

# TECNICAS DE MUESTREO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y ACTIVIDAD DE LAS BABOSAS VERONICÉLLIDOS\*

*K. L. Andrews\*\**

El muestreo de las babosas veronicéllidos ha recibido muy poca atención de parte de los investigadores centroamericanos. Ni los científicos ni los plagueros pueden llevar a cabo sus tareas adecuadamente si no son capaces de determinar con un grado de precisión aceptable cuántas babosas se encuentran presentes, dónde están y qué es lo que están haciendo. Los veronicéllidos son de una importancia agrícola primordial sólo en Centroamérica, así que es poco probable que procedimientos de muestreo ya probados se encuentren disponibles en otros países. Los centroamericanos tendrán que desarrollar programas de muestreo adecuados por ellos mismos.

En este documento se revisan los procedimientos de muestreo usados por malacólogos en zonas templadas de Norte América y Europa. Puesto que los medios y comportamiento de las babosas de las zonas templadas son muy diferentes a los de las babosas veronicéllidos, muchas de las técnicas descritas serán mal adaptadas para las necesidades neotropicales. Sin embargo, todas las alternativas deberían ser consideradas en el desarrollo de procedimientos de muestreo adecuados, económicamente factibles y precisos para uso regional. Comprendiendo los problemas técnicos, ecológicos y estadísticos a los que otros investigadores se han enfrentado durante más de 50 años de investigación de

---

\* Publicación MIPH-EAP No. 216.

\*\* Jefe, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras; y Associate Professor, Department of Entomology & Nematology, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA.

procedimientos de muestreo de babosas, deberíamos ser capaces de evitar ciertas dificultades y progresar rápidamente.

Ciertas muestras se toman por los agricultores y plagueros dentro de un marco de producción. Generalmente se necesita información para predecir futuras densidades poblacionales de babosa y daño al cultivo. Basados en estas proyecciones, el investigador tiene que decidir si controla o no. Dentro de un marco comercial, las muestras deben ser rápidas y baratas. Adicionalmente estas muestras deben permitir que se hagan predicciones a fin de que el daño inminente pueda ser detectado y evitado.

Los investigadores tienen necesidades fundamentalmente diferentes. Ellos tratan de descubrir y explicar los procesos bioecológicos y desarrollar nuevas tecnologías. Generalmente no pretenden predecir, pero sus medidas requieren de un nivel de precisión que no se puede conseguir en el mundo comercial donde se preocupa por los costos. El investigador debe estar dispuesto a invertir el tiempo y dinero necesario para procurar el número y calidad de muestras requeridas para obtener el nivel de precisión que se desea.

Los estudios de malacólogos de campo están comprendidos dentro de tres amplias categorías. La investigación bioecológica estudia la dinámica poblacional, mortalidad natural, los presupuestos de energía, preferencias alimenticias, movilidad y comportamiento. La determinación de pérdidas en la cosecha cuantifica la reducción de rendimientos causada por plagas bajo condiciones comerciales o experimentales. Finalmente, otros estudios se llevan a cabo para apreciar la eficacia de los procedimientos de control. Estos estudios incluyen ensayos de eficacia de químicos, ensayos de variedades, y estudios de control cultural, biológico y mecánico.

Hay dos tipos de estimadores de densidad poblacional que se encuentran disponibles. El primero mide el número de babosas por unidad de área o volumen del medio. Estos estimadores de densidad poblacional absoluta miden babosas/m<sup>2</sup> o babosas/m<sup>3</sup>. Con frecuencia son utilizados por los investigadores pero muy raramente son usados por los plagueros ya que son caros y es molesto obtenerlos. En contraste, los estimadores de densidad poblacional relativa miden el número de babosas por unidad de esfuerzo (por ejemplo, babosas/postura de cebo, babosas/trampa o babosas/cierto tiempo de búsqueda). Los estimadores de densidad relativa se usan en un contexto comercial.

La mayoría de los métodos de muestreo se ubican nítidamente dentro de una de las dos categorías. Sin embargo, el número de babosas activas/m<sup>2</sup> obtenido mediante un reconocimiento visual, puede ser considerado ya sea como una estimación relativa de la densidad poblacional absoluta o como una estimación absoluta de la parte activa de la población; si toda la población de babosas se vuelve activa bajo condiciones ambientales óptimas, las dos vienen a ser sinónimas.

Los procedimientos de muestreo seleccionados dependen del propósito de uno. El número de babosas presentes en un área determinada, no está relacionado directamente con el daño al cultivo. Las babosas que se encuentran presentes pueden o no volverse activas. Ver a Andrews (en este simposio) para una discusión del "interruptor ecológico" el cual provoca actividad en la babosa. Babosas que han sido activadas pueden estar letárgicas o enérgicas y los cultivos de diferentes variedades, edades y estado fisiológico, responden de diferente forma a los ataques de babosa. Por consiguiente, las medidas del número de babosas activas, daño alimenticio y reducción del rendimiento no pueden ser usados para indicar directamente la densidad poblacional de las babosas. Por el contrario, no es posible predecir el daño de babosas a través de la determinación del número absoluto de babosas presentes; sólo las babosas activadas causan daño.

Varias características de las babosas veronicéllidos dificultan su muestreo:

1. Los veronicéllidos se esconden en el suelo durante el día. Los procedimientos de muestreo para los invertebrados que viven en el suelo son más trabajosos, desagradables y más costosos que aquellos usados para muestrear invertebrados que viven en el follaje.
2. La profundidad a la cual un número significativo de babosas penetran la tierra es desconocida, pero parece ser que varía en espacio y época.
3. El medio agroecológico cambia diariamente debido a factores meteorológicos (especialmente la lluvia) y prácticas agronómicas. Cambia durante un período de tiempo más largo debido a los ciclos vegetativos y estacionales.

4. No es posible atrapar una proporción consistente de la población total usando estimadores relativos de densidad poblacional porque proporciones variables de la población de babosas se vuelven activas durante la noche. El proceso de activación no se entiende y actualmente no es posible determinar que porcentaje de la población está activada.
5. Las áreas de muestrear van desde campos con suelos profundos bien arados hasta ambientes con pendientes fuertes y suelos poco profundos y rocosos. Las técnicas y aparatos usados en un medio ambiente, con frecuencia son inapropiados en otro.
6. Las poblaciones de babosas muestran un alto grado de agregación en el campo. Las poblaciones agregadas requieren un mayor número de muestras a tomar y resultan en mayor variabilidad que poblaciones al azar o uniformemente dispersas.
7. Las estructuras de edades de la población de babosas cambia en tiempo. Los huevos abundan en ciertas épocas del año y las babosas varían en peso desde menos de 0.05 g a más de 7 g. Otra vez, esto significa que los procedimientos de muestreo varían en eficacia.
8. Los huevos y las babosas jóvenes tienen el cuerpo de consistencia suave y son altamente susceptibles al daño mecánico, causado por ciertas metodologías de muestreo.
9. Los veronicéllidos son de un color café moteado, difíciles de ver sobre la superficie del suelo, haciendo la observación directa muy difícil.
10. Los métodos de muestreo deben ser poco costosos si se pretende usarlos en Centroamérica. No deberían requerir materiales sofisticados o importados, ni altos niveles de experiencia técnica.

## PROCEDIMIENTOS

### **Daño al Cultivo**

Daño a los cultivos (disminución en el número de plantas y rendimiento) es un componente necesario de muchos estudios de manejo; esto permite al investigador realizar los análisis económicos, pero cuando el investigador depende únicamente en estos parámetros en su evaluación de alternativas de control, no hay manera de entender las relaciones de causa-efecto que conduce a las consecuencias observadas y es imposible generalizar los resultados. Gould (1961) comparó las densidades de plantas para evaluar el valor de varios procedimientos de con-

trol químico en trigo de invierno, pero concluyó en que el proceso no puede distinguir efectivamente entre el daño causado por cortadores y el causado por babosas. Gould (1965) y Rayner (1975) evaluaron el control químico en papas, cuantificando el daño al tubérculo al momento de la cosecha.

Muchos investigadores centroamericanos han evaluado el control de babosas en frijol, cuantificando el daño al follaje y el rendimiento final (Ej.: Wheeler y Peairs, 1980; Sobrado y Andrews, 1985; Meneses, 1985). Cuando los estimados de densidad poblacional se proveen junto con los datos de campo, los procedimientos de evaluación parece que brindan información útil.

Los datos de rendimiento también son útiles para los estudios de estimación de pérdida de cosecha como los realizados por Gould (1961) en trigo en Inglaterra y los de Bardner y Waines (1964) en papas en Inglaterra. Tales estudios, si son realizados correctamente, son útiles para determinar las prioridades de investigación y el costo real de los procedimientos de control bajo condiciones comerciales. Una vez más, los resultados de rendimiento son de un valor dudoso si la identificación de especies y la densidad poblacional de babosas no se determinan cuidadosamente.

A veces agricultores basan decisiones de controlar o no en observaciones de daño en el cultivo, pero puede perder todo su cultivo cuando "muestra" en esta manera. El daño a los cultivos no debería ser usado como la base para la toma de decisiones en el manejo de babosas en frijol. Este método no es científico y no es de valor predictivo.

La siembra temprana de parches de frijol (cultivo trampa) no ha sido estudiado experimentalmente, pero podría ser útil para estimar el daño potencial de las poblaciones de babosa residentes. Este método resulta ser válido, sólo si las condiciones meteorológicas son similares durante ambos períodos de germinación y las babosas no se pueden mover para concentrar desproporcionadamente altos números en los plantíos que se siembran temprano.

#### **Observaciones Directas Nocturnas**

La observación nocturna directa de babosas sobre la superficie de la tierra usando una linterna o una fuente de luz similar fue utilizada en Inglaterra por Barnes (1944), Barnes y Weil (1944), White (1959), Bett (1960), y Crawford-Sidebotham (1972). Este es un método efectivo de bajo costo para estimar el número de babosas activadas y observar su distribución y comportamiento. Los resultados no pueden relacionarse con

bajo costo para estimar el número de babosas activadas y observar su distribución y comportamiento. Los resultados no pueden relacionarse con la densidad poblacional absoluta, ya que el porcentaje de la población de babosas que se vuelve activa es una función de parámetros ambientales. Las babosas pequeñas que tienen un color similar al suelo pueden pasar desapercibidas. Este método no es apropiado cuando las especies estudiadas son capaces de causar daño subterráneo. El método es incómodo e inconveniente.

A pesar de los muchos inconvenientes, este método ha sido ampliamente usado con los veronicéllidos centroamericanos. Ver a Andrews (1983) para la descripción original de la técnica, y Andrews y de Mira (1983), Andrews y Lema (1986), y Sobrado y Andrews (1985) para ejemplos de su uso. Investigadores de la Escuela Agrícola Panamericana publicarán varios estudios que se apoyan en parte o exclusivamente en los resultados obtenidos usando este método. Hemos supuesto que las tendencias de la población son confiablemente detectadas cuando las muestras son tomadas con suficiente frecuencia bajo condiciones ambientales que conducen a la activación. El evitar noches obviamente inconvenientes reduce el número necesario de observaciones para obtener una indicación clara de los cambios estacionales en la densidad poblacional, los cuales de otra forma serían enmascarados por las condiciones prevalecientes (Barnes y Weil, 1944).

Andrews y López (en este simposio) sugirieron que el muestreo debería ser realizado entre las 2 y las 4 a.m., cuando las babosas están más activas.

Barnes y Weil (1944), luego White (1959), demostraron la importancia de no muestrear cuando está lloviendo fuertemente, ya que se encontró un mayor número de babosas cuando no estaba lloviendo o cuando lloviznaba. La máxima actividad ocurrió cuando el suelo estaba húmedo.

### **Cebos Alimenticios y Plantas Indicadores**

Materia vegetal colocada sobre la tierra o dentro de ella ha sido usada como una herramienta simple y barata de muestreo. En Inglaterra, Miles *et al.* (1930) usaron crucíferas. En Bélgica, Bruel y Moens (1958) usaron plantas de zanahoria y frijol.

Duthoit (1961) colocó 10 gramos semilla de trigo en bolsas sobre la superficie del suelo y midió el "potencial de alimentación" de la población de babosas presentes durante una semana. Hunter (1968) encontró un

coeficiente de regresión significativo para la densidad poblacional absoluta de babosas y daño al grano. Algunas leves modificaciones al método fueron hechas por Gould y Webley (1972) y también por Hunter y colaboradores (1968), quienes pegaron los granos en el fondo de un plato petri perforado o un pedazo de cartón.

Symonds (1973) estudió el potencial de alimentación de las babosas como plagas subterráneas, enterrando tubérculos de papas en suelos comerciales por una semana y luego evaluando el daño. Este método rápido dio una indicación moderadamente buena del daño que las babosas causarían al cultivo comercial de aquí a 6 meses. Stephenson (1967) modificó la técnica colocando los tubérculos en una cesta de malla de alambre las cuales podrían ser sacadas del suelo con facilidad para poder inspeccionarlas. Pinder (1974) señaló que el daño ocasionado a los tubérculos en las cestas depende en gran medida si las entierran en los surcos entre hileras o, en las hileras mismas, concluyó que no es una medida confiable para determinar la abundancia relativa de babosas.

Musick (1972) muestreó en maíz evaluando el daño ocasionado por babosas a plantas de repollo trasplantadas. Hunter *et al.* (1968) utilizaron un sistema de cuantificación de daño de babosas de tres categorías en papas inglesas.

Estos métodos proveen un muestreo relativo de la actividad de babosas, pero se debe tener cuidado para confirmar que sólo las babosas (y no otros organismos) están causando daño. Además, otras plantas y fuentes de alimento presentes pueden variar de muestra a muestra y esta competencia puede afectar el trampeo. Finalmente, los resultados nunca deben ser interpretados como indicadores directos de la densidad poblacional.

### **Cebos Envenenados**

Barnes y Weil (1942) fueron los primeros en muestrear babosas colocando posturas pequeñas de salvado de trigo y metaldehído como cebos en la superficie del suelo. Posteriormente Thomas (1944) y Webley (1962, 1964, 1965) investigaron este procedimiento con babosas inglesas. El número de babosas atrapadas varía no sólo como una función de densidad poblacional, sino que también la temperatura, humedad, vejez de los cebos y las especies de babosas presentes pueden afectar la eficacia de este método. Gould y Webley (1972) evaluaron la eficacia de los cebos contando el número de babosas muertas dentro de cuadros de 30.5 x 30.5 cm colocados sobre la superficie del suelo.

Para usar este procedimiento de muestreo con propósitos de comparación, los cebos deben matar o paralizar rápidamente para que el animal afectado no se mueva muy lejos del lugar donde estuvo comiendo. Para sacar conclusiones válidas podría ser necesario evaluar la población residual así como contar babosas muertas (Fraín y Newell, 1983).

Los cebos de salvado con base de metaldehído han sido usados por Mancía (1971) y otros investigadores centroamericanos para muestrear veronicéllidos. Se supone que los cebos se deben cubrir para protegerlos de las fuertes lluvias tropicales.

Un uso potencial interesante de los cebos es el estimar la densidad poblacional absoluta. Los cebos deben colocarse repetidamente en un área determinada, hasta que no se matan más babosas bajo condiciones edáficas y meteorológicas ideales. Sumando el número de babosas muertas encontradas después de cada aplicación, se puede estimar el total de población presente previa al tratamiento.

### **Trampas Pasivas**

Ciertos objetos sencillos no contienen atrayente químico pero sirven de refugio a las babosas. Miles *et al.* (1930), Getz (1959), y Howitt (1961) colocaron costales húmedos, tablas de madera, tejas, piedras u hojas sobre la superficie del suelo y más tarde recogieron las babosas que se agregaron debajo de estos objetos. Thomas (1944) colocó pedazos de césped invertidos sobre la superficie del suelo. Pinder (1974) utilizó ladrillos. South (1964) correlacionó números de dos especies de babosas encontradas bajo tejas con densidades poblacionales absolutas. El concluyó que es preferible usar determinaciones absolutas para estudios ecológicos. Consistentemente las tejas sobreestimaron la densidad poblacional desde marzo a junio y la subestimaron durante los meses más fríos. Fraín y Newell (1983) usaron sacos sin cebo para recuentos previo al tratamiento de una prueba de cebos.

Wheeler (1980) y Wheeler y Peairs (1980) reportaron que sacos de yute sin cebo colocados en la superficie del suelo no resultaron muy efectivos para muestrear poblaciones de *Sarasinula plebeia*.

Personal del Proyecto MIPH está experimentando con basuras trampas, consistiendo de malezas cortadas y hojarasca, con la esperan-



za de que este procedimiento de muestreo de babosas del frijol resulte útil, rentable y fácilmente aceptado.

### **Trampas Conteniendo Cebos Envenenados**

En Inglaterra, Thomas (1944) usó vidrio pintado de negro para cubrir una postura de cebo a base de metaldehído y afrecho. Webley (1962, 1965) descubrió que se atrapó un mayor número de babosas cuando se dejaron las trampas descubiertas. Sin embargo, Gould y Webley (1972) y Pallant (1974b) utilizaron las cubiertas de vidrio. Rayner *et al.* (1978) colocaron pellets de methiocarb bajo tejas y Frain y Newell (1983) cubrieron los pellets con pilas de paja de 50 x 50 cm. Hunter *et al.* (1968) cubrieron los cebos introduciendo una galleta invertida de 2 cm de grueso en el suelo. Smith y Boswell (1970) usaron recipientes poco profundos llenos de cerveza.

Wheeler (1980) y Wheeler y Peairs (1980) propusieron el uso de pequeños tubos plásticos conteniendo 1 g de metaldehído cubierto por un saco de mescal para muestrear veronicéllidos en Honduras. Andrews (1983) desechó el uso de cebos cubiertos por sacos de mescal debido a que estas trampas tienen que ser revisadas en las primeras horas de la mañana antes que las babosas vivas se entierren en el suelo. También encontró que latas aplastadas colocadas sobre las posturas de cebo eran inefectivas. El describió una lata trampa con postura de cebo muy útil para muestrear veronicéllidos en El Salvador y relacionaron babosas atrapadas con densidades de babosas activas. Andrews y de Mira (1983) usaron estas trampas para relacionar las densidades de babosas con densidades de plantas de frijol y rendimientos. Andrews y Lema (1986) usaron esta trampa pero sustituyeron el trichlorfon por el carbaryl usado en el cebo original. Esta trampa ha sido una herramienta de muestreo estandard en la mayor parte de los estudios de babosa conducidos por el personal de la EAP, pero tiene algunas deficiencias. Como se describió originalmente, el cebo debe contener cerveza, pero ningún agricultor va a echar esta codiciada y costosa necesidad de vida dentro de un agujero en la tierra. Las latas de aceite de 1 litro y los ingredientes para el cebo casi no se encuentran disponibles en el campo. La mayor parte de los agricultores no entienden que las trampas son herramientas de muestreo y no procedimientos de control.

### **Conteos Diurnos en el Campo**

Van den Bruel y Moens (1958) revisaron con las manos muestras de suelo de 0.3 x 0.3 x 0.3 m en el campo. Thomas (1944) y Howitt (1961) probaron el método y llegaron a la conclusión de que este está sujeto a

considerable error. South (1964) no pudo encontrar babosas pequeñas usando esta técnica.

Pallant (1974a) arrancó puñados de grama (ca. 50 cm<sup>2</sup>) para examinar las raíces y el suelo expuesto para babosas.

Andrews y Lema (1986) muestrearon veronicéllidos en Honduras a intervalos semanales usando un marco de madera de 167 x 60 cm. Los ejes largos se colocaron entre 2 hileras de maíz y la superficie del suelo fue raspada e incorporada a una profundidad de 5 cm usando un rastri- llo manual de tres puntas. Esta misma metodología está siendo utilizada en un estudio de aproximadamente 3 años de la dinámica poblacional de la babosa en San Juan de Linaca, Departamento de El Paraíso.

Es difícil e incómodo escoger y revisar cuidadosamente con las manos las muestras de suelo en el campo. Además, las babosas pequeñas pueden pasar desapercibidas con facilidad, especialmente si la textura del suelo no es aceptable, como ser el caso de suelos secos y endurecidos y los lodosos.

### **Métodos de Extracción en el Laboratorio**

Se han probado varios métodos para remover babosas de las muestras de suelo. La mayor parte de estas técnicas son adaptaciones de métodos usados para la extracción de artrópodos y anélidos que moran en el suelo.

Se toma una muestra de suelo en el campo y se transporta rápida y cuidadosamente al laboratorio. La toma de muestras en suelos rocosos es casi imposible. Los tamaños típicos de cada muestra son 30 x 30 x 8 cm de profundidad ó 30 x 30 x 30 cm. Diámetros más pequeños dan demasiados conteos de cero y babosas dañadas. Es mucho más fácil tomar muestras de suelo donde el sistema radicular permite que la muestra pueda ser sacada y transportada en forma intacta. Este proceso es considerablemente más difícil cuando se muestrea tierra arada, ya que la tierra se desmorona y se mezcla. Pinder (1974), encontró que resulta útil separar una muestra 30 x 30 x 30 cm en 4 estratos horizontales de 7.5 cm cada uno antes de transportar y procesarlo.

En el laboratorio las muestras se pueden lavar usando un chorro de agua a alta presión y 3 tamices (South, 1964; Hunter, 1965; Runham y Hunter, 1970). Los residuos de los tamices se agitan en una solución de sulfato de magnesio o agua salada con un peso específico de 1.17 - 1.20 para que las babosas y otra materia orgánica floten. Es muy frecuente

que los huevos muy suaves y las babosas recién eclosionadas sean destruidos, pero virtualmente el 100% de babosas adultas y la mayor parte de los huevos son recuperados. Las babosas pierden hasta un tercio de su peso durante el proceso y el método es costoso y laborioso. Rollo y Ellis (1974) describieron un proceso mecánico rápido para procesar las muestras.

South (1964) demostró que un método de extracción con agua caliente no era efectivo. El utilizó con éxito un proceso de inundaciones con agua helada, el cual es menos pesado que el método de lavado de tierra. Las muestras de suelo se colocan en un recipiente el cual se coloca en un canal. Durante muchos días el nivel de agua sube lentamente y las babosas quedan en la superficie en donde pueden ser contadas y removidas. Usando este método South (1964) y Hunter (1968) obtuvieron un promedio de 90% de recuperación y las babosas se encontraban en buenas condiciones.

Estos métodos no han sido probados con babosas veronicéllidos. Requieren de mucho tiempo y considerable espacio e infraestructura. Sin embargo, proveen estimados confiables y directos de la densidad poblacional absoluta, si las muestras se toman de todos los lugares que pueden servir de refugio a las babosas, revisando incluso bajo objetos como piedras, tablas y desechos.

### **Método de Extracción en el Campo**

Personal de la EAP describió en este simposio un procedimiento de extracción dentro del campo que fue probado con veronicéllidos de Honduras. Se remueve un metro cúbico de suelo una palada a la vez. Cada palada se coloca en un colador de 35x35x35 cm, el cual se sumerge en un depósito de agua y se agita. Los desechos restantes son revisados visualmente en busca de babosas. Este método necesita de 3 hombres por día por muestra pero no requiere de equipo caro o insumos. Los porcentajes de recuperación de babosas "plantadas" en el suelo están sobre el 80%.

### **Marcar, Liberar y Recapturar**

Una forma de estimar la densidad poblacional absoluta implica la liberación de un gran número de babosas marcadas que se mezclan con la población salvaje. Subsecuentemente, mediante esfuerzos hechos para atraparlas, se recuperan en el área donde fueron liberadas tanto las babosas marcadas como las no marcadas; la densidad poblacional absoluta (X) se estima usando esta sencilla fórmula:

$$\frac{\text{Número de babosas marcadas}}{\text{Número de babosas marcadas liberadas}} = \frac{\text{Número de babosas salvajes}}{\text{Número de babosas marcadas capturadas}} \times X$$

El uso correcto de esta técnica requiere satisfacer muchas suposiciones (Southwood, 1978).

Varios métodos de marcar han sido utilizados con moluscos. Dundee (comunicación personal) defendió el uso de técnicas quirúrgicas (ejemplo, la remoción de un tentáculo), pero este procedimiento tiene la desventaja que debilita la babosa haciéndola susceptible a infecciones y no hay ninguna garantía que su comportamiento sea normal. Richter (1973) usó una técnica de herradura por congelamiento para identificar babosas individuales.

Marcas radioactivas fueron discutidas por Godan (1983). Ella reportó que  $P^{32}$  y  $Co^{58}$  fueron los isótopos más útiles. Las babosas marcadas permanecieron radiactivas por varias semanas y podrían ser detectadas desde 10 a 30 cm de distancia. Newell (1965) también estudió marcas radioactivas. Metales pesados podrían ser usados con babosas así como se han utilizado con insectos. Hunter (1968) marcó tres especies británicas de babosas alimentándolas en el laboratorio con agar teñido de rojo neutro. El tinte es tomado por la glándula digestiva y es visible externamente. Pinder (1974) reportó que dos especies de babosas británicas alimentadas en agar teñido de rojo neutro en el campo, se distinguieron externamente por varias semanas. Personal de la EAP (no publicado) confirmó que esta técnica da resultado con veronicéllidos de Honduras. Las babosas marcadas muestran un color rojizo especialmente a los lados.

Recientemente, A. Rueda de la EAP atrapó veronicéllidos albinos en Linaca, Departamento de El Paraíso. Este descubrimiento abre muchas oportunidades para estudios de marca-recaptura si el albinismo prueba ser de la misma especie la cual es económicamente importante en el área, si ésta característica no debilita la babosa y si es genéticamente estable.

Hunter (1968) reportó que la técnica de marcar y luego liberar, subestimó las densidades poblacionales de tres especies de babosas inglesas.

Cuadro 1. Características seleccionadas de métodos de muestreo que han sido probados con babosas veronicéllidos de Centroamérica.

Método	Referencia	Medición de la población total o población activada	Muestreo absoluto o relativo	Usado para experimentación o plagueo	Comentarios
Pequeñas posturas de cebo envenenado	Mancía, 1971	activada	relativo	experimentación, plagueo	Ampliamente usado para evaluación de formulaciones alternativas de cebo
Evaluación de daño de plantas y rendimiento	Wheeler y Peairs, 1980	activada	relativo	experimentación	Sólo debe ser utilizado conjuntamente con otros procedimientos de muestreo
Costales de yute sin cebo	Wheeler y Peairs, 1980	activada	relativo	plagueo	No recomendado por los autores
Costales de yute con cebo de metaldehído	Wheeler y Peairs, 1980	activada	relativo	plagueo	No se presentaron resultados

Cuadro 1. Continuación

Método	Referencia	Medición de la		Usado para experimentación o plagueo	Comentarios
		población total o población activada	Muestreo absoluto o relativo		
Observaciones nocturnas usando marcos y fuente de luz	Andrews, 1983	activada	absoluto (de activa- das) relativo (de total)	experimen- tación	Práctica común que puede ser confiable si se usa duran- te las noches en que la ma- yoría de las babosas se activan
Latas trampa con cebo	Andrews, 1983	activada	relativo	experimen- tación, plagueo	Práctica común de experi- mentación; poco factible de ser adoptada por agricul- tores
Búsqueda diurna en el suelo con rastrillo de mano	Andrews y Lema, 1986	total	absoluto	experimen- tación	Consume mucho tiempo y su confiabilidad es cuestio- nable
Lavado de suelo y tamizado	Personal de MIP (no publicado)	total	absoluto	experimen- tación	Extremadamente incómodo pero eficaz

## CONCLUSIONES

Aquellos métodos usados de muestreo que han sido probados con babosas veronicéllidos de Centroamérica se listan en el Cuadro 1. Ninguno de estos métodos han sido estudiados sistemáticamente y validado. Esta lista indica que algunos de los métodos más importantes y ampliamente aceptados por los malacólogos en otras partes del mundo no han sido probados en América Central. Un considerable trabajo nos espera antes de que seamos capaces de basar conclusiones -ya sea en investigación o producción- en datos que sabemos que son completamente confiables.

Los primeros estudios a ser conducidos deben aspirar a la selección de un procedimiento de muestreo absoluto estandar para ser usado en toda la región y bajo una variedad de condiciones agroecológicas. Los mejores candidatos para este propósito parecen ser los procedimientos de extracción y flotación. La técnica de marcar y luego recapturar es inadecuada para muchos propósitos de investigación. Subsecuentemente, será necesario establecer las relaciones entre el procedimiento de muestreo absoluto estandar y métodos seleccionados de muestreo relativo.

Si el mecanismo del "interruptor ecológico" puede ser definido y la activación del desarrollo de las babosas puede ser comprendido, entonces las observaciones nocturnas directas bajo condiciones ambientales ideales, podrían darnos estimados adecuados de la densidad poblacional absoluta con un mínimo esfuerzo. Sin embargo, aún en este caso, las observaciones nocturnas deben ser validadas y calibradas contra los métodos más incómodos pero definitivos.

Métodos de muestreos relativos usados en investigación no serán necesariamente útiles en un marco de producción. No es probable que los agricultores centroamericanos adopten técnicas tan complicadas como las trampas con cebos. Debemos proponer a nuestra clientela técnicas mucho más simples, menos costosas y que puedan ser comprendidas con facilidad. Tal vez el uso de pequeñas posturas de cebo o un número reducido de basuras trampas sería suficientemente confiable para tomar decisiones de si ejercer control o no. El agricultor tiene que tener conocimiento sobre la necesidad de muestrear solo bajo condiciones en que la babosa pudiera estar activa.

Actualmente, personal de la EAP está usando una regla empírica no validada de que el muestreo debe hacerse sólo durante la noche después de que la precipitación pluvial ha sido igual o mayor de 2 cm.

Lluvias fuertes durante la noche de muestreo invalida el esfuerzo. Indiferentemente del procedimiento de muestreo seleccionado, este debe de ser aplicable antes de la siembra del frijol.

El trabajo de Andrews y Lema (1980) demostró que era posible predecir la intensidad relativa del ataque de babosas en cinco parcelas hasta 10 semanas antes de la siembra del frijol usando procedimientos sencillos de muestreo relativo.

La anterior discusión ha enfocado en herramientas de muestreo y no discute ninguno de los componentes estadísticos esenciales para programas de muestreo válidos. Una vez que un material de muestreo es seleccionado, será necesario la definición del tamaño de la herramienta de muestreo (si puede ser variado), número de muestras a tomar, localización del muestreo y la frecuencia de muestreo.

## RECONOCIMIENTOS

Este documento se benefició de literatura proporcionada por el Dr. Robert Byers y por conversaciones con el Dr. Carl Barfield, Ing. Carlos Sobrado, Ing. Alfredo Rueda y virtualmente todo el personal del Departamento de Protección Vegetal de la EAP.

El trabajo fue apoyado por una donación de la USAID/Honduras (Número 522-0222).

## LITERATURA CITADA

ANDREWS, K. L. 1983. Trampa para determinar la densidad poblacional de la babosa, Yaginulus plebeius, plaga de frijol común. Turrialba 33:209-211.

ANDREWS, K. L. y F. Lema. 1986. Dinámica poblacional de la babosa, Yaginulus plebeius, en lotes de maíz-frijol en relevo. Turrialba 36(1):77-80.

ANDREWS, K. L. y A. H. de Mira. 1983. Relación entre densidad poblacional de la babosa Yaginulus plebeius y el daño en frijol común, Phaseolus vulgaris. Turrialba 33:165-168.

ATKINSON, H. J., N. H. E. Gibson y H. Evans. 1979. A study of common crop pests in allotment gardens around Leeds. Plant Pathol. 28:169-177.



- BARDNER, H. M. y R. A. Waines. 1964. Wireworm and slug damage to the potato crop in Scotland, 1954 to 1960. *Plant Pathol.* 13:15-19.
- BARNES, H. F. 1944. Discussion on slugs. I. Introduction, seasonal activity of slugs. *Ann. Appl. Biol.* 31:160-163.
- BARNES, H. F. y J. W. Weil. 1942. Baiting slugs using methaldehyde mixed with various substances. *Ann. Appl. Biol.* 29:56-68.
- BARNES, H. F. y J. W. Weil. 1944. Slugs in gardens: their numbers, activities and distribution. Part I. *J. Anim. Ecol.* 13:140-175.
- BARRY, B. D. 1969. Evaluation of chemicals for control of slugs on field corn in Ohio. *J. Econ. Entomol.* 62:1277-1279.
- BETT, J. A. 1960. The breeding seasons of slugs in gardens. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 135:559-568.
- BRUEL, W. E. van den, y R. Moens. 1958. Remarques sur les facteurs ecologiques influenciant l'efficacité de la lutte contre les limaces. *Parasítica* 14:135-148.
- CRAWFORD-SIDEBOTHMAN, T. J. 1972. The influence of weather upon the activity of slugs. *Oecology* 9:141-154.
- DUTHOIT, C. M. 1961. Assessing the activity of the field slug in cereals. *Plant Pathol.* 10:165.
- FRAIN, J. M. y P. F. Newell. 1983. Testing molluscicides against slugs the importance of assessing the residual population. *J. Molluscan Stud.* 49:164-173.
- GETZ, L. L. 1959. Notes on the ecology of slugs: *Arion circumscriptus*, *Deroceras reticulatum*, and *D. laeve*. *Am. Midl. Nat.* 61:485-498.
- GETZIN, L. W. 1965. Control of the gray garden slug with bait formulations of a carbamate molluscicide. *J. Econ. Entomol.* 58:158-159.
- GODAN, D. 1983. Pest slugs and snails: Biology and control. Springer-Verlag. Berlin. 445 pp.
- GOULD, H. J. 1961. Observations on slug damage to winter wheat in East Angolia, 1957-1959. *Plant Pathol.* 10:142-146.

- GOULD, H. J. 1965. Observations on the susceptibility of main crop potato varieties to slug damage. *Plant Pathol.* 14:109-111.
- GOULD, H. J. y D. Webley. 1972. Field trials for the control of slugs on winter wheat. *Plant Pathol.* 21:77-82.
- HOWITT, A. J. 1961. Chemical control of slugs in orchard grass-Landino white clover pastures in the Pacific northwest. *J. Econ. Entomol.* 54:778-781.
- HUNTER, P. J. 1968. Studies on slugs of arable ground. I. Sampling methods. *Malacología* 6:369-377.
- HUNTER, P. J., B. V. Symonds, and P. F. Newell. 1968. Potato leaf and stem damage by slugs. *Plant Pathol.* 17:161-164.
- MANCIA, J. E. 1971. Combate de la babosa de frijol, *Yaginulus plebeius* Fisher en El Salvador. Memoria de la XVII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá, Panamá. Frijol: documento de discusión. pp. 1-35.
- MENESES, R. 1985. Combate químico de la babosa (*Sarasinula* sp.) en El Rosario, Comayagua, Honduras, 1982. *CEIBA* 26:103-109.
- MILES, H. W., J. Wood, y I. Thomas. 1930. On the ecology and control of slugs. *Ann. Appl. Biol.* 18:370-400.
- MUSICK, G. J. 1972. Efficacy of phorate for control of slugs in field corn. *J. Econ. Entomol.* 65:220-222.
- NEWELL, P. F. 1970. Molluscs: methods for estimating production and energy flow. In J. Phillipson, cd. *Methods of Study in Soil Ecology*. UNESCO, Paris, France. 285-291 pp.
- PALLANT, D. 1974a. Daytime resting sites of *Agriolimax reticulatus* (Müller) and *Arion intermedius* Normand on grassland. *J. Conchol.* 28:185-191.
- PALLANT, D. 1974b. An energy budget for *Agriolimax reticulatus* (Müller) on grassland. *J. Conchol.* 28:243-245.

- PINDER, L. C. V. 1974. The ecology of slugs in potato crops, with special reference to the differential susceptibility of potato cultivars to slug damage. *J. Appl. Ecol.* 11:439-451.
- RAYNER, J. M. 1975. Experiments on the control of slugs in potatoes by means of molluscicidal baits. *Plant Pathol.* 24:167-171.
- RAYNER, J. M., A. M. Brock, N. French, H. J. Gould, y S. Lewis. 1978. Further experiments on the control of slugs in potatoes by means of molluscicidal baits. *Plant Pathol.* 27:186-193.
- RICHTER, K. O. 1973. Freeze-branding for individually marking the banana slug: *Ariolimax columbianus* G. *Northwest Sci.* 47:109-113.
- ROLLO, C. D. y C. R. Ellis. 1974. Sampling methods for the slugs, *Deroceras reticulatum* (Müller), *D. laeve* (Müller), and *Arion fasciatus* Nilsson in Ontario corn fields. *Proc. Entomol. Soc. Ontario* 105:89-95.
- RUNHAM, N. W. y P. J. Hunter. 1970. Terrestrial slugs. Hutchinson Univ. Library, London, England. 184 pp.
- SMITH, F. F. y A. L. Boswell. 1970. New baits and attractants for slugs. *J. Econ. Entomol.* 63:1919-1922.
- SOBRADO, C. y K. L. Andrews. 1985. Control cultural y mecánico de la babosa, *Sarasinula plebeia* (Fischer) antes de la siembra de frijol. *CEIBA* 26:83-89.
- SOUTH, A. 1964. Estimation of slug populations. *Ann. Appl. Biol.* 53:251-258.
- SOUTH, A. 1965. Biology and ecology of *Agrilolimax reticulatus* (Müll.) and other slugs: spatial distribution. *J. Anim. Ecol.* 34:403-417.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations, 2nd ed. Chapman and Hall, London. 524 pp.
- STEPHENSON, J. W. 1967. The distribution of slugs in a potato crop. *J. Appl. Ecol.* 4:129-135.
- SYMONDS, B. V. 1973. The early prediction of slug damage to potatoes. *Plant Pathol.* 22:30-34.

- SYMONDS, B. V. 1975. Evaluation of potential molluscicides for the control of the field slug, *Agriolimax reticulatus* (Müll.). *Plant Pathol.* 24:1-9.
- THOMAS, D. C. 1944. Discussion on slugs. II. Field sampling for slugs. *Ann. Appl. Biol.* 31:163-164.
- THOMAS, D. . 1947. Some observations of damage to potatoes by slugs. *Ann. Appl. Biol.* 34:246-251.
- WEBLEY, D. 1962. Experiments with slug baits in South Wales. *Ann. Appl. Biol.* 50:129-136.
- WEBLEY, D. 1963. Experiments with slug baits in 1959. *Plant Pathol.* 12:19-20.
- WEBLEY, D. 1964. Slug activity in relation to weather. *Ann. Appl. Biol.* 53:407-414.
- WEBLEY, D. 1965. Aspects of trapping slugs with metaldehyde and bran. *Ann. Appl. Biol.* 56:37-45.
- WHEELER, G. 1980. Estudios preliminares para el control de la babosa y *Apion* en el cultivo de frijol. Páginas F2/1-F2/13 In Memoria de la Reunión Anual del PNIA, La Esperanza, Honduras. Febrero 25-29, 1980.
- WHEELER, G. S. y F. B. Peairs. 1980. Investigación en el control de la babosa en el frijol común en Honduras. Memoria de la XXVI Reunión del PCCMCA, Guatemala, Guatemala. Sin paginación.
- WHITE, A. R. 1959. Observations on slug activity in a Northumberland garden. *Plant Pathol.* 8:62-68.