**.

Una de las preocupaciones de los investigadores se ha centrado en la búsqueda de métodos que permitan predecir con fiabilidad la infestación de los frutos. Por desgracia, los principales esfuerzos en esta materia se han realizado en **Aa**, quedando relegadas las otras dos especies a un segundo plano. Precisamente en **Aa** se han probado métodos con mayor o menor éxito, tales como, la previsión a partir de las capturas de machos con trampas de feromonas (HARE, 1994), por medio de las densidades de cochinilla en hoja (HOSNY *et al.*, 1972), o también a través de los índices de infestación de frutos del año anterior (ASPLANATO y GARCÍA-MARÍ, 1999), pero todos ellos con el denominador común de una consumición alta de tiempo.

Los resultados previos alcanzados en este trabajo sobre el tema anterior, permiten albergar esperanzas en que una de las dos **USs** seleccionadas sea capaz de retratar con suficiente exactitud la posterior colonización del fruto, y de este modo, si lo anterior sucede, se podrá contar con una herramienta útil para predecir, en las tres especies, el riesgo de que aparezcan en fruto.

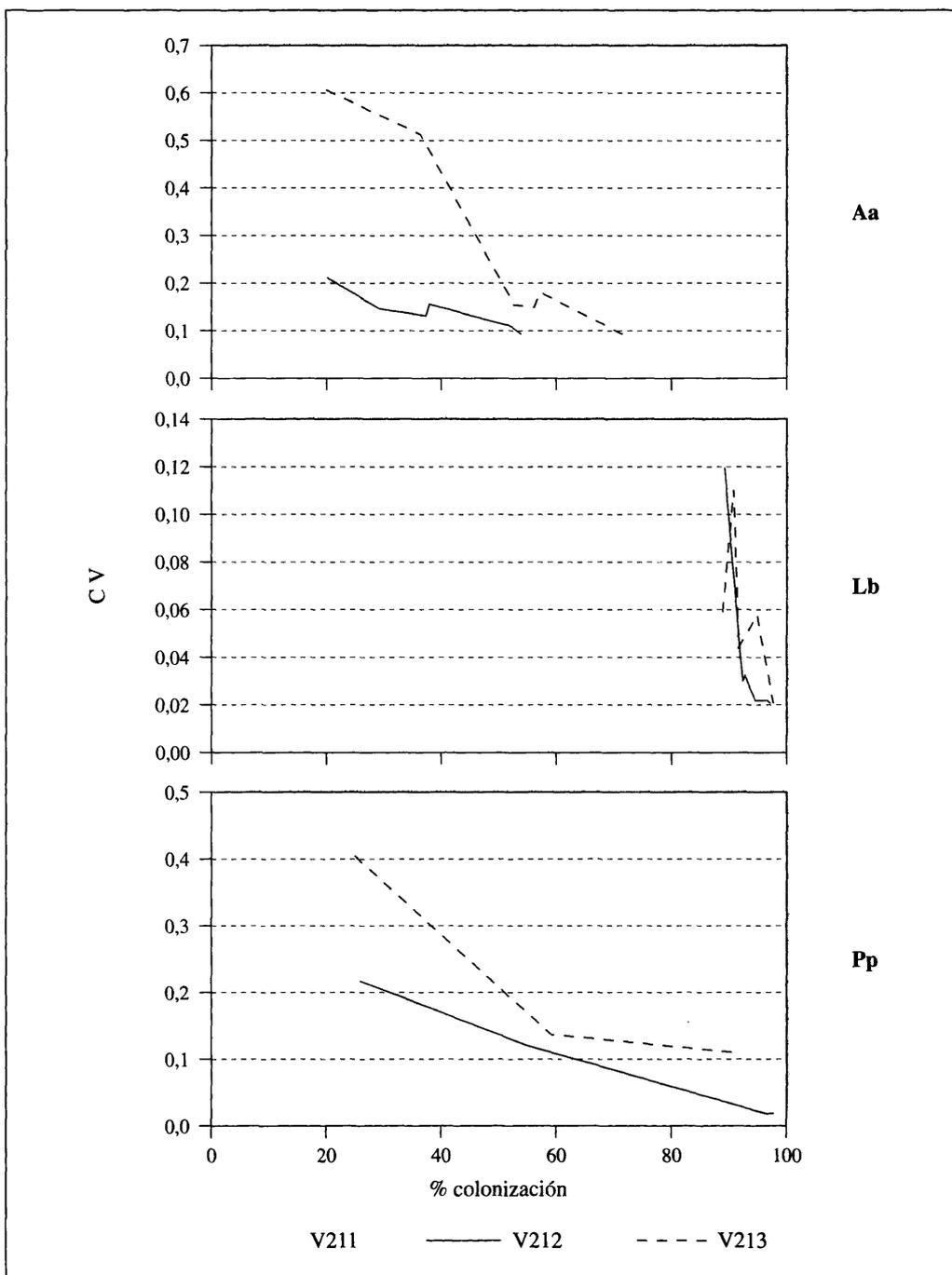


Fig. 1.—Elección de la unidad Secundaria de muestreo. Tipo de brotación (última, penúltima o antepenúltima) que se utilizaría para observar en sus hojas si existe presencia de Fases Maduras totales de cada una de las especies estudiadas: *A. aurantii* (Aa), *L. beckii* (Lb) y *P. pergandii* (Pp).

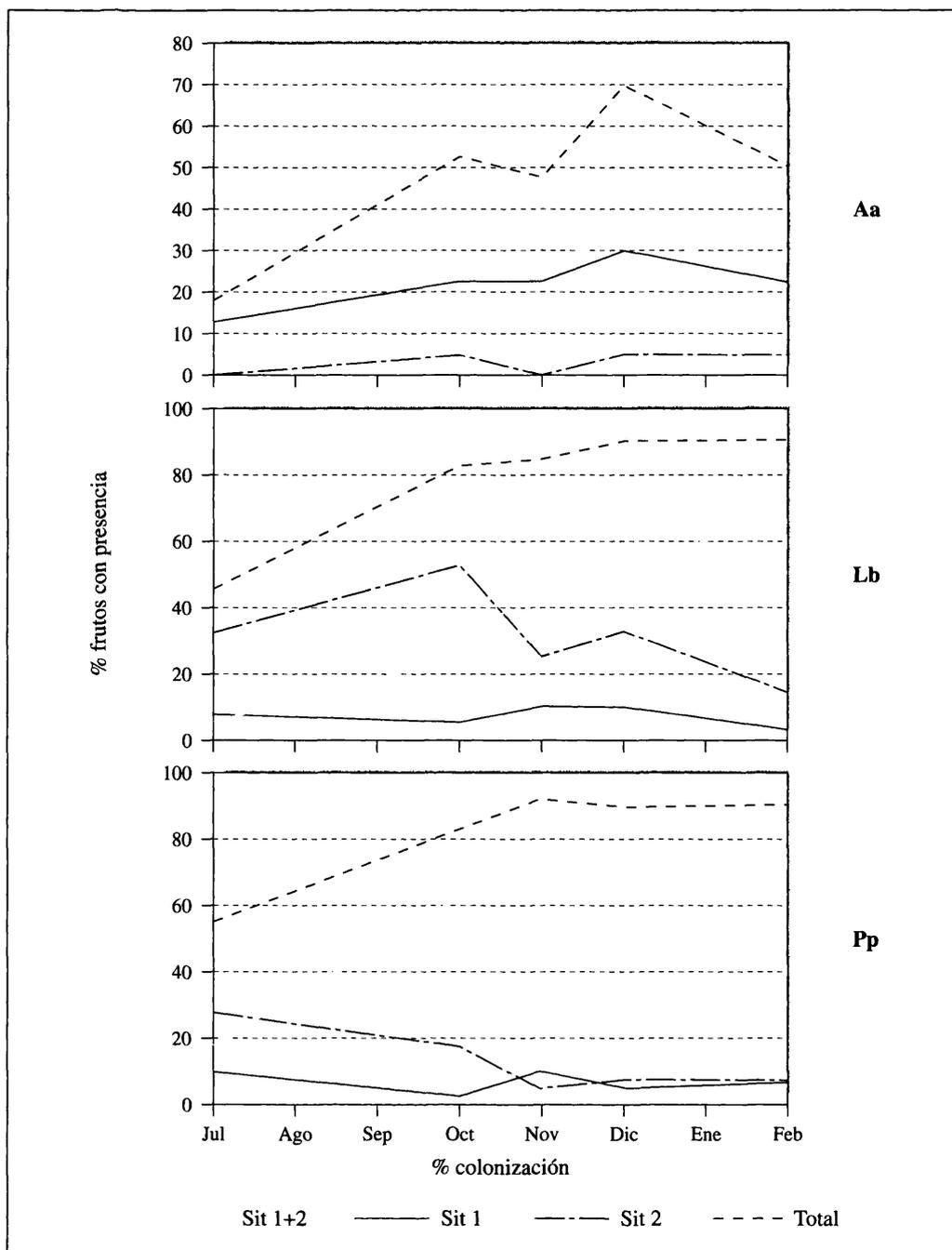


Fig. 2.-Proceso evolutivo de la colonización del fruto por las Fases Maduras totales de las especies estudiadas: *A. aurantii* (Aa), *L. beckii* (Lb), *P. pergandii* (Pp). Se representan tres posibles situaciones colonizadoras. SIT1 indica colonización sólo de superficie, SIT2 indica presencia sólo bajo el cáliz y SIT1+2 indica frutos colonizados al mismo tiempo en superficie y bajo el cáliz. El TOTAL recoge la suma de las tres situaciones anteriores.

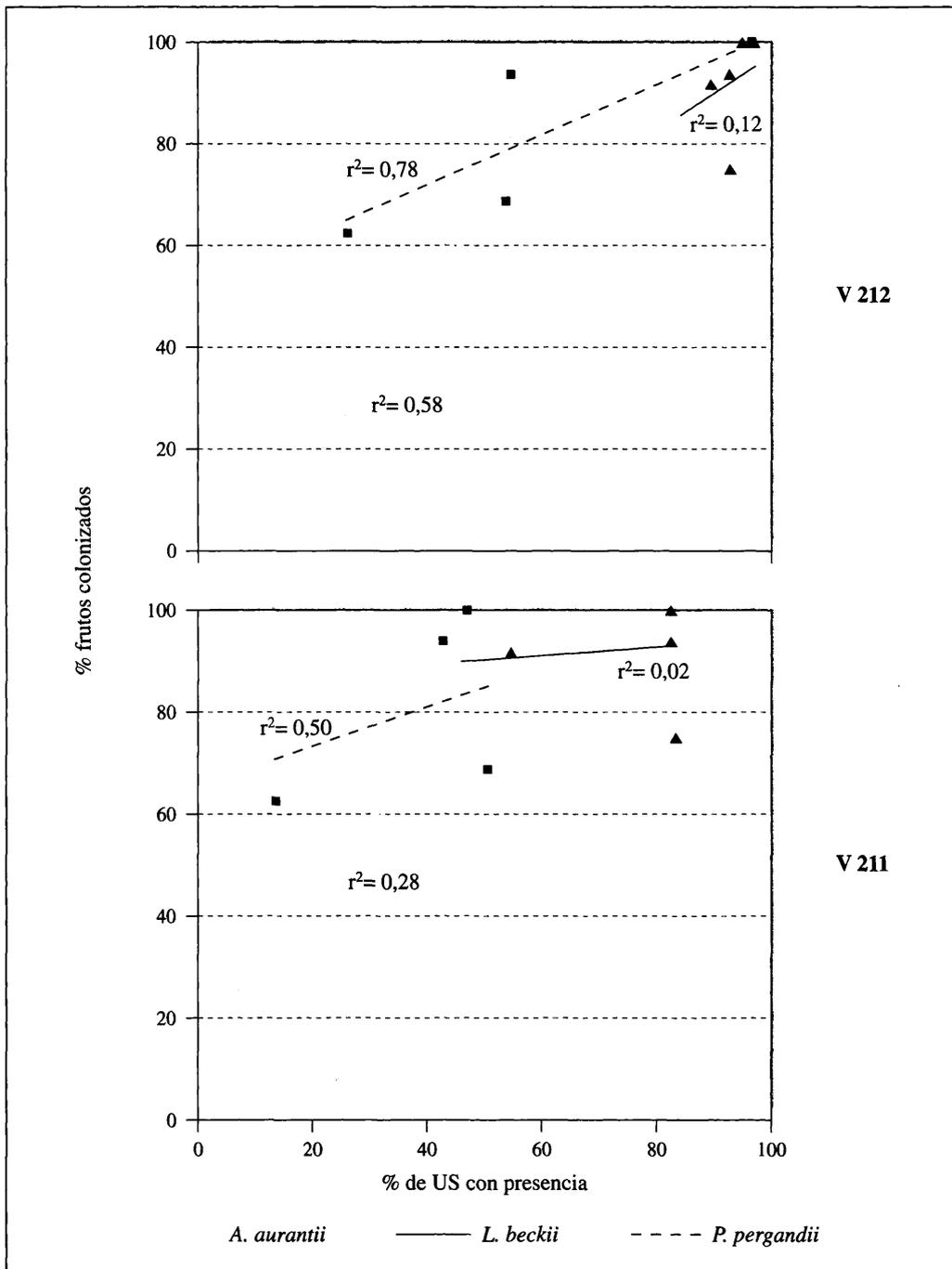


Fig. 3.-Relaciones lineales entre las colonizaciones de la Unidad Secundaria y la de los frutos por las Fases Maduras totales de las especies estudiadas. Se han representado las correspondientes a brotación penúltima (V212) y a brotación última (V211).

## ABSTRACT

This study is a first step to introduce a tactical Decision Support System (DSS) into IPM for orange orchards in the province of Málaga (Spain). The most important Diaspididae species in the area, *Aonidiella aurantii* (Maskell), *Lepidosahas beckii* (Newman) and *Parlatoria pergandii* Comstock will be the first pests to study. After this work, a module of a computer program will be developed to make decisions. In a later study, modules will also be developed for whiteflies, mites, aphids, leafminer, medfly and lepidopterous pests. All together these will complete the tactical DSS for orange orchards.

The colonization, presence of scales, was chosen as a valid parameter to analyze the progress curve of the attack and to be able to make correct decisions later. The two-stage sampling was taken as the most suitable technique to estimate the colonization by Diaspididae. The aim of the first part of this study was the choice of the best secondary sampling unit.

Four trees of Navelina, two of Navelate and three of Valencia Late oranges were sampled in 1998. Three kinds of shoots (in last, last but one and last but two position into the branch) and two strata into the shoot (leaf and wood) were taken into account, and so six sampling units were compared. In each of them, the presence of immature and mature stages was observed, and likewise whether they were living or dead. Therefore twenty four alternatives were analyzed and two of them were the best ones. Leaves of both the last and last but one shoots were the best sampling units, and the presence of mature stages (living and/or dead) on them should be observed. The final choice of the secondary sampling unit will be carried out in the next work, in which the primary unit will be determined.

**Key words:** Citrus, IPM, decision support system, Diaspididae, sampling.

## REFERENCIAS

- ALEXANDRAKIS, V. y MICHELAKIS, S., 1980: Distribution d'*Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom. Diaspididae) en fonction de son emplacement sur l'arbre et de la variété d'agrumes en Crète. *Fruits*, **35**(10): 639-644.
- ASPLANATO, G. y GARCÍA-MARI, F., 1998: Distribución del piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) en árboles de naranjo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**(3): 637-646.
- ASPLANATO, G. y GARCÍA-MARI, F., 1999: Predicción de la infestación del fruto por el piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Maskell) en cítricos del Uruguay. *Phytoma España*, 110 (Junio-Julio): 36-44.
- BENASSY, C., 1977: Sobre algunos cóccidos diaspinos de los cítricos. (*C. dictyospermi* Morg.; *L. beckii* Newm.; *U. yanonensis* Kuw.). *Bol. Serv. Plagas*, **3**: 1-20.
- BEN-DOV, Y. y ROSEN, D., 1969: Efficacy of natural enemies of the California red scale on citrus in Israel. *J. Econ. Entomol.*, **62**(5): 1.057-1.060.
- BODENHEIMER, F. S., 1951: *Citrus entomology in the middle east*. W. Junk, The Hague. 663 pp.
- BROWN, G. C. y POTTER, D. A., 1990: The systems approach to Integrated Pest Management with emphasis on the armored scale insects. En: "Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control". World Crop Pests 4B. Elsevier: 527-533.
- DELUCCHI, V., 1965: Notes sur le pou de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell) (Homop. Coccidea) au Maroc. *Ann. Soc. Fr. (N. S.)*, **1**(4): 739-788.
- DENT, D., 1991: *Insect pest management*. CAB International. 604 pp.
- FRANCES, J.; GIRONA, F. y GARCÍA-MARI, F., 1998: Mejora del control químico de serpeta gruesa y poll gris en cítricos. *Levante Agrícola / 1<sup>er</sup> Trimestre*: 35-43.
- HARE, J. D.; YU, D. S. y LUCK, R. F., 1990: Variation in life history parameters of California red scale on different citrus cultivars. *Ecology*, **71** (4): 1.451-1.460.
- HARE, J. D., 1994: Sampling arthropod pests in citrus. En: "Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture". Editores L.P. Pedigo y G.D. Buntin. CRC Press. 418-428.
- HEINEMANN, P. H.; MARTSOLF, J. D. y PERRY, K. B., 1992: A decision support program for the protection of crops from frost. *Acta Hort.*, **313**: 219-225.
- HOSNY, M. M.; AMIN, A. H. y EL-SAADANY, G. B., 1972: The damage threshold of the red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) infesting mandarin trees in Egypt. *Z. Ang. Ent.*, **71**: 286-296.
- GONELL, F., 1995: Situación actual de la Producción Integrada de cítricos en la Comunidad Valenciana. *Fruticultura Profesional*, **70**: 60-71.
- GRAVENA, S., 1993: Integrated Pest Management in Brazilian citriculture. *Bulletin OILB/SROP*. Vol **16**(7): 45-51.
- KEARNEY, M., 1992: User requirements of computer models in decision support systems in orchards. *Acta Hort.*, **313**: 165-171.
- KNIGHT, J. D., 1997: The role of decision support systems in integrated crop protection. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **64**: 157-163.
- KOSZTARAB, M., 1990: Armored scale insects, Economic importance. En: "Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control". World Crop Pests 4B. Elsevier. 307-311.
- LLORENS, J. M., 1990: Homoptera I. Cochinillas de los cítricos y su control biológico. PISA Ediciones. 260 pp.
- McINTOSH, M. S., 1983: Analysis of combined experiments. *Agronomy Journal*, **75**, Jan-Feb: 153-155.
- McLURE, M. S., 1990: Life-tables, models and population dynamics. En: "Armored scale insects. Their

- biology, natural enemies and control". *World Crop Pests* 4B. *Elsevier*, 331-337.
- MONER, J. P., 1992: Situación actual del Control Integrado de plagas de los cítricos en España. *Phytoma España*, **40**: 103-108.
- MORENO, R., 1994: Captura de datos. En: "Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida". Coord. R. Moreno. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. *Cursos Superiores* **1/94**: 95-106.
- MORENO, R., 1997: La protección fitosanitaria en cultivos bajo ambiente protegido. En: "Anais Foro Internacional de cultivo protegidos". Botucatu, 17-21 Noviembre, Univ. de Sao Paulo- Brasil. 31-95.
- ORPHANIDES, G., 1984: Population dynamics of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), on citrus in Cyprus. *Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri*, **41**: 195-209.
- RODRÍGUEZ, M. D., 1997: Colonización de las plantaciones de calabacín (*Cucurbita pepo*, var. Condesa Bailey) por *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y de pimiento (*Capsicum annum* L.) por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae) en los invernaderos de Almería: Características tipológicas y evolutivas. Trabajo Fin de Carrera, Univ. de Almería, Escuela Politécnica Superior. Dir: R. Moreno, T. Cabello. 203 pp.

(Recepción: 20 diciembre 1999)  
(Aceptación: 11 octubre 2000)