

RAICES ANDINAS

Contribuciones al conocimiento y a la capacitación

II. Enfermedades de raíces andinas

10 Propuesta de manejo integrado de las chisas (Coleoptera, Melonthidae) en el cultivo de arracacha

Norma Vásquez¹, Guillermo Sánchez¹

Introducción

El municipio de Cajamarca, Tolima, produce el 60 % de la arracacha que consume Colombia, en zonas de ladera de clima medio, en monocultivo o asociada con frutales y hortalizas. Tiene como principales problemas el ataque de plagas del suelo (chisas) que son responsables de la pérdida de 15 000 t/año; su control ha generado el uso indiscriminado de pesticidas ocasionando una fuerte contaminación ambiental. Con el fin de desarrollar un sistema de manejo se realizaron estudios de taxonomía, dinámica poblacional y reconocimiento de la fauna benéfica que suministraron la información básica para diseñar metodologías eficientes de manejo y control. Se registraron ocho

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

géneros de *Coleoptera Melolonthidae* asociados al sistema de producción cuya importancia económica está relacionada con la altitud y la cobertura vegetal.

La localización de las larvas de cada género varía según la profundidad y humedad del suelo, instar larval y edad del cultivo. La emergencia de adultos ocurre en dos periodos definidos del año. Existen controladores naturales que pueden ser usados en forma comercial; los más importantes son *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus pos. lentimorbus*. Se propone una metodología para el manejo de las chisas en la zona, que comprende dos aspectos principales: el manejo integrado de larvas y adultos con base en el incremento y conservación del control natural mediante el uso de patógenos a nivel comercial y el empleo de prácticas agronómicas, físicas y mecánicas de control.

El sistema de producción de la arracacha en el Municipio de Cajamarca se caracteriza por desarrollarse en zonas de ladera con variadas formas de explotación de la tierra, alto uso de mano de obra familiar y diversos arreglos y asociación de cultivos. La producción asciende a 60 000 t/año que tienen como destino principal los mercados de Bogotá, Cali y el viejo Caldas (CORPOICA, 1994).

Tiene como principal limitante la alta incidencia de plagas del suelo, uso indiscriminado de agroquímicos, alto índice de contaminación y alta erosión; se calcula pérdidas aproximadas de 15 000 t/año ocasionado por ataque de chisas. Su control representa el 22 % de los costos de producción y se realiza con productos de categoría toxicológica (CORPOICA, 1995).

El ataque se inicia desde el momento de la siembra, cuando las larvas dañan el colino produciendo retraso en el desarrollo y aumento de los costos por resiembra; cuando la raíz de absorción se convierte en raíz de acumulación, el daño impide que se formen arracachas comerciales, y cuando el cultivo está próximo a la cosecha el daño de la chisa puede producir la pérdida total del producto.

Con el fin de obtener información para el establecimiento de un sistema de manejo integrado del cultivo se realizaron estudios de biología y dinámica poblacional de las diferentes especies, reconocimiento y evaluación de la fauna benéfica, fisiología y manejo del cultivo, relacionando la plaga con su daño para establecer un sistema de manejo eficiente, económico y ecológico.

Materiales y métodos

Los estudios bioecológicos se efectuaron en las diferentes áreas cultivadas con arracacha del Municipio de Cajamarca en el Departamento del Tolima. Este municipio se encuentra localizado sobre la cordillera central al noroccidente del departamento a 4° 26' de latitud norte y 75° 26' de longitud oeste, con altitudes de 1 500-3 000 msnm; temperaturas entre 13 y 22 °C y humedad relativa de 85 %. La región está clasificada como bosque muy húmedo subtropical (Bmh-st), tiene una precipitación promedio de 1 150 ml/año con una distribución binodal (Holdrige, 1990; HIMAT, 1994).

Los suelos son derivados de ceniza volcánica, poco evolucionados, de tipo humífero y reacción ácida, de textura liviana, profundos, con buena permeabilidad. El relieve es quebrado con pendientes que sobrepasan el 70% (IGAC, 1994).

Para los estudios taxonómicos se recolectaron especímenes de larvas y adultos en 30 veredas productoras de arracacha, en altitudes comprendidas entre 1 400 y 2 700 msnm. Se realizaron análisis de laboratorio para identificación de géneros, utilizando las claves taxonómicas de Ritcher (1996) y Morón (1995). Además, se hicieron comparaciones con especímenes de la colección entomológica Luis María Murillo del C.I. Tibaitatá (ICA, 1992).

Los estudios de dinámica poblacional de larvas se efectuaron a través de muestreos de campo, tomando un área de suelo de 0.09 m² hasta una profundidad de 0.30 m donde se contabilizó la presencia y números de los diferentes estados del insecto y de sus enemigos naturales.

La dinámica poblacional de adultos se determinó mediante la captura en trampas de luz negra, localizadas en diferentes sitios y alturas durante los meses de emergencia.

El trapeo se realizó una vez por semana entre las 18:00 y 01:00 horas, registrándose el número de géneros presentes por hora de muestreo.

La evaluación del control natural en larvas y adultos se realizó en forma simultánea con los muestreos de dinámica poblacional, colectando especímenes con síntomas de acción de parásitos, predadores o patógenos; este material fue llevado al laboratorio de Fitopatología del C.I. Nataima donde se realizó el aislamiento y la identificación.

En el Laboratorio de Sanidad Vegetal del ICA en Ibagué se realizaron pruebas de patogenicidad de los principales hongos entomopatógenos a través de la Universidad del Tolima; en estos trabajos se determinó la DL50 y el TL50 de los hongos sobre algunos géneros de chisas.

Los estudios de fisiología se efectuaron mediante ensayos de campo con muestreos destructivos y determinación de parámetros fisiológicos en el Laboratorio del C.I. Nataima.

Los ensayos de manejo agronómico se establecieron en cuatro localidades de altitudes comprendidas entre los 1 800 y 2 400 msnm. Se utilizó el diseño experimental parcelas divididas con cuatro repeticiones donde las parcelas principales fueron las distancias entre surcos 1.0 y 1.2 m y las sub-parcelas fueron las distancias entre plantas 0.4, 0.5, 0.6 y 0.7 m. Se empleó semilla vegetativa de las variedades amarilla paliverde y amarilla palirucia, procedentes de la zona y se efectuaron las labores acostumbradas en los cultivos comerciales.

Los datos fueron transformados y sometidos a análisis de área bajo la curva para conocer la tendencia de la población acumulada, cálculo de promedios, desviaciones, histogramas de frecuencia, análisis de Probit, análisis de variancia, pruebas de comparación múltiple, análisis de regresión y correlación.

Resultados y discusión

Especies relacionadas. Los géneros de chisas registrados en este sistema de producción son insectos del orden Coleóptera, ubicados actualmente en la familia Melolonthidae (Morón y Terrón, 1988), anteriormente Scarabaeidae (Blackwelder, 1944). En el Municipio de Cajamarca existen ocho géneros de importancia agrícola correspondientes a tres subfamilias relacionadas en la Figura 1.

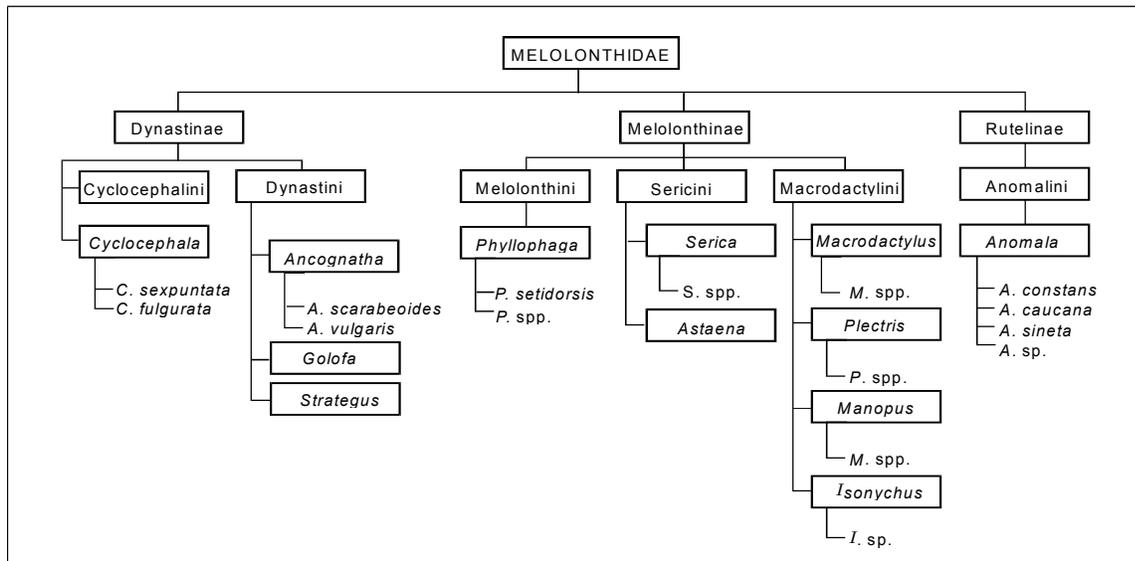


Figura 1. Coleópteros relacionados con el cultivo de arracacha – ubicación taxonómica.

Los géneros registrados se encuentran ampliamente distribuidos en los agroecosistemas colombianos atacando diferentes cultivos (Posada, 1985). Su mayor incidencia se ha reportado en los departamentos de Antioquía (Londoño y Pérez, 1994); (Montoya *et al.*, 1994); Cundinamarca (Posada y Ruiz, 1985); Cauca (Pardo *et al.*, 1993) y Tolima (Cuadros *et al.*, 1988).

Movimiento poblacional de larvas

Dentro de un manejo integrado de plagas del suelo es preciso conocer, además del movimiento poblacional durante el año en el cultivo, la localización de las larvas en el perfil del suelo para determinar las estrategias de manejo.

Distribución en el suelo. Dentro del perfil del suelo en forma vertical cada género tiene su distribución característica; se encontraron en promedio 10 larvas por planta localizadas entre 10 y 40 cm de profundidad: las larvas del género *Phyllophaga* entre 13 y 30 cm, las del género *Anomala* entre 12 y 46 y las de los género *Macroductylus* e *Isonychus* entre 11 y 27 cm. Esto hace que los controles aplicados por los agricultores

sean ineficientes, dada la dificultad de localizar los productos a la profundidad requerida (Figura 2).

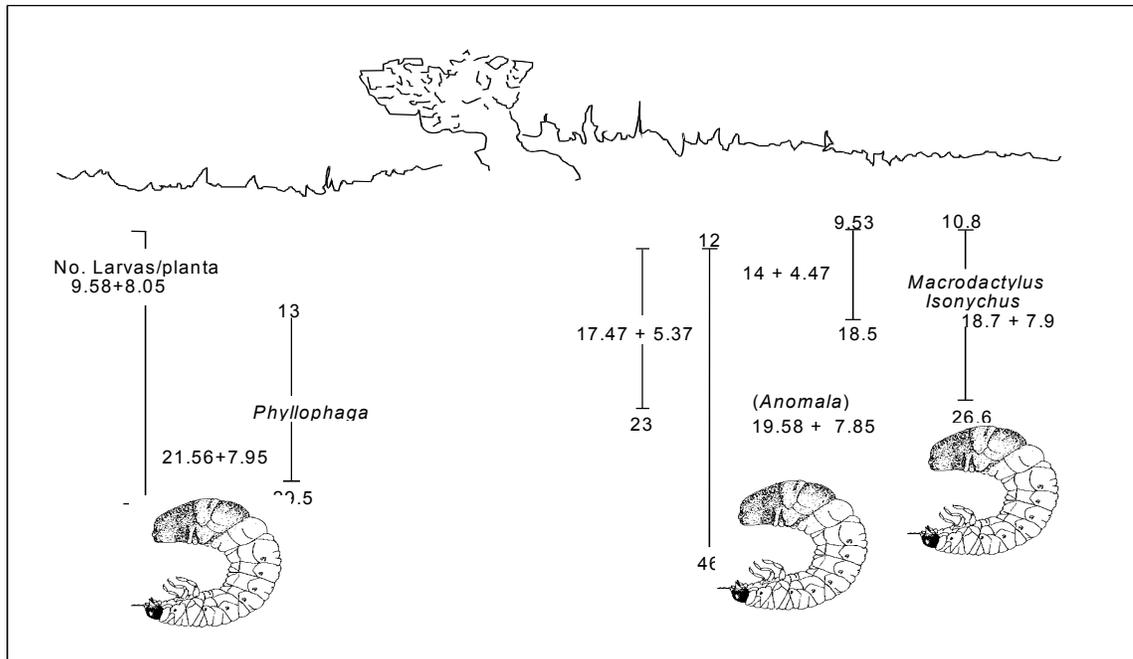


Figura 2. Distribución en el suelo de tres géneros de chisas. Cajamarca, Recreo Bajo, Potrerito. 1994.

Distribución por altura. La altitud determina en gran medida la presencia de las especies que, a pesar de estar distribuidas ampliamente, predominan en determinados rangos de altitud. La más amplia distribución correspondió al género *Phyllophaga*, ubicado entre 1 800 a 2 500 msnm, siendo más abundante entre 2 150 y 2 260 msnm. El género *Cyclocephala* predomina entre 2 000-2 260 msnm y *Anomala* es importante por debajo de 1 900-2 400 msnm (Figura 3).

Los géneros *Macroductylus* e *Isonychus* se distribuyen de 1 850–2 450 msnm con mayor presencia a 1 860 y 2 400 msnm; *Serica* y *Plectris* se encontraron en todas las altitudes, presentándose el género *Serica* en mayor proporción a 1 860 y 2 450 msnm (Figura 4).

Movimiento poblacional versus edad del cultivo. El análisis periódico de muestras de suelo durante el ciclo del cultivo demostró que la planta está sometida al daño de las chisas desde la siembra hasta la cosecha, acrecentándose el daño a partir de los 210 días, cuando se presenta la máxima acumulación de carbohidratos en las raíces tuberosas. En la Figura 5 se muestra el número de larvas encontradas por muestreo y su población acumulada durante 316 días de ciclo que ascendió a 250 000 larvas por hectárea.

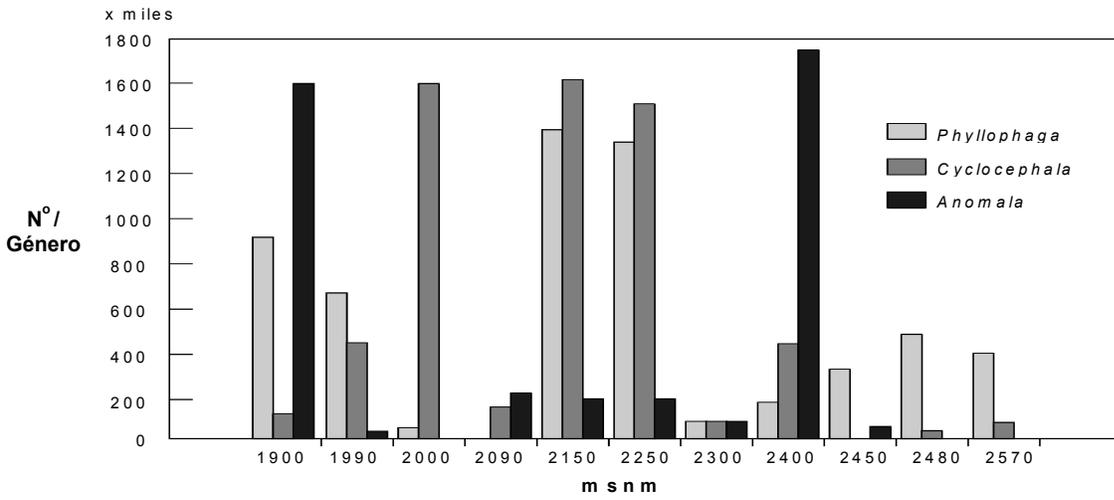


Figura 3. Distribución de géneros de *Melolonthidae* según altitud en la zona de Cajamarca. 1994.

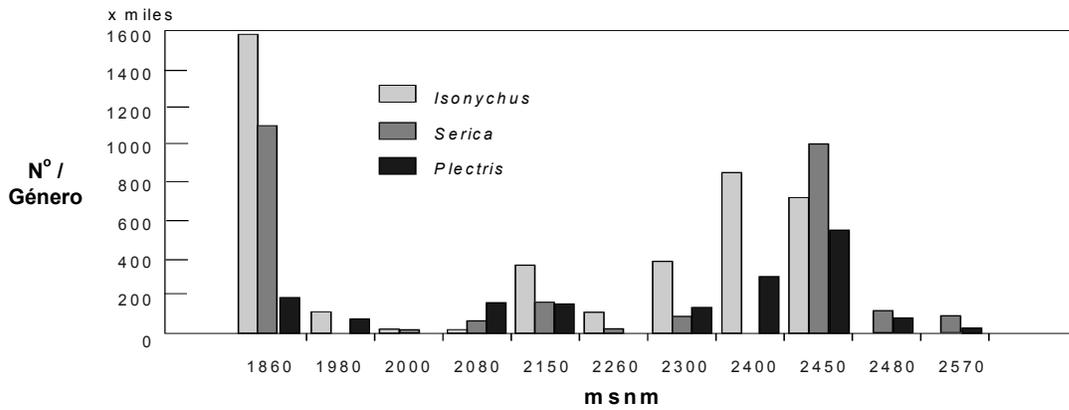


Figura 4. Distribución de géneros *Melolonthidae* según altitud en la zona de Cajamarca. 1994.

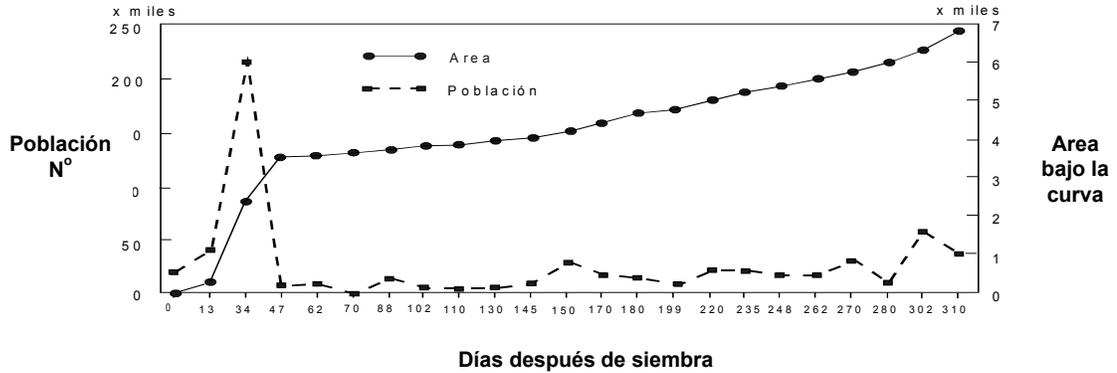


Figura 5. Movimiento poblacional y presión de chisas en arracacha. Cajamarca, Vereda Recreo Bajo, Finca Potrerito. 1993-1994.

En la cosecha 1993-94 las mayores poblaciones se presentaron entre la siembra y los 47 días; para la cosecha 1994-95 la mayor incidencia se observó hasta 73 días de edad del cultivo, lo que está estrechamente relacionado con la fecha de siembra y el ciclo de vida del insecto en campo (Figura 6).

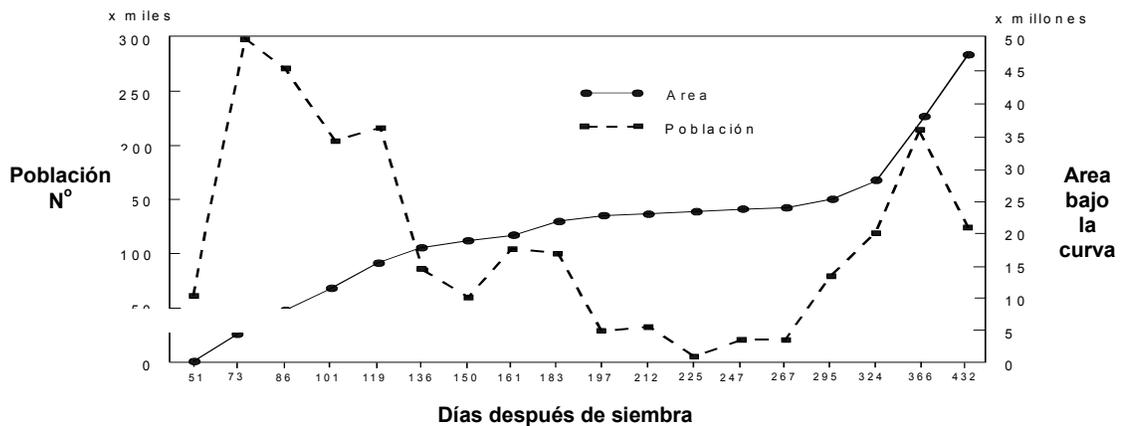


Figura 6. Movimiento poblacional y presión de chisas en arracacha. Cajamarca, Vereda Recreo Bajo, Finca Potrerito. 1994-1995.

En las Figuras 7 y 8 se muestra que la planta durante todo el ciclo puede estar sometida a la presión de los instares larvales y que las larvas medianas y grandes son las de mayor importancia económica.

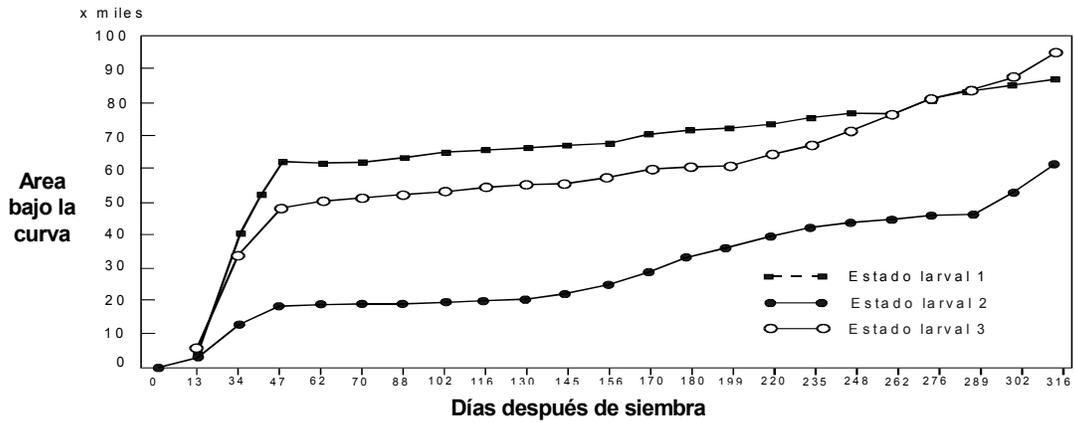


Figura 7. Movimiento poblacional de los tres estados de las chisas en arracacha. Cajamarca, Recreo Bajo, Finca Potrerito. 1993-1994.

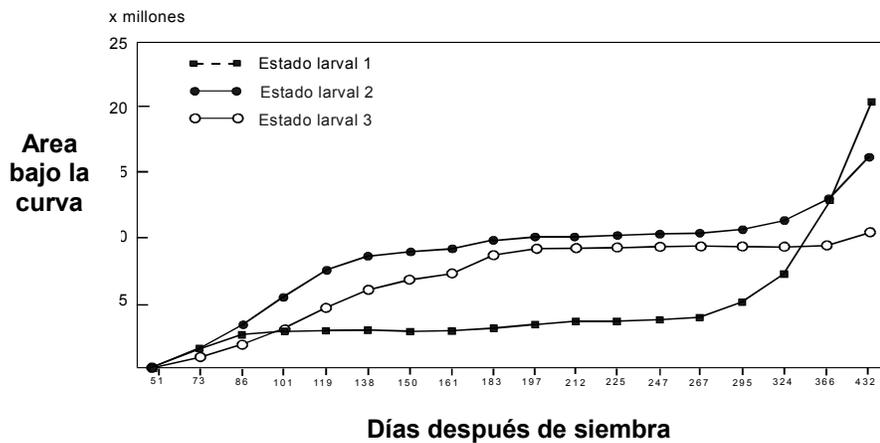


Figura 8. Movimiento poblacional de los tres estados larvales de las chisas en arracacha. Cajamarca, Recreo Bajo, Finca Potrerito. 1994-1995.

Composición poblacional de larvas. En términos generales se observó que la composición de la población de chisas en la región corresponde a 24.8 % *Cyclocephala*, 23.6 % *Phyllophaga*, 17.1 % *Macroductylus* e *Isonychus*, 16.8 % *Anomala*, 11 % *Seria* y 6.7 % *Plectris*.

Ciclo de vida en campo. En la Figura 9 se presentan en forma general el movimiento poblacional de los tres instares larvales y adultos de los ocho géneros registrados durante 1994-95; se puede observar que los adultos tienen dos épocas de emergencia definidas, una a partir de febrero hasta junio, donde se tiene la mayor salida de adultos y una mayor emergencia a partir de setiembre hasta mediados de noviembre con poblaciones bajas. La

emergencia está estrechamente relacionada con el inicio del período de lluvias en la zona.

La presencia de los diferentes estados larvales en el suelo varía según el instar larval y existen meses durante los cuales la abundancia de ellas permite que se realice un mayor daño en los diferentes cultivos.

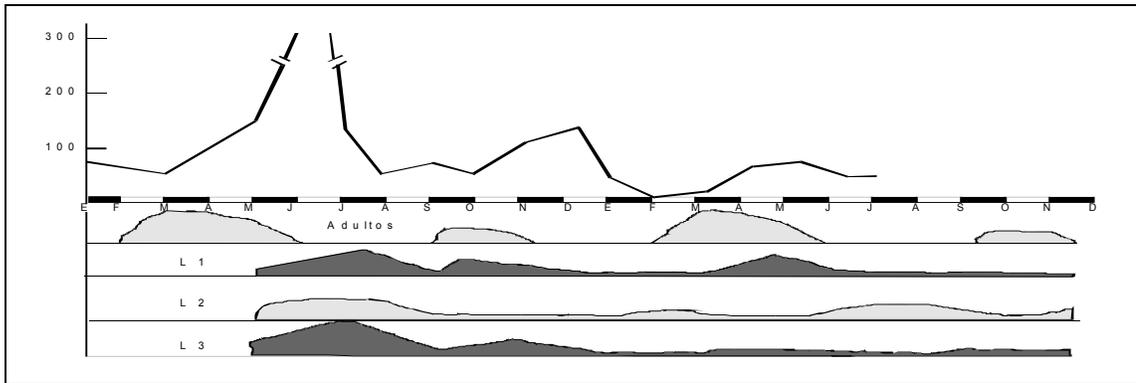


Figura 9. Ciclo general de vida en campo de siete géneros de Melolonthidae registrados en Cajamarca, Recreo Bajo; 1 860 msnm. 1994-95.

Al analizar por separado las diferentes especies, se observó que el movimiento poblacional varía para cada una de ellas (Figura 10). Los estados larvales de *Phyllophaga* presentan un movimiento poblacional diferente a los de *Anomala*, existiendo una continuidad de daño provocado por un relevo de los diferentes instares larvales. Esta es la razón por la cual se debe conocer la o las especies predominantes en las diferentes altitudes.

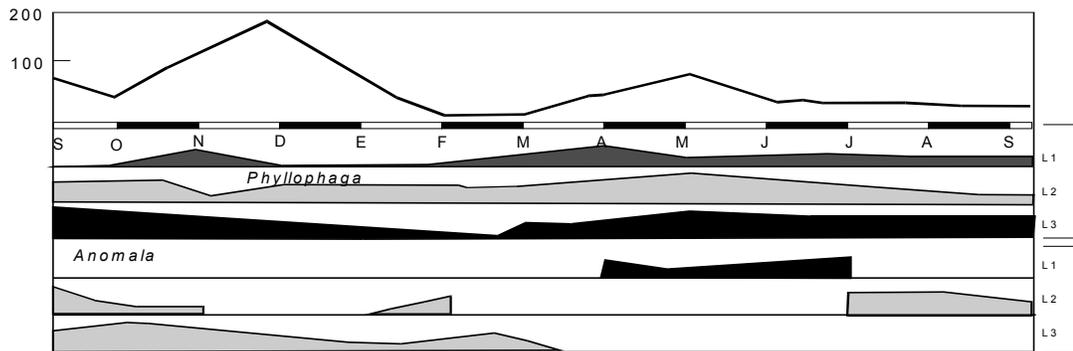


Figura 10. Ciclo de vida en campo para los géneros de *Phyllophaga* y *Anomala* bajo condiciones de Cajamarca, Recreo Bajo; 1,860 msnm. 1994-95.

Plantas hospedantes. Las larvas de la mayoría de los coleópteros edáficos tiene hábitos rizófagos; el primer estado larval suele alimentarse de materia orgánica y las larvas del segundo y tercer instar, cuando no existe un cultivo establecido pueden alimentarse de las raíces fibrosas de malezas, pastos o materia orgánica en descomposición.

Movimiento poblacional de adultos

Epocas de emergencia. Se estableció que en la zona se presentan durante todo el año dos épocas de emergencia de adultos, la primera de marzo a mayo, la de mayor importancia, y la segunda en setiembre. La mayor parte de la población emerge durante el mes de abril y la emergencia total acumulada durante los tres meses fue de 5 millones de adultos en 1994 (Figura 11).

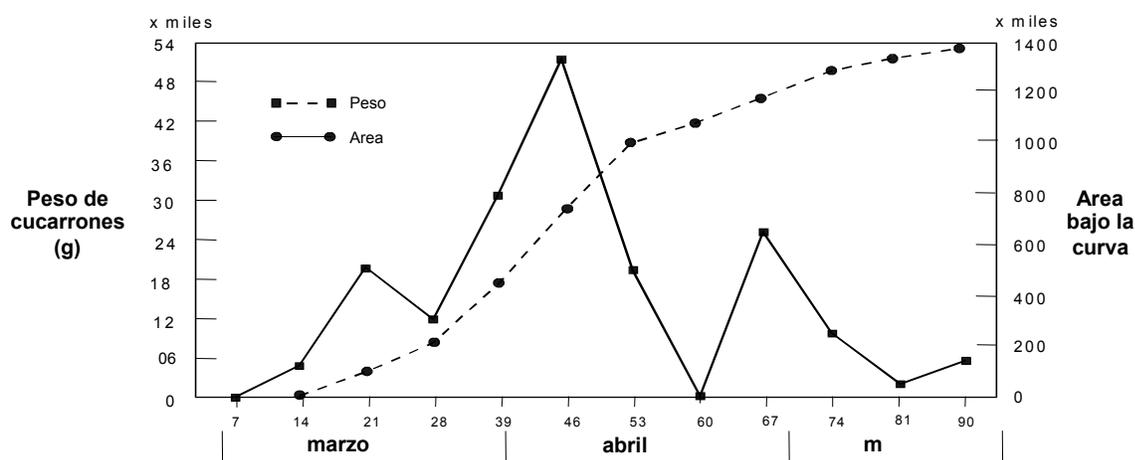


Figura 11. Recolección total de adultos durante la época de emergencia. Cajamarca, 1994.

En la Figura 12 se registra la emergencia durante 1995, iniciada en febrero con un máximo de población entre el 15 de febrero y el 15 de marzo, observándose un adelanto en la salida de adultos en relación con el año anterior, posiblemente causada por efectos de las precipitaciones ocurridas en noviembre-diciembre, 1994.

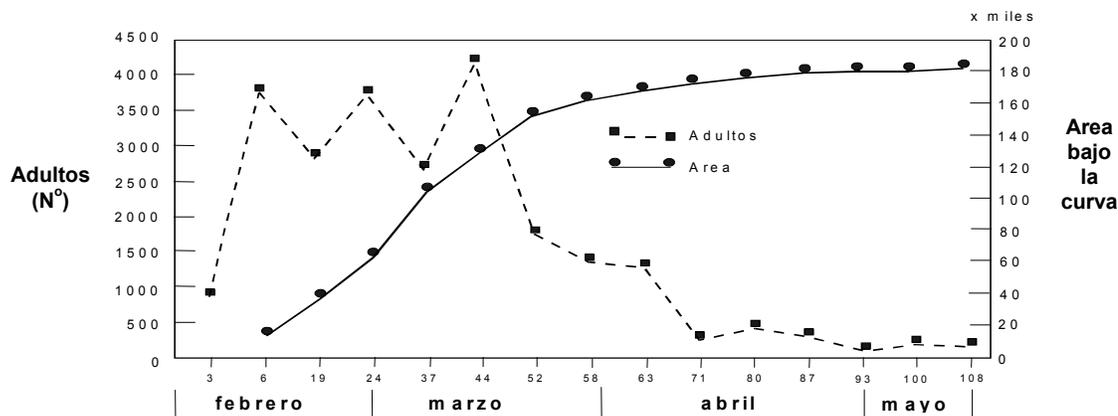


Figura 12. Recolección total de adultos en trampas de luz, durante la época de emergencia en la zona de Cajamarca, 1994.

Desde 1992 se adelanta en el Municipio de Cajamarca la campaña "Controlemos una plaga", inicialmente por medio de la UMATA y actualmente a cargo de la oficina de Asistencia Técnica Agrícola (ATA) logrando los siguientes resultados: En 1992 se capturaron 91 kg de cucarrones; en 1993, 124 kg; en 1994, 184 kg y en 1995, solamente llegó a 67 kg (Parra, 1995 comunicación personal). Este descenso en captura de adultos permite mostrar que un método de control es eficiente cuando existe una participación de la comunidad en colaboración con los entes gubernamentales (Figura 13).

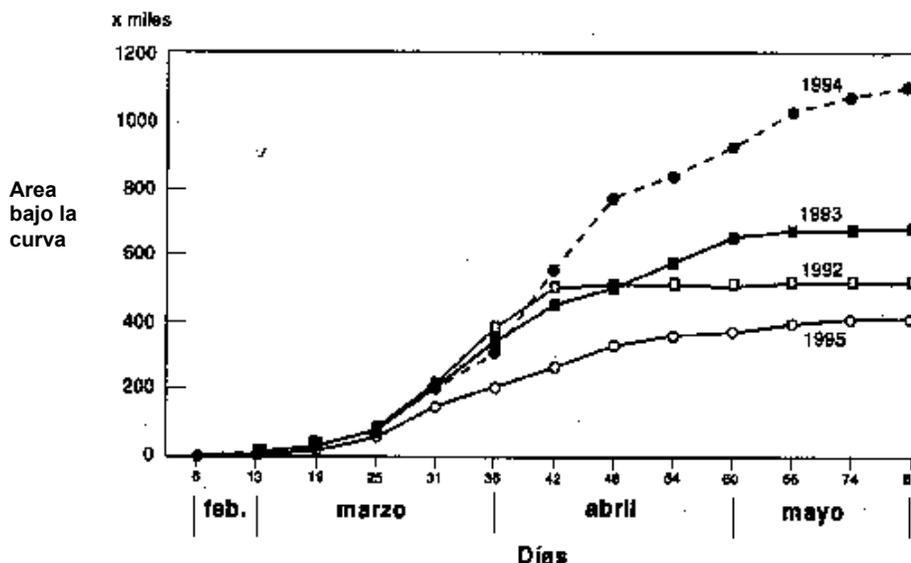


Figura 13. Peso acumulado de adultos. Campaña "Controlemos una plaga". 1993-95.

La utilización de trampas de luz como medio eficaz de control físico representa una fuerte disminución de población para la cosecha siguiente, en la medida que los agricultores adopten la recolección y destrucción de adultos en forma masiva.

Este tipo de trampas proporcionó excelentes resultados en cultivos de papa de La Unión, Antioquia para capturar adultos de *Ancognatha*, *Serica*, *Cyclocephala*, *Golofa*, *Heterogonphus*, *Podischnus*, *Phyllophaga* e *Isonychus* (Montoya *et al.*, 1994). En el departamento del Caquetá para captura de *Eutheola bidentata* Burmeister, los mejores resultados se obtuvieron con luz negra y blanca (Vásquez y Sánchez, 1990).

Actividad de vuelo

Los adultos de la chisa tienen hábitos nocturnos y presentan la mayor actividad de vuelo entre siete y 10 de la noche, cuando emergen del suelo para copular o alimentarse; se presentan comportamientos diferentes según la especie y la altitud, por ejemplo: el género *Ancognatha* en las alturas superiores a 2 000 msnm se captura hasta las primeras horas de la madrugada, mientras que *Isonychus* a esta misma altura emerge entre las 18:00 y 20:00 horas. Esta característica debe ser tomada en cuenta para el diseño de estrategias de control (Figura 14).

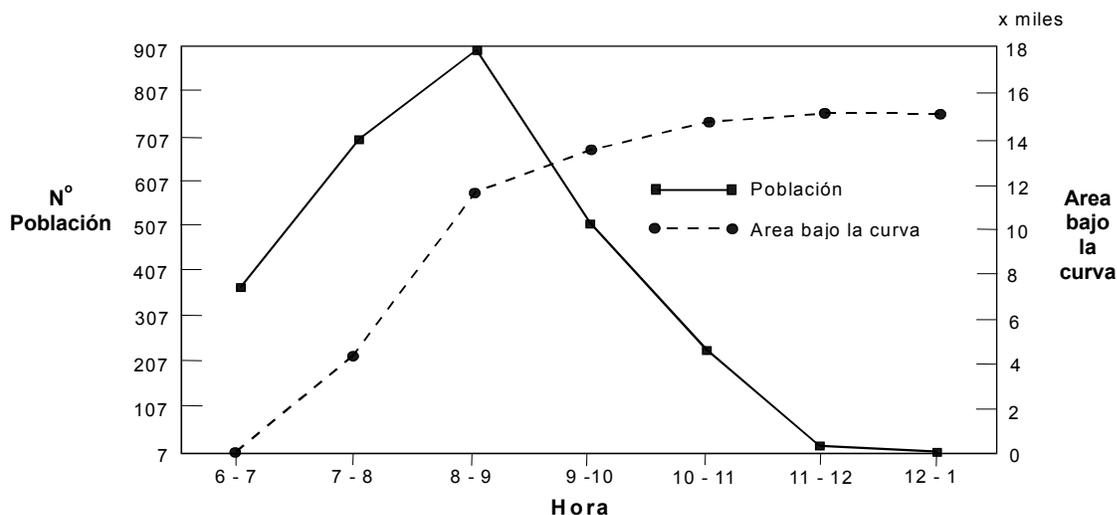


Figura 14. Movimiento de la población de adultos durante la noche. Cajamarca, 1994.

Composición poblacional de adultos. La mayor emergencia de adultos correspondió al género *Cyclocephala*, en marzo, la captura representó un 59.2 %; 14 % de *Isonychus*; 3.4 % de *Ancognatha*; 2.5 % de *Serica*. En abril se capturó *Cyclocephala* 60.2 %, *Anomala* 10.8 %, *Isonychus* 3.5 %, *Phyllophaga* 2.9 %, *Serica* 1.9 % y *Plectris* 1.7 %. Esta información demuestra que es necesario intensificar el trapeo durante el primer periodo de emergencia como medio de control físico mediante captura y recolección o como estrategia para implementar controles microbiológicos.

Plantas hospedantes. Los adultos tienen una notable preferencia por el follaje verde de plantas arbustivas y arborescentes. El género *Phyllophaga* se encontró alimentándose de

brevo (*Ficus carica* L.), mora de castilla (*Rubus glaucus* Bnth), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sent) y urapan (*Fraxinus chinensis* Roxb); según Morón (1986), las especies de este género son las que tienen el rango más amplio de hospedantes vegetales, ya que consumen follaje de los representantes de 23 familias de Angiospermas y de una familia de Gymnospermas. Adultos de los géneros *Serica*, *Isonychus* y *Macroductylus* se encontraron en flores de chilca (*Baccharis floribunda*), mortiño (*Clidemia* sp., *Plectris* sp. en mora, nacedero (*Trichantera gigantea*, H. et B. Stevel), frutillo (*Solanum torvum*) y guayaba (*Psidium guajaba* L.).

Enemigos naturales

Bajo condiciones naturales existen organismos benéficos que regulan la población de insectos; es necesario identificar estos agentes de control, aislarlos, multiplicarlos y evaluar su acción para decidir su posible aplicación comercial.

El reconocimiento y la evaluación de la fauna benéfica permitieron registrar la presencia de:

Hongos

Metarrhizium anisopliae (Metch) Sorokin

Beauveria bassiana (Bals.) Vuillemin

Septobasidium sp.

En larvas de *Phyllophaga*, *Anomala* y *Cyclocephala*, y en adultos de *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Serica*.

Su presencia en larvas se evidencia por la aparición de puntos de entrada de color oscuro alrededor de los espiráculos, en medio de los tarsos, cerca a la región anal, entre los pliegues abdominales o en la unión de la cabeza con el tórax; posteriormente se presenta esporulación, de color verde para *Metarrhizium*, blanco en *Beauveria* y rosado en *Septobasidium* en larvas y adultos.

Nematodos

Hexameris (Mermithidae)

En larvas de *Phyllophaga*, *Anomala*, *Serica* y *Plectris*.

El nematodo consume el tejido graso y es posible observarlo a través del integumento. La infestación ocurre cuando la larva consume huevos del nematodo presentes en el suelo o cuando éste penetra en la cutícula.

Bacterias

Bacillus pos. lentimorbus

En larvas de *Phyllophaga*, *Anomala*, *Cyclocephala*, *Plectris*, *Isonychus*, *Macroductylus* y *Ancognatha*.

La infección ocurre vía oral, la larva toma una apariencia lechosa y consistencia blanda; en estados avanzados se torna negra y finalmente se descompone quedando sólo la cutícula.

Virus

Sin identificar en larvas de *Ancognatha*.

Es ingerido por vía oral al consumir la materia orgánica infectada, la parte final del abdomen se torna transparente, flácida y finalmente se descompone.

Parasitoides

Tiphia (Tiphidae) y *Scoliidae*

En larvas de *Phyllophaga*, *Anomala*, *Plectris* y *Cyclocephala*.

El adulto del parasitoide oviposita sobre la región ventral del abdomen, de donde sale la larva que se alimenta externamente del huésped; posteriormente se separa para empupar cerca del cadáver de la larva, donde se puede encontrar el pupario que tiene forma ahusada y coloración marrón.

Estos organismos se encuentran presentes y actuando durante el ciclo del cultivo, pero su población es baja en relación con la presión de la plaga especialmente durante los primeros 150 días. Las bacterias ejercieron mayor control, seguidas por el nematodo *Hexamermis* y los hongos entomopatógenos, en la cosecha 1993-94. Para la cosecha 1994-95 se observó el mismo comportamiento en las bacterias, pero se incrementó en los parasitoides durante los primeros 100 días con apariciones esporádicas posteriores (Figura 15 y 16).

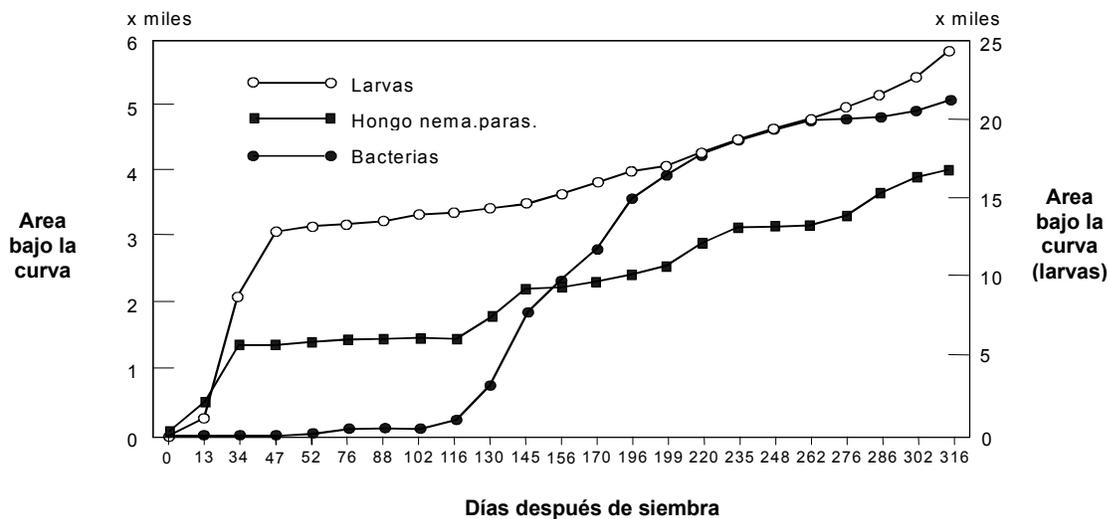


Figura 15. Movimiento del control natural y presión de chisas en arracacha. Cajamarca, Vereda Recreo Bajo, Finca Potrerito, 1993-94.

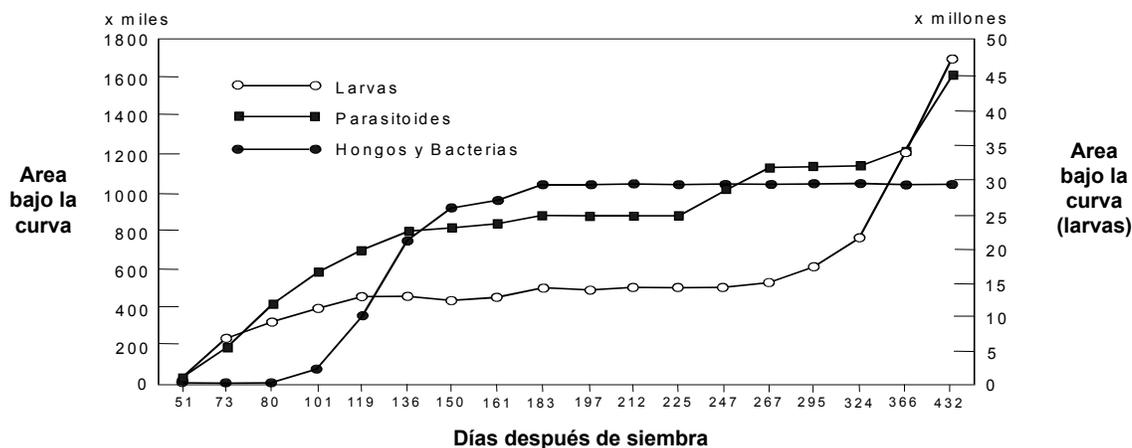


Figura 16. Movimiento del control natural y presión de chisas en arracacha. Cajamarca, Vereda Recreo Bajo, Finca Potrerito, 1994-95.

Se realizaron pruebas de patogenicidad de los hongos encontrados sobre los principales géneros de chisas con los siguientes resultados: Los géneros *Serica* y *Plectris* fueron más susceptibles a la acción de *Metarrhizium anisopliae* que los géneros *Macroductylus* e *Isonychus* con una DL50 de 8×10^3 y 2×10^4 conidias/ml al cabo de 22 y 47 días respectivamente (Lozano y Rodríguez, 1995). Las larvas del género *Phyllophaga* presentaron susceptibilidad a *Septobasidium* sp. Con una DL50 de 1.6×10^6 conidias/ml (Cortés y Laserna, 1996).

La eficiencia de las cepas nativas fue mayor que cuando se usaron productos comerciales como Bauveril y Dextruxin que requieren dosis altas (2 kg/ha), según los trabajos realizados por Prieto y Montoya, (1994); Jiménez y Troncoso, (1994). La mezcla de estos productos tampoco fue eficiente para el control cuando se aplicó directamente en campo y al momento de la siembra (Rivera, 1992).

El uso de cepas tiene una mayor acción sobre el insecto y no afecta a otros organismos benéficos presentes en el medio; Acevedo (1994) afirma que cepas de *M. anisopliae* aislada de Coleópteros son patógenos únicamente para la especie de insecto donde fueron aisladas y que las conidias pueden germinar sobre el integumento de otros insectos, pero que no son capaces de penetrarlo, y si alcanzan a hacerlo son rápidamente encapsuladas.

Bajo condiciones de campo existen interacciones entre los patógenos favoreciendo el control; larvas de *Macroductylus* e *Isonychus* tratadas con *M. anisopliae* mostraron mayor incidencia del hongo *Septobasidium* sp. a medida que aumenta la concentración aplicada (Lozano y Rodríguez, 1995).

En laboratorio se observó que las larvas con signos de penetración de hongos desarrollan rápidamente bacterias del género *Bacillus*, adquiridas en campo.

Manejo de plagas

La metodología que aquí se propone para el manejo de plagas del suelo en el cultivo de arracacha, es el resultado de la investigación realizada durante los años 1993 a 1995 en la zona productora del Municipio de Cajamarca. Es tan complejo el problema de chisas en la zona que se hizo necesario relacionar cada uno de los factores biológicos y ecológicos que interactúan con la planta-insecto-medio, así como con los factores exógenos que pueden en un momento dado modificar el comportamiento del insecto y causar fluctuaciones de importancia económica.

En la Figura 17, podemos observar que el manejo integrado de las chisas para la zona no solamente está relacionado con la arracacha, sino tiene que ver con los cultivos de rotación, la altitud, el uso de plaguicidas en forma general y la especie o especies presentes competitivas entre sí.

Control cultural

La fecha de siembra más conveniente para la zona está comprendida entre marzo y mayo, siempre y cuando se coseche a los 12 meses, que según el ciclo de vida en campo de las chisas estudiadas, este periodo corresponde a la menor población de larvas dañinas en los meses de máximo llenado de los tubérculos, lo que asegura un producto sano y de buena calidad para el mercado.

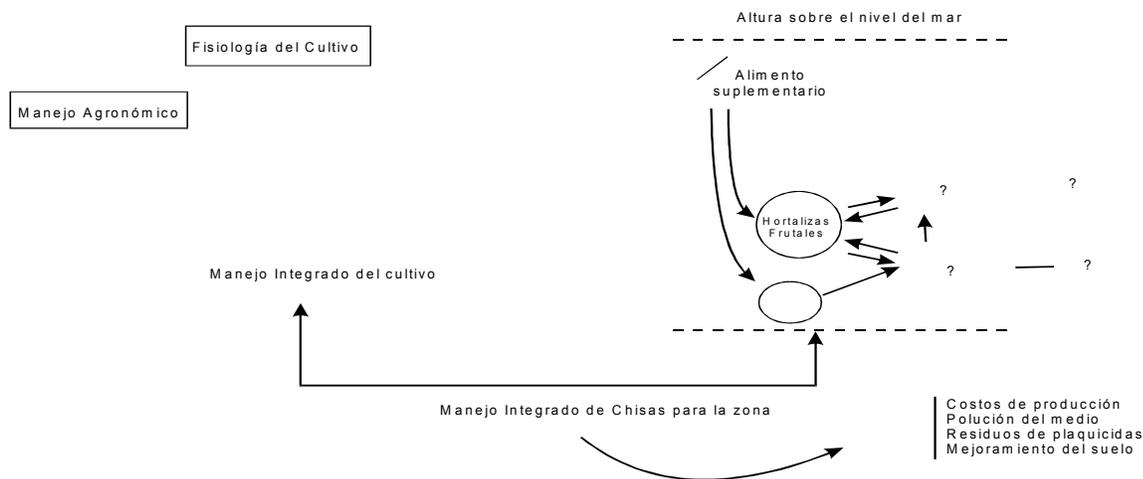


Figura 17. Manejo integrado de plagas para la zona de Cajamarca, Tolima. 1994.

Si se realiza control sistemático de los adultos durante varios años, las fechas de siembra podrían volver a ser las tradicionales ya que la población de campo estaría regulada por los enemigos y la incidencia y daño sería mucho menor.

La presencia y daño de chisas en el cultivo se favorece con el uso de distancias amplias, debido al comportamiento de ataque de insecto que es en focos.

La distancia de siembra más adecuada para la zona es de 1 m entre surcos y 0.4-0.7 m entre plantas, con las cuales se obtuvieron rendimientos superiores a 5 000 kg/ha en todas las localidades. Los residuos de cosecha constituyen una fuente de infestación en los lotes de cultivo y son un aporte extra de materia orgánica, que favorece la concentración de adultos para ovipositar, asegurando la permanencia del insecto, que es dispersado durante la labor de preparación para la siembra del cultivo siguiente. Por esta razón los residuos deben distribuirse uniformemente en el lote y ser incorporados rápidamente al suelo.

Manejo de adultos

Entre febrero y junio es la época de mayor migración y emergencia, entre setiembre y noviembre la emergencia es de menor incidencia pero de importancia para cultivos transitorios. La población de adultos debe manejarse utilizando trampas de luz negra o luz día, con las cuales se capturan además de los coleópteros, altas poblaciones de lepidópteros como el gusano viringo (*Agrotis ipsilon*) y otras importantes plagas de hortalizas y frutales cultivados en la zona. En combinación con la trampa de luz verde puede utilizarse uno de los siguientes métodos de control.

Control físico-mecánico. El uso de trampas de luz desde el inicio hasta el final de la época de emergencia entre las 6 y 7 p.m. permite capturar gran cantidad de insectos plagas, representando una fuerte disminución de poblaciones en la zona. No basta capturar insectos, sino que estos deben morir y ser enterrados, para evitar la reinfestación, descomposición y el consumo de los cadáveres por otros animales. Este sistema es muy económico ya que sólo requiere el costo de la trampa, cable, bombillo, bolsa para la recolección y mano de obra para enterrarlos.

Con este método se obtuvieron excelentes resultados en el control del cucarro (*Euetheola bidentata*) en las regiones agrícolas de los departamentos de Caquetá (Vásquez y Sánchez, 1990), Antioquia, zona bananera de Urabá (Casas Moreno, 1990) y Córdoba (Caraballo, 1990).

Control físico-químico. En la parte inferior de la trampa se coloca un recipiente que contenga un insecticida concentrado en forma líquida o en polvo, con el cual se impregna el insecto que llega a la trampa atraído por la luz y le ocasiona la muerte por contacto o ingestión al abandonar la trampa reanudando el vuelo. Es una alternativa para evitar la labor de colección y destrucción de los insectos, pero tiene como sobrecosto el insecticida, aunque se utilizan dosis mínimas para reducir la contaminación. Esta labor debe ser realizada por adultos instruidos previamente en el manejo seguro de plaguicidas y la trampa debe estar localizada lejos del alcance de los niños y animales domésticos.

Control físico-microbiológico. La trampa debe modificarse colocando en el extremo del cono de recolección una bandeja dentro de la cual se deposita el hongo entomopatógeno a utilizar. Puede ser *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* o *Septobasidium* sp.,

siempre y cuando haya sido producido a partir de cepas nativas aisladas de los coleópteros plaga.

Los patógenos pueden ser multiplicados en arroz, dentro de botellas de vidrio o en bolsas de polipropileno; cada bandeja debe contener 500 g de arroz infectado para permitir que el insecto permanezca durante algún tiempo en contacto con el hongo y adquieran las conidias que provocarán posteriormente su muerte. La importancia de esta práctica radica en que el insecto se convierte en diseminador y dispersor de hongo en el campo, asegurando una fuente permanente de inóculo que permitirá el establecimiento de los patógenos en el área, la continuidad del control y la reducción de los costos por aplicación.

Dichos organismos pueden ser manipulados con mínimas precauciones, pues son inocuos para humanos y vertebrados, y no producen contaminación al ser habitantes naturales del suelo.

La metodología de producción de estos patógenos es sencilla y puede ser asumida por la comunidad a bajo costo.

Manejo de larvas

Dependiendo de la altitud, la presencia de las diferentes especies de chisas puede variar en cantidad, siendo necesarios un reconocimiento y evaluación de la población existente al momento de la siembra. Si los estados larvales medianos (L II) y grandes (L III) están presentes, debe aplicarse un insecticida granular al colino en la siembra para asegurar el establecimiento del cultivo; en caso contrario debe usarse un hongo entomopatógeno como *M. anisopliae*, *B. bassiana* o *Septobasidium* sp. Que al permanecer cerca a la planta, puede infectar la larva o adulto que entre en contacto con ellos.

El hongo tiene la ventaja de permanecer activo en el suelo por cerca de un año y es capaz de causar enfermedad al entrar en contacto con el huésped; también tiene la particularidad de distribuirse en el suelo según el gradiente de humedad y a diferentes profundidades, al contrario de los insecticidas que se pierden por lixiviación.

La aplicación de los patógenos debe realizarse siempre sobre suelo húmedo, en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde para que penetren rápidamente en el suelo y no sean destruidos por la radiación solar.

Es aconsejable realizar una segunda aplicación del hongo entre 150 y 200 días de edad del cultivo, para atacar a aquellas larvas en segundo y tercer estado que van hacia la raíz en engrosamiento a causar daño hasta la cosecha.

Para la aplicación en campo de los hongos puede usarse arroz infectado, depositando 2-4 g en cada sitio de siembra. También puede asperjarse en forma de suspensión líquida disolviendo el contenido de la botella o bolsa en agua, agregando un dispersante en proporción 1:1 000 para separar las conidias y lograr un mejor cubrimiento. Esta suspensión puede ser aplicada con bomba de espalda convencional en la dosis indicada de acuerdo con la concentración de conidias/mg que tenga el patógeno a utilizar.

Debe evitarse al máximo el uso de pesticidas cuando la planta ha formado sus raíces tuberosas donde puede producirse acumulación de estos productos y ocasionar efectos colaterales en las personas y animales que las consuman posteriormente.

Conclusiones

En el Municipio de Cajamarca, Tolima se registraron ocho géneros taxonómicos de Coleópteros con larvas edafícolas asociadas al sistema de producción de arracacha. Su importancia económica está relacionada con la altitud y la cobertura vegetal.

La localización de las larvas en cada género varía de acuerdo con la profundidad y humedad del suelo, instar larval y edad del cultivo, el daño se inicia a partir del segundo instar larval.

La emergencia de los adultos ocurre en dos periodos bien definidos del año, presentando mayor población en el primer semestre, el hábito nocturno está relacionado con el comportamiento de cópula y alimentación; circunstancia que sirve en el establecimiento de estrategias de control.

En la región existen organismos controladores naturales que pueden ser usados en forma comercial. Los más importantes son *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Septobasidium* sp. y la bacteria *Bacillus pos. lentimorbus*.

Los géneros *Serica* y *Plectris* son más susceptibles a la acción de *M. anisopliae* que los géneros *Macrodactylus* e *Isonychus* con una DL₅₀ de 8×10^3 y 2×10^4 conidias/ml al cabo de 22 y 47 días respectivamente.

Las larvas de *Phyllophaga* mostraron susceptibilidad al entomopatógeno *Septobasidium* sp. con una DL (%) de 1.6×10^6 conidias/ml.

El manejo de las chisas en el sistema de producción de arracacha en el Municipio de Cajamarca, puede efectuarse mediante la integración de métodos físicos, mecánicos y microbiológicos que favorecen el incremento y conservación del control natural.

Referencias bibliográficas

- Blackwelder. 1994. Checklist of the coleopterus insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. Washington Smithsonian Institution U.S. National Museum 1944, Part. I. 925 p.
- Caraballo, U. 1990. Ciclo de vida y fluctuación poblacional de *Euetheola bidentata* en Colombia. En Memorias seminario nacional de investigación y control del cucarro. ICA. Florencia, Caquetá. p. 29-34.
- Casa, H. 1990. Aspectos preliminares de la biología y ecología del cucarro *Euetheola bidentata* en el Urabá Antioqueño. ∓ Memorias Seminario Nacional de Investigación y Control del Cucarro, ICA. Florencia, Caquetá. p. 37-46.
- CORPOICA. 1995. Diagnóstico integral de la regional VI. Doc. de trabajo. Ibagué.

- CORPOICA. 1994. Foro técnico: Programa de investigación en el cultivo de arracacha. Memorias Cajamarca, Tolima. 40 p.
- CORPOICA. 1994. Foro técnico: Programa de investigación en arracacha Creced norte del Tolima. Ibagué. 15 p.
- Cortés, J.I.: L.F. Laserna. 1996. Evaluación del efecto del entomopatógeno *Septobasidium* sp. sobre larvas de los géneros *Phyllophaga*, *Anomala* y *Cyclocephala* del Orden Coleóptera presentes en el cultivo de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en la zona de Cajamarca, Tolima. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima. 59 p.
- HIMAT. 1994. Boletín meteorológico.
- Holdrige, L.R. 1990. Formaciones vegetales de Colombia. Comité de cafeteros del Tolima, División Técnica Forestal. Ibagué.
- ICA. 1992. Estudios biológicos de insectos plagas en cultivos. Estudio básico de chisas en arracacha para la zona hortícola de Cajamarca. C.I. Nataima-Creced norte Tolima. Ibagué. 10 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1974. Estudio general de suelos para fines agrícolas en los municipios de Ibagué, Cajamarca, Rovira, Alvarado, Anzoategui y Santa Isabel (Departamento de Tolima) Bogotá D.E.
- Jiménez, O.: G. Troncoso. 1994. Efecto de la aplicación de entomopatógenos y químicos en el control de chisas (*Ancognatha scarabaeoides* Burm.) en condiciones de invernadero. Tesis de grado, Programa de Tecnología Agropecuaria, Universidad del Tolima. 60 p.
- Londoño, M.E.: M. Pérez. 1994. Reconocimiento de los enemigos naturales de la chisa o mojoy (Coleóptera: Scarabaeidae) en el oriente antioqueño. Revista Colombiana de Entomología 20(3): 199-206.
- Lozano, M.D.: M.N. Rodríguez. 1995. Evaluación del efecto del entomopatógeno *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Sorokin, en larvas de los géneros *Plectris*, *Serica* y *Macroductylus* del orden Coleóptera presentes en el cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). Tesis de grado Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima. 99 p.
- Montoya, G.L.: A. Madrigal: C. Ramírez. 1994. Evaluación de trampas de luz para el control de adultos de Scarabaeidae (Coleóptera) en cultivos de papa en La Unión, Antioquia. Revista Colombiana de Entomología 20(2): 130-136.
- Moron, M.A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Instituto de Ecología, México D.F. 341 p.
- Morón, M.A. 1995. Clave para la identificación de los principales géneros con larvas edafícolas de Coleóptera *Melolonthidae* de Colombia. En: Memorias del Curso Nacional sobre Plagas Rizófagas. CORPOICA. CNI. Taibaitatá, Santa Fe de Bogotá.
- Pardo, L.C.: M.P. Franco: A. Alarcón. 1995. Estudios preliminares de las chisas (Coleóptera: *Lamellicornia*) de San Antonio, Cauca. Registros y observaciones en Laparosticti y Pleurosticti. Revista Colombiana de Entomología 21(1): 51-57.

- Posada y Ruiz. 1985. Aspectos biológicos de las chisas en la sabana de Bogotá. Revista Colombiana de Entomología 1(1): 21-26.
- Prieto, P.C.: J.H. Montoya. 1994. Evaluación de la aplicación de *Beauveria bassiana* (Bals.), *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Sorokin y clorpirifos para el control de chisas Coleóptera: Scarabaeidae. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.
- Rivera, J.J. 1992. Manejo de chisas, su control mediante el uso de Destruxin (*Metarrhizium anisopliae*) y Bauveril (*Beauveria bassiana*) en el cultivo de la arracacha (*A. xanthorrhiza*). Informes Técnicos Creced Norte del Tolima. Ibagué. 25 p.
- Ritcher, P.O. 1966. White grubs and their allies. Oregon State University. Studies Entomology N° 4. 219 p.
- Vásquez, N.C.: G. Sánchez. 1990. Bioecología del cucarro de *Euethola bidentata* (Burmeister) Coleóptera: Scarabaeidae en el Caquetá. En: Memorias Seminario Nacional de Investigación y Control del Cucarro, ICA. Florencia, Caquetá. p. 1-28.