

MEMORIAS

XXII Congreso

Santafé de Bogotá

Julio 26, 27 y 28 de 1995



SOCIEDAD
COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGÍA

**SOCIEDAD COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGIA
SOCOLEN**

**MEMORIAS
XXII CONGRESO**

Santafé de Bogotá
Julio 26 - 28 de 1995

595.7
C55
V.1
1995

010654

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ

CHINCHINA - BIBLIOTECA

30 ABR 1996

COMITE ORGANIZADOR DEL XXII CONGRESO

Presidente	Alberto Caro
Vice Presidente	Alfredo Acosta
Secretaria	Judith Sarmiento
Tesorero	Ignacio Gómez
Revisor Fiscal	Alvaro González

Coordinadores de Comisiones

Académica	José Ricardo Cure
Financiera	Ignacio Gómez
Publicidad	Alfredo Acosta
Recursos Físicos	Miguel Aguillón
Eventos Sociales	Guillermo Rodríguez
Relaciones Internacionales	Aristóbulo López

JUNTA DIRECTIVA DE SOCOLEN

Presidente	Aristóbulo López
Vicepresidente	Alfredo Acosta
Secretaria	Judith Sarmiento
Tesorero	Alberto Caro
Revisor Fiscal	Jorge Enrique García

Vocales

Principales	Suplentes
Raúl Pardo	Hugo Calvache
Jesús Emilio Luque	José Ricardo Cure
Oscar Alonso Gil	Alvaro González

PRESENTACION

El tema del XXII Congreso: "Ecología, Medio Ambiente y Sostenibilidad", resume la preocupación mundial en este final de siglo. A los entomólogos les corresponde un papel relevante en ese contexto. Los insectos representan la mas extrema biodiversidad del planeta, siendo fuente de gran parte de los conocimientos ecológicos mas relevantes que poseemos. Los principios de ecología de poblaciones, el entendimiento de las intrincadas y sutiles relaciones entre los niveles tróficos y los principios de coevolución, deben mucho a la entomología. El control biológico es uno de los mejores ejemplos de aplicación práctica de los conocimientos básicos sobre ecología de poblaciones y del entendimiento de las relaciones que existen entre los niveles tróficos. Así, el tema del Congreso no es apenas un "slogan" de moda sino algo que nos compete directamente y con lo cual debemos estar comprometidos.

Manteniendo la tradición de SOCOLEN, la Comisión Académica del XXII Congreso se complace en entregar las Memorias al comienzo del evento. Contiene este volumen las conferencias magistrales que serán presentadas durante el Congreso y las charlas de los conferencistas invitados a los simposios. A todos los autores, extranjeros y nacionales, les agradecemos por haber aceptado nuestra invitación y por haber dedicado el tiempo necesario a la elaboración del documento escrito que aquí presentamos. La información contenida en estas memorias representa la vanguardia de las investigaciones entomológicas en el mundo y los desarrollos de los diferentes campos de la entomología nacional.

Esperamos que las conferencias aquí publicadas abran nuevos horizontes a los profesionales colombianos y sirvan de estímulo para las nuevas generaciones de entomólogos, representadas en este Congreso por un gran número de trabajos de estudiantes, nutridos por el ejemplo de varias generaciones de entomólogos que han ido creando escuela en el país.

TEMA DEL XXII CONGRESO

**ECOLOGIA,
MEDIO AMBIENTE Y
SOSTENIBILIDAD**

CONTENIDO

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Systems analysis of complicated biological systems: The use of tritrophic simulation models to examine the efficacy of introduced parasitoids.

A. Gutierrez & N. J. Mills 2

Avances en la utilización de feromonas para el manejo integrado de plagas.

E. F. Vilela 16

Resistencia en ácaros - Destino o desafío?

V. Harries 21

Desarrollo MIP para la broca del café.

P. S. Baker 36

Propiedad intelectual, biología y biodiversidad.

R. Torres 44

Legislación internacional sobre Sanidad Vegetal.

H. R. Mora 55

Activity of Spinosad, a naturally derived compound from *Saccharopolyspora spinosa*, against crop insect defoliators.

**J. G. Welker, O.K. Jantz, L.L. Larson, J. D. Busacca,
P. J. McCall & T. C. Saparks** 64

SIMPOSIO MIP BROCA

- Experiencias de campo en manejo integrado de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolitidae).
P. Benavides & R. Cárdenas 74
- El uso del hongo *Beauveria bassiana* como un componente en un programa de manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei*.
A. E. Bustillo 79
- Manejo de insectos que se alimentan del cafeto *Coffea arabica* L. (Rubiales: Rubiaceae) en Colombia.
R. Cárdenas 86
- Investigación socioeconómica en manejo integrado de la broca.
H. Duque 91
- Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia.
J. Orozco. 102
- Evaluación de insecticidas químicos para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867).
D.A. Villalva, A.E. Bustillo & B. Chaves 109

SIMPOSIO MIP FLORES

- Manejo integrado de ácaros en cultivos de flores.
A. Acosta 116
- Antecedentes y perspectivas químicas de los insecticidas de origen vegetal en el control de plagas.
B. Moreno-Murillo 126
- Vivencias del manejo integrado de *Liriomyza huidobrensis* en *Gypsophila paniculata* bajo invernadero.
J. Sarmiento 132

SIMPOSIO ENTOMOLOGIA MEDICA

- Biodiversidad, sistemática, y entomología médica: paradigmas inconmensurables?
D. R. Miranda-Esquivel 141
- Estudios sobre tábanos (Diptera: Tabanidae) de Colombia.
M. Barreto, M.E. Burbano & P. Barreto 153
- Actividades de vigilancia para una localidad con transmisión o riesgo de transmisión de tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas.
M. Wolff, R. Valderrama & Y. Lopez 161
- Estrategia de atención primaria para el control de malaria urbana en Buenaventura. Estudio entomológico en área malárica de la costa Pacífica colombiana.
V. Olano, G. Carrasquilla & F. Mendez 176
- Dificultades y desafíos en el control de vectores de enfermedades en Colombia.
M. F. Suárez 181
- Appropriate technology for vector control.
C. F. Curtis 187

**CONFERENCIAS
MAGISTRALES**

SYSTEMS ANALYSIS OF COMPLICATED BIOLOGICAL SYSTEMS: THE USE OF TRITROPHIC SIMULATION MODELS TO EXAMINE THE EFFICACY OF INTRODUCED PARASITOIDS

A. P. Gutierrez and N. J. Mills

Department of Environmental Science, Policy and Management

Biological Control

University of California, Berkeley

Introduction

Classical biological control has been the favored solution for the control of invading insect pests ever since the citrus industry in Southern California was saved from the ravages of the cottony cushion scale by the introduced vedalia beetle (DeBach and Rosen 1991). In little more than 100 years of biological control activity, there have been nearly 5,000 introductions of parasitoids and predators targeted against more than 500 insect pest species around the world (Greathead and Greathead 1992). The spectacular successes achieved by natural enemy introductions provide us with dramatic evidence of the top-down control that entomophagous insects can exert upon phytophagous pests in a variety of ecosystems ranging from heavily managed agroecosystems to minimally disturbed forest ecosystems. However, the reasons for the success or failure of an introduction are often unknown.

In this paper, we use a tritrophic model to examine both the factors that led to the control of the cassava mealybug (Gutierrez et al. 1993), and the effect of heteronomous hyperparasitism by males on the ability of aphelinid parasitoids to suppress the abundance of whitefly (Mills and Gutierrez, in press). The first is a case history and the second is a theoretical study designed to predict the possible impact of multiple introductions of parasitoids with conflicting biologies. The tritrophic model allows us to separate the effects of bottom-up and top-down effects on population dynamics, including the effects of weather and edaphic factors (**Figure 1**, see Gutierrez 1995 for a complete review of methods).

The sternorrhynchous Homoptera, particularly the scale insects and mealybugs, have been the target for approximately 40% of all natural enemy introductions, and the success of establishment and control has been greater against this pest taxon than against all others

(DeBach 1964, Munroe 1971, Hall et al. 1980, Hokkanen 1985, Greathead 1986, Greathead 1989, Greathead and Greathead 1992, Mills 1994). In this context it is noteworthy that one of the principal groups of parasitoids associated with the Homoptera: Sternorrhyncha are the chalcidoid families Aphelinidae and Encyrtidae.

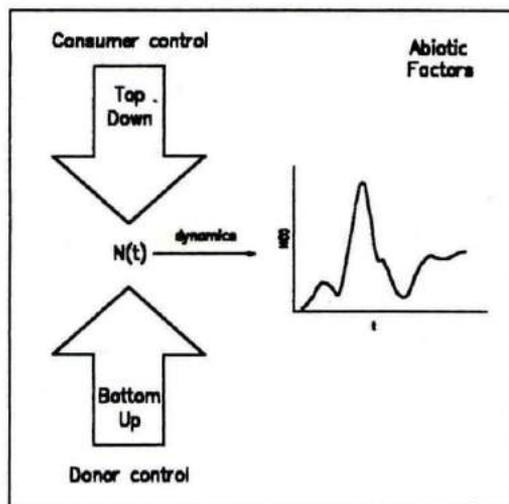


Figure 1. The effects of top-down and bottom-up effects on a population at time t given a set of abiotic factors.

Two case histories

Case 1. The tri-trophic cassava (*Manihot esculenta* Crantz) system of West Africa

Predicting the efficacy of natural enemies prior to their introduction for biological control of pests has proven difficult (Huffaker et al. 1971; Gutierrez et al. 1984, 1990, 1993, 1994; Godfray and Waage 1991). Most tritrophic studies have been theoretical in nature, but we have stressed biological realism (see also Neuenschwander et al. 1986, 1987, Neuenschwander and Madojemu 1986, Pijls et al. 1990, Mills and Gutierrez unpublished). The roles of two exotic encyrtid parasitoids (*Epidinocarsis lopezi* (DeSantis) and *Epidinocarsis diversicornis* (Howard)), some native coccinellid predators, a fungal pathogen (*Neozytes fumosa*), weather and edaphic factors on the dynamics of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. in West Africa are examined (Gutierrez et al. 1988a,b, 1993, 1994). The modular structure of the model (**Figure 2**) enabled us to add and delete species with ease to examine the effects on the interactions.

The intrinsic or maximum parameters of insect species in the system, their host preferences and sex ratios where applicable, and other parameters were estimated in the

laboratory and summarized in Gutierrez et al. (1993). Age-specific life table statistics of the cassava mealybug parasitoid *E. lopezi* predicted that this species was incapable of controlling the cassava mealybug (see Odebiyi and Bokonon-Ganta 1986). Unfortunately, important aspects of search and attack behavior are not reflected in age-specific life table vital statistics, and in the case of the cassava mealybug proved to have important consequences in its regulation. The analysis of field dynamics requires a different kind of life table -- a time varying life table or age structured tritrophic model that can include the age-specific biology in a time-varying manner (See Gutierrez et al. 1988a,b, 1993, Gutierrez 1995). In nature, all rates in all trophic levels are reduced from the intrinsic maximum by resource shortfalls. In our model, this deficit at any time t is measured by the ratio of the per capita supply of a resource acquired to the per capita demand. This mechanism allows the field dynamics of interacting species to be reproduced by a model that is largely independent of the field data -- this is the keystone of this approach. Only the general results of the cassava system are presented here.

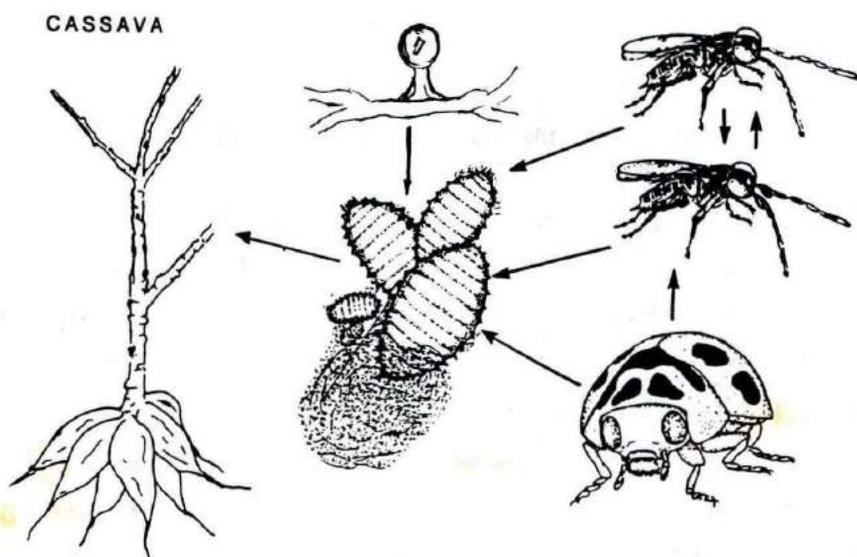


Figure 2. The cassava system.

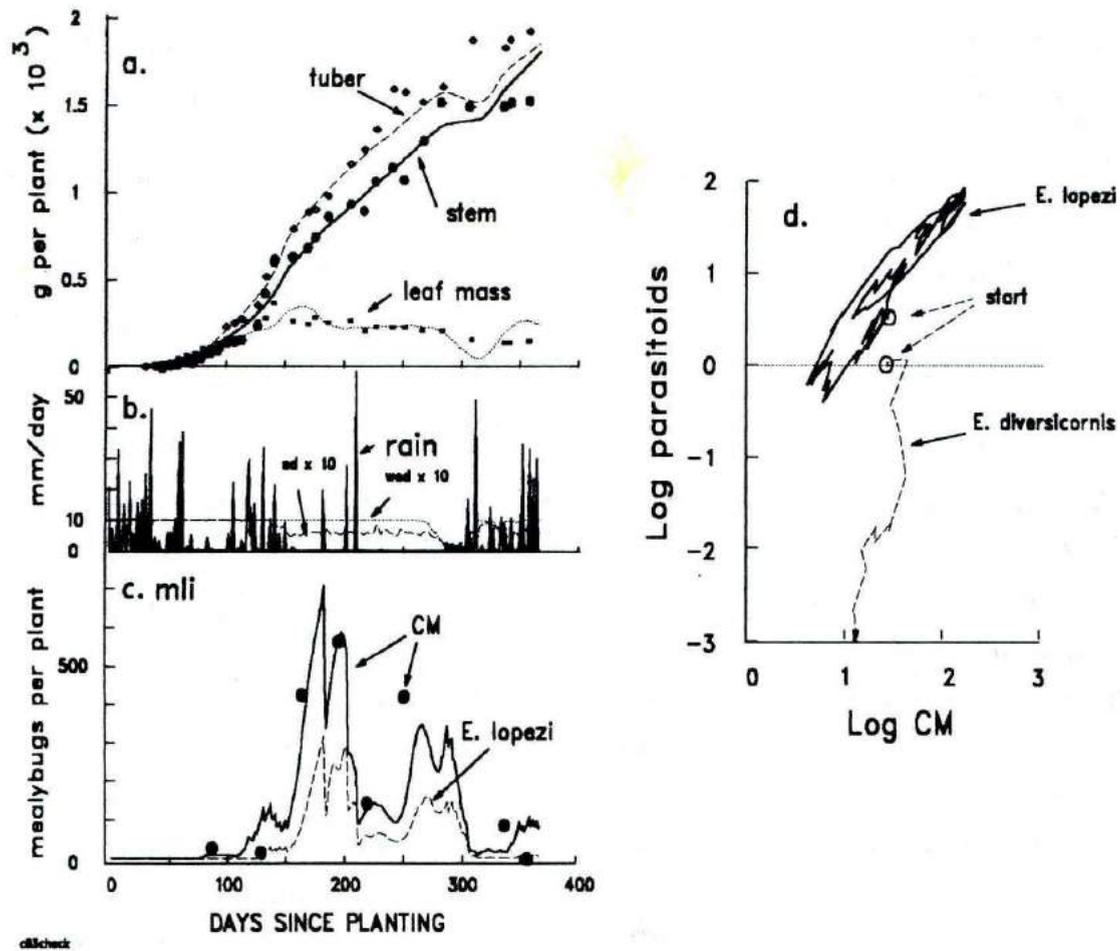


Figure 3. Simulation of the interaction of (a) cassava and (c) the cassava mealybug as affected by the parasitoid *Epidinocarsis lopezi* and native coccinellid predators and weather under the temperature and rainfall patterns experienced by the organisms (b), and (d) the phase plane dynamics of log parasitoids (*E. lopezi* and *E. diversicornis*) on log mealybug numbers (cf., Gutierrez et al. 1993).

Some conclusions

The predictions of the cassava systems model compared well to the independent field data (Figure 3a,c). The plant dynamics have components of bottom-up and top-down effects. Plant growth rates are constrained from reaching their genetic potential by bottom-up effects such as the patterns of sunlight intensity and quality, soil water, soil nutrients (etc.) they experience, by the costs of production given current conditions, and by the feeding of pests such as the mealybug (a top-down effect). The mealybug itself is constrained from achieving its maximum growth rate by the condition of the plant and by costs of production and assimilation as well as natural enemies. The parasitoids are the top

predator of any importance, and their capacity to maximize their potential reproductive rate depends on the condition of the mealybug population and of course weather.

The plant was affected little by the generally low mealybug densities. Periods of drought (Figure 3b) were quite evident in the data and served to slow plant growth rates. Control of the mealy bug was due to the combined effects of changing plant nutrition, stochastic weather and biotic factors such as a fungal pathogen and the parasitoid *E. lopezi*. Other parasitoids were introduced to control the mealybug, but only *E. lopezi* became established. Among these introduced species was *E. diversicornis*.

Among the important findings of the analysis were: (i) the functional and numerical responses of *E. lopezi* or *E. diversicornis* alone or in combination were insufficient to explain the observed dynamics of the mealybug (partly confirming the results of Odebiyi and Bokonon-Ganta 1986); (ii) rainfall and its enhancement of the fungal pathogen suppressed mealybug numbers during the wet season; (iii) the five-fold higher host finding capacity of *E. lopezi* (i.e., it uses host kairomones) compared to *E. diversicornis* enhances its dominance (Hammond et al. 1987, see Gutierrez et al. 1994 for summary) during the dry season when mealybug populations are very low (Hammond et al. 1987, Gutierrez et al. 1988b, 1994); (iv) weather (Figure 3b) and soil factors (e.g., nitrogen and water) affect plant growth rates directly, and mealybug size and number dynamics and parasitoid sex ratios indirectly; (v) the effects of host size dynamics on sex ratios favor *E. lopezi* over *E. diversicornis*; (vi) the sway of *E. lopezi* in cases of multiple parasitism ultimately causes the competitive displacement of *E. diversicornis* from the system during periods when few hosts are available and/or when plant stress decreases host size favoring a stronger female biased sex ratio in *E. lopezi* (the tornado effect in the phase diagram, Figure 3d); and (vii) the importance of low rates of parasitoid immigration for the successful regulation of CM was demonstrated. Most important, the analysis demonstrates that the successful biological control of a species depends on the interplay of several abiotic and biotic factors. For example, without the suppression of mealybug by the rain-pathogen interaction, regulation would occur, but likely it would occur at a higher host level.

Case 2: The control of whitefly in cotton

One of the most serious new pests to invade the U.S. is the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Bellows et al. 1994). The silverleaf whitefly is very

closely related to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), but its exact taxonomic status remains unresolved (Perring et al. 1992, Barinaga 1993). Some of the parasitoid species attacking whitefly exhibit very unusual host relationships with males developing on different hosts than the females (Walter 1983, Viggiani 1984). Heteronomous aphelinids differ from the typical pattern of parasitoid development, in that males develop as hyperparasitoids rather than as primary parasitoids (Walter 1983, Viggiani 1984). The hyperparasitic males of the heteronomous aphelinids may either be confined to conspecific females (obligate autoparasitoids Walter 1983) or may develop at the expense of either sex of any other endoparasitoid within the same homopteran host (facultative autoparasitoids, Walter 1983). The two principal aphelinid genera of whitefly parasitoids are *Eretmocerus* and *Encarsia*; with the latter well known for its heteronomous species.

An important unresolved question in biological control is whether heteronomous aphelinid parasitoids will generally promote a reduction in host abundance or whether they are more likely to disrupt the action of other primary parasitoids. Mills and Gutierrez (1996) made a comparative analysis of the outcome of various combinations of aphelinid biologies on the seasonal dynamics of a population of whiteflies on cotton. They asked, all other things being equal, if the basic biological characteristics of the divergent ontogenies of male aphelinids are compatible with the goals of biological control.

The simulation analysis

Three aphelinid parasitoid biologies are considered: a typical primary parasitoid (male develops on whitefly host and 1:1 sex ratio), an obligate autoparasitoid (male develops on conspecific females) and a facultative autoparasitoid (male develops on all other parasitoids). The latter two biologies have sex ratios of progeny that depend on the frequency of the hosts attacked (Mills and Gutierrez 1996). The parasitoids are assumed to attack the set of available hosts in relation to their relative abundance with no preference for host types. The cotton plant model that provides the bottom-up effects has been thoroughly tested and its properties outlined in numerous publications (see Gutierrez 1995 for a review). The impacts of the three parasitoids on the cumulative abundance of immature whitefly and competing parasitoids were compared through graphical and step-down multiple regression analysis. The output of 1400 runs (10s per run) of all combinations of parasitoids across a wide range of their fecundity and search parameter values provided estimates of seed cotton yield in g per plant, the number of individuals in each of the

whitefly life stages (egg, larva, pupa, and adult), the number and sex of each parasitoid species (immatures and adults) and the number of whitefly larvae parasitized by each of the parasitoid species. The results of the regression analyses are not presented here.

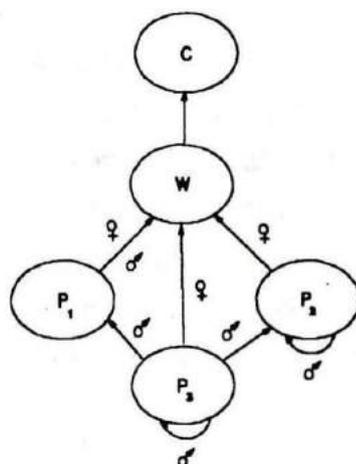


Figure 4. The interaction of cotton (c), whitefly (W), a primary parasitoid (P_1), an obligate autoparasitoid (P_2) and a facultative autoparasitoid (P_3).

The model suggests that, in the absence of parasitism, the whitefly populations would explode to high levels (**Figure 5a**). However, the introduction of an aphelinid in which both sexes develop as true primary parasitoids, such as *Eretmocerus* species and *Encarsia partenopea* Masi (Gerling 1992), provides the greatest degree of suppression of whitefly populations (e.g., **Figure 5b**). The biology of a primary parasitoid does not incorporate any self-limitation and the constant female-biased sex ratio confers a significant reproductive advantage over the other types of aphelinid biology during periods when there are high levels of parasitism. The model also suggests that both forms of aphelinid autoparasitoids were unable to control the whitefly population, despite relatively high levels of early season parasitism (**Figure 5c,d**). In the model, the male-biased sex ratios that arise under conditions of extensive parasitism appear to limit the reproductive capacity of autoparasitoids during critical periods allowing the whitefly population to escape parasitoid control. Conspecific hyperparasitism generates a ratio-dependent sex ratio in autoparasitoids and this self-limitation has been considered to have an important stabilizing influence on the dynamics of parasitoid-host interactions (Williams 1977, Viggiani 1981, Hassell et al. 1983).

An obligate autoparasitoid is unable to use other parasitoid species as hosts and so its interactions are confined to competition for healthy whitefly nymphs (**Figure 5e,g**). The results indicate that the combination of a primary parasitoid and an obligate autoparasitoid

has the greatest impact on the suppression of cumulative whitefly abundance (**Figure 5e**). The restricted host relationships, combined with self-limitation, constrain the population growth of obligate autoparasitoids and render them particularly susceptible to the effects of competition from parasitoids with other forms of biology.

In contrast, a facultative autoparasitoid both competes for the primary host and exploits individuals of other parasitoid species as a hyperparasitoid (Figure 5f,g,h). Its ability to use competitors as hosts allows it to directly influence the abundance of competitors and thus to reduce the effects of competition from other parasitoid species. Self-limitation through conspecific hyperparasitism, however, prevents this form of parasitoid biology from having a controlling influence on whitefly abundance when acting alone (**Figure 5d**). As a result, a facultative autoparasitoid does not express the characteristics required to bring about the control of a rapidly growing whitefly population, and it can have a marked antagonistic influence on the control potential of a true primary parasitoid. In general, the facultative autoparasitoid disrupts the control potential of primary parasitoids (**Figure 5h**).

The bottom-up effects of the plant become important only late in the season when photosynthate production is reduced because of leaf senescence. In this case, eliminating the effects of the plant by making the resources for the white fly a constant does not change any of the qualitative results. The only noteworthy effect is the larger late season outbreak of whitefly when an obligate autonomous parasitoid is present.

Discussion

The Interaction of Bottom-up effects and parasitoid biology

The effect of plant development has been ignored in most host parasitoid studies. This is clearly a mistake, as bottom-up effect ultimately set the maximal limit for host population growth. The interactions of the plant with weather and edaphic factors may affect host quality, and profoundly influence parasitoid sex ratios and/or fecundity and the capacity of a parasitoid to regulate its host. The inclusion of bottom-up effects in the model enables one to sort out these effects from other sources of mortality. This was seen in cassava mealybug where plant nutrition during periods of drought reduced host size and adversely affected sex ratios contributing to the displacement of one parasitoid. Part of this is not new as Luck and Podler (1985) had shown that host size affected red scale parasitoid sex ratios. In addition, high searching efficiency of a parasitoid may enable a parasitoid to find hosts when

densities are low. Last, the ability to compete in cases of multiple parasitism ultimately determined whether *E. diversicornis* was competitively displaced. All of these factors determine the observed dynamics of the cassava system, and this requires a tritrophic model that captures the biology and to sort out the details of the interactions (e.g., Gutierrez and Wang 1976, Gutierrez et al. 1984, 1988a,b, 1993). The systems model uses the same ratio-dependent demand-driven functional response model and the same dynamics model for all species -- only the units and the interpretation of the biology differs. Most important, the model is independent of the field data that it simulates. This model allows examination of these and other more complicated interactions.

Whitefly control and hyperparasitism

Most practitioners consider it to be important to remove hyperparasitoids from biological control importations so that the true primary parasitoids are unconstrained in their potential impact on hosts (Smith 1916, Flanders 1943, Doult and DeBach 1964, Bennett 1981). The results from simple analytical models of host-parasitoid-hyperparasitoid systems support this view (Beddington and Hammond 1977, May and Hassell 1981). Although this concept is not universally accepted (see Ehler 1979, Luck et al. 1981), the current code of practice for biological control introductions in the U.S. remains set against hyperparasitism (e.g., Coulson and Soper 1989, Coulson et al. 1991). In reality, there is a paucity of data from which to evaluate the role of hyperparasitism under either natural or applied biological control, but the consensus of opinion is to err on the side of caution regarding introductions of exotic parasitoids.

The results of this analysis confirm the wisdom of excluding hyperparasitoids, and specifically for excluding facultative autoparasitoids of whitefly. The model's predictions do not mitigate against obligate autoparasitoids as their combined action with a primary parasitoid suggests better control. However, before this general conclusion can be accepted for a specific case, the parameters of the obligate autoparasitoid's biology need to be included in the model and evaluated. The continued use of primary parasitoids is strongly supported.

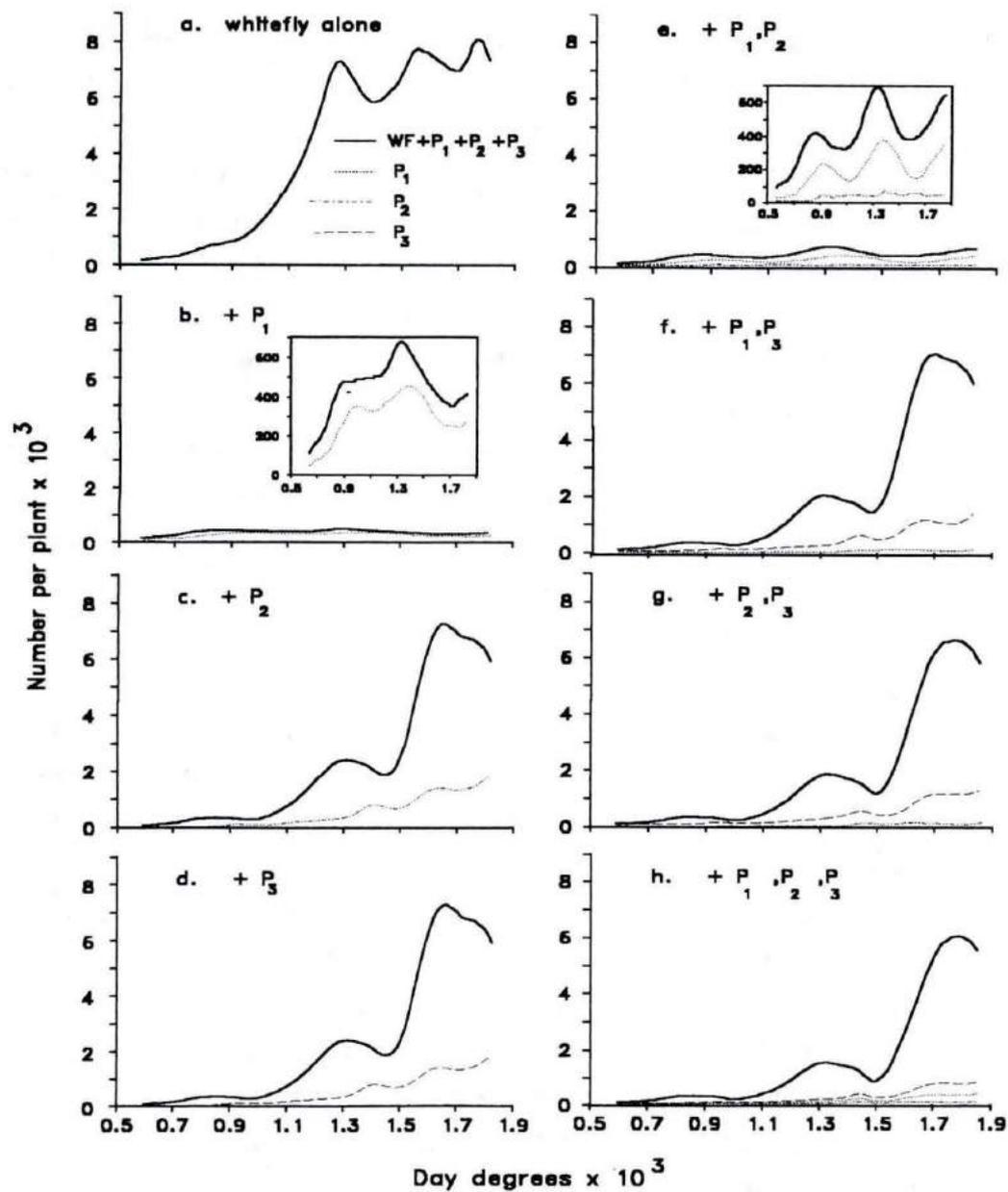


Figure 5. The interaction of cotton-whitefly and combinations of aphelinid parasitoids: (a) whitefly but no parasitoid, (b) plus a primary parasitoid (P_1), (c) an obigate autoparasitoid (P_2), (d) a facultative autoparasitoid (P_3), (e) P_1+P_2 , (f) P_1+P_3 , (g) P_2+P_3 , and (h) $P_1+P_2+P_3$. (cf., Mills and Gutierrez, in press)

References

- Barinaga, M. (1993) Is devastating whitefly invader really a new species? *Science* 259: 30.
 Beddington, J.R. & Hammond, P.S. (1977) On the dynamics of host-parasite-hyperparasite interactions. *Journal of Animal Ecology* 46: 811-821.

- Bellows, T.S., Perring, T.M., Gill, R.J. & Headrick, D.H. (1994) Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87: 195-206.
- Bennett, F.D. (1981) Hyperparasitism in the practice of biological control. *The Role of Hyperparasitism in Biological Control: a Symposium*, (ed D. Rosen), pp. 43-49. Division of Agricultural Sciences, University of California.
- Coulson, J.R. & Soper, R.S. (1989) Protocols for the introduction of biological control agents in the US. *Plant Protection and Quarantine, Volume 3*, (ed R.P. Kahn), pp. 1-35. CRC Press, Baton Rouge.
- Coulson, J.R., Soper, R.S. & Williams, D.W. (1991) Biological control quarantine: needs and procedures. Appendix III. Proposed ARS guidelines for introduction and release of exotic organisms for biological control. *USDA ARS-99*, 336pp.
- DeBach, P. & Rosen, D. (1991) *Biological Control by Natural Enemies (2nd Edition)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- DeBach, P. (1964) Successes, trends, and future possibilities. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*, (ed P. DeBach), pp. 673-713. Chapman & Hall, London.
- Doutt, R.L. & DeBach, P. (1964) Some biological control concepts and questions. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*, (ed P. DeBach), pp. 118-167. Reinhold Publishing.
- Ehler, L.E. (1979) Utility of facultative secondary parasites in biological control. *Environmental Entomology* 8: 829-832.
- Flanders, S.E. (1943) Indirect hyperparasitism and observations on three species of indirect hyperparasites. *Journal of Economic Entomology* 36: 921-926.
- Gerling, D. (1992) Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids. *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*, (ed D. Gerling), pp. 147-185. Intercept, Andover, UK.
- Godfray, H.C.J. & Waage, J.K. (1990) The evolution of highly skewed sex ratios in aphelinid wasps. *American Naturalist* 136: 715-721.
- Greathead, D.J. & Greathead, A. (1992) Biological control of insect pests by insect parasitoids and predators: the BIOCAT database. *Biocontrol News & Information* 13: 61N-68N.
- Greathead, D.J. (1986) Parasitoids in classical biological control. *Insect Parasitoids*, (eds J. Waage & D. Greathead), pp. 289-317. Academic, London.
- Greathead, D.J. (1989) Biological control as an introduction phenomenon: a preliminary examination of programmes against Homoptera. *Entomologist* 108: 28-37.

- Gutierrez, A. P. 1995. Integrated pest management in cotton. In *Integrated Pest Management*. ed. D. Dent. Chapman and Hall. London (in press).
- Gutierrez, A.P., Baumgartner, J.U. & Summers, C.G. (1984) Multitrophic level models of predator-prey energetics. III. A case study of an alfalfa ecosystem. *Canadian Entomologist* 116: 950-963.
- Gutierrez, A.P., Hagen, K.S. & Ellis C.K. (1990) Evaluating the impact of natural enemies: a multitrophic perspective. *Critical Issues in Biological Control*, (eds M. Mackauer, L.E. Ehler & J. Roland), pp. 81-109. Intercept, Andover, UK.
- Gutierrez, A.P., Dos Santos, W.J., Villacorta, A.M., Pizzamiglio, M.A., Ellis, C.K., Carvalho, L.H. & Stone, N.D. (1991) Modelling the interaction of cotton and the cotton boll weevil. I. Cotton growth and development: a comparison of growth and development of varieties. *Journal of Applied Ecology* 28: 371-397.
- Gutierrez, A.P., Neuenschwander, P. & Alphen, J.J.M. van (1993) Factors affecting biological control of cassava mealybug by exotic parasitoids: a ratio-dependent supply-demand driven model. *Journal of Applied Ecology* 30: 706-721.
- Gutierrez, A.P., Neuenschwander, P., Schultess, F., Herren, H.R., Baumgärtner, J.U., Wermelinger, B., Löhr, B. & Ellis, C.K. (1988) Analysis of the biological control of cassava pests in Africa. II. Cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. *Journal of Applied Ecology* 25: 921-940.
- Gutierrez, A. P., S. J. Mills, S. J. Schreiber and C. K. Ellis 1994. A physiologically based tritrophic perspective on bottom up - top down regulation of populations. *Ecology* 75: 2227-2242.
- Gutierrez, A. P. and Y. H. Wang. 1976. Applied population ecology: models for crop production and pest management. In Norton, G. A. and C. S. Holling (eds.) *Pest Management*, International Institute for Applied Systems Analysis Proc. Ser., Pergamon Press, Oxford.
- Hall, R.W., Ehler, L.E. & Bisabri-Ershadi, B. (1980) Rate of success in classical biological control of arthropods. *Bulletin of the Entomological Society of America* 26: 111-114.
- Hammond, W. N. O., P. Neuenschwander and H. R. Herren. 1987. Impact of the exotic parasitoid (*Epidinocarsis lopezi*) on cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) populations. *Insect Sci. Applic.* 8: 887-891.
- Hassell, M.P., Waage, J.K. & May, R.M. (1983) Variable parasitoid sex ratios and their effect on host-parasitoid dynamics. *Journal of Animal Ecology* 52: 889-904.
- Hokkanen, H.M.T. (1985) Success in classical biological control. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 3: 35-72.

- Huffaker, C. B., P.S. Messenger, and P. DeBach. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In C. B. Huffaker, (ed.). *Biological Control*. Plenum Press. New York. 477 pp.
- Luck, R. F. and H. Podoler 1985. Competitive exclusion of *Aphytis lingnanensis* by *A. melinus*: potential role of host size. *Ecology* 66: 904-913.
- Luck, R.F., Messenger, P.S. & Barbieri, J. (1981) The influence of hyperparasitism on the performance of biological control agents. *The Role of Hyperparasitism in Biological Control: a Symposium*, (ed. D. Rosen), pp. 34-42. Division of Agricultural Sciences, University of California.
- May, R.M. & Hassell, M.P. (1981) The dynamics of multiparasitoid-host interactions. *American Naturalist* 117: 234-261.
- Mills, N.J. (1994) Biological control: some emerging trends. *Individuals, Populations and Patterns in Ecology*, (eds S. Leather, K.E.F. Walters, N.J. Mills & A.D. Watt), pp. Intercept, Andover, UK.
- Mills, N. J. and A. P. Gutierrez. (in press). Prospective modeling in biological control: an analysis of the dynamics of heteronomous hyperparasitism. *Ecology*
- Munroe, E.G. (1971) Status and potential of biological control in Canada. *Technical Communication of the Commonwealth Institute of Biological Control* 4: 213-255.
- Neuenschwander, P., W. N. O. Hammond, and R. D. Hennessey. 1987. Changes in the composition of the fauna associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, following the introduction of the parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (DeSantis). In Africa-wide Biological Control Project of Cassava Pests. (P. Neuenschwander, J. S. Yaninek and H. R. Herren, eds.). *Insect Sci. Applic. (special issue)* 8: 893-898.
- Neuenschwander, P. and E. Madojemu. 1986. Mortality of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Hom., Pseudococcidae), associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 59: 57-62.
- Neuenschwander, P., F. Schulthess, and E. Madojemu. 1986. Experimental evaluation of the efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. *Entomol. Exp. App.* 42: 27-32.
- Odebiyi, J. A. and Bokonon-Ganta, A. H. 1986. Biology of *Epidinocarsis* [= *Apoanagyrus*] *lopezi* [Hymenoptera: Encyrtidae] an exotic parasite of cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* [Homoptera: Pseudococcidae] in Nigeria. *Entomophaga* 31: 251-260.
- Perring, T.M., Cooper, A. & Kazmer, D.J. (1992) Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on brocolli by electrophoresis. *Journal of Economic Entomology* 85: 1278-1284.

- Rosen, D. & DeBach, P. (1990) The natural enemies, ectoparasites. *Armored Scale Insects their Biology, Natural Enemies and Control, Part B*, (ed. D. Rosen), pp. 99-120. Elsevier, Amsterdam.
- Viggiani, G. (1981) Hyperparasitism and sex differentiation in the Aphelinidae. *The Role of Hyperparasitism in Biological Control: a Symposium*, (ed. D. Rosen), pp. 19-26. Division of Agricultural Sciences, University of California.
- Viggiani, G. (1984) Bionomics of the Aphelinidae. *Annual Review of Entomology* 29: 257-276.
- Viggiani, G. (1990) The natural enemies, endoparasites, Aphelinidae. *Armored Scale Insects their Biology, Natural Enemies and Control, Part B*, (ed. D. Rosen), pp. 121-132. Elsevier, Amsterdam.
- Von Arx, R., Baumgartner, J. & Delucchi, V. (1983) Developmental biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha, Aleyrodidae) on cotton at constant temperatures. *Bulletin de la Societe Entomologique de la Suisse* 56: 389-399.
- Walter, G.H. (1983) Divergent male ontogenies' in Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea): a simplified classification and a suggested evolutionary sequence. *Biological Journal of the Linnean Society* 19: 63-82.
- Williams, J.R. (1977) Some features of sex-linked hyperparasitism in Aphelinidae (Hymenoptera). *Entomophaga* 22: 345-350.

AVANCES EN LA UTILIZACIÓN DE FEROMONAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS : EL CASO DE LA POLILLA DEL TOMATE

Scrobipalpuloides absoluta (Meyrick)

Evaldo F. Vilela

Nucleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuaria BIOAGRO

Universidade Federal de Viçosa, MG - BRASIL

Hace diez años que el Laboratorio de Comportamiento y Feromonas de Insectos de Bioagro, UFV viene trabajando para viabilizar el empleo de feromonas para el control poblacional de plagas importantes. Cuenta en su equipo también con los profesores Terezinha Della Lucia y Gulab Jham, además de investigadores internacionales y alumnos de post-grado,

La aplicación de feromonas como atrayentes en trampas adhesivas o con agua, ha sido valiosa para la evaluación y detección de insectos-plaga constituyéndose en elementos importantes del Manejo Integrado de Plagas, principalmente en aquellas plagas difíciles de ser manejadas por los métodos convencionales. En el Brasil la utilización de trampas con feromonas se ha implementado o esta en estado avanzado de estudio en los siguientes insectos: *Lasioderma serricorne* (Coleoptera) en bodegas de tabaco; *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera); picudo del algodón *Anthonomus grandis* (Coleoptera); gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera); gusano del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera); *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera); *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera), gusano enrollador de la manzana *Phtheochroa cranaodes* (Lepidoptera); escarabajo de la caña de azúcar *Migdolus fryanus* (Coleoptera) y la polilla del tomate, *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera).

Otra estrategia que se ha venido ensayando en el Brasil es la de utilizar feromonas sexuales o de agregación para promover la interrupción del apareamiento de la especie plaga con la finalidad de impedir nuevas posturas. Esta técnica es conocida en la literatura internacional como "mating disruption". En el Brasil se ha ensayado para el picudo del algodón *A. grandis*, el gusano rosado *P. gossypiella* y el escarabajo de la caña de azúcar *M. fryanus*.

Las feromonas de largo alcance han sido identificadas en varios grupos de insectos, sin embargo el papel biológico que desempeñan es aun poco comprendido. Recientemente se identificaron y se probaron en campo feromonas sexuales del cerambicidío *M. fryanus*, plaga

muy importante de los cañaverales del Sudeste del Brasil. Las hembras de *M.fryanus* son ápteras y realizan su copulación en la superficie del suelo liberando una potente feromona que atrae a los machos para la copulación. Esta feromona es la primera conocida en los cerambícidos, en donde el componente principal es una amida, lo que también representa una novedad. La feromona sintética está siendo utilizada con éxito en las trampas para detectar y monitorear la plaga. Actualmente en el Estado de São Paulo en Brasil se están haciendo intentos de control masivo mediante trampas con esta feromona, al mismo tiempo que se está utilizando para causar confusión sexual de la especie en grandes áreas de siembra de caña de azúcar.

En el caso de las hormigas cortadoras, *Atta* spp. y *Acromyrmex* spp. (Formicidae: Attini), las cuales son serias plagas en América Latina, se está tratando de caracterizar las feromonas de las reinas, debido a que son las únicas en el interior de los nidos y participan activamente en el proceso de toma de decisión del hormiguero. Este tipo de trabajos son originales y casi únicos en todo el mundo, que contribuyen a profundizar el conocimiento sobre la delimitación química del territorio de las hormigas obreras y las actividades de la reina dentro de la colonia. Con estos nuevos conocimientos se han realizado varios estudios en la dirección de aumentar la atraktividad de los cebos tóxicos para las hormigas cortadoras y aumentar el acarreo de gránulos y consecuentemente la eficiencia de los actuales cebos comerciales. Además de esto, los estudios que se vienen realizando en Bioagro buscan la utilización de nuevos métodos de control de los hormigueros por medio de la manipulación del comportamiento social de las hormigas.

La polilla del tomate *S. absoluta* es actualmente la plaga más seria del cultivo del tomate en el Brasil, donde cerca de 70% de las 60.000 ha sembradas con tomate industrial o para el consumo directo, reciben aplicaciones frecuentes de insecticidas, alrededor de 20 aplicaciones en las 16 semanas que, en promedio, permanece el cultivo en el campo. Esta plaga es conocida también como "South American Moth" debido a su ocurrencia en toda la América Latina, con daños semejantes a los descritos para el Brasil. Debido a la ineficiencia del control químico, aliado al rápido apareamiento de poblaciones resistentes a los productos químicos, así como al modo de vida de las larvas, siempre abrigadas en minas hechas en las hojas o en el interior de frutos y tallos, el uso de feromonas como estrategia para complementar programas MIP es una necesidad para el establecimiento de una tomaticultura sostenible.

Extractos de glándulas de hembras atractivas a machos de *S. absoluta*, analizados en GC-MS, indican al acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11-tetradecatrienilo (ATDT), como el

componente principal de la feromona sexual de la especie. Comparando el área integrada del pico de ATDT en el GC con un patrón externo, se puede concluir que la cantidad de compuesto en cada glándula de la hembra es de cerca de 5 ng.

En túnel de viento, machos de *S. absoluta* baten las alas, vuelan orientados y se posan en la fuente de ATDT sintético en dosis de 100 ng de este compuesto en “rubber septum” (material plástico liberador de la feromona). En campo, trampas con 1, 10 y 100 microgramos de ATDT capturaron, en promedio 535, 945 y 1276 machos por noche, por trampa, respectivamente; trampas con hembras vírgenes capturaron 280 machos en promedio, por noche, por trampa. Estos resultados demuestran que el componente principal de la feromona sexual de *S. absoluta* es extremadamente atractivo a los machos de la especie, constituyéndose en una herramienta importante para la evaluación poblacional de esa plaga y consecuentemente para su manejo integrado. Trabajos en ejecución deberán viabilizar también el empleo de la feromona sintética por medio de la técnica de la interrupción de los apareamientos (“matting disruption”), lo que constituirá un avance significativo en el manejo de la plaga.

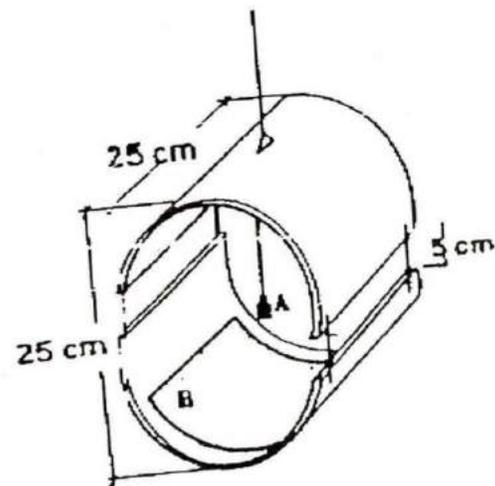
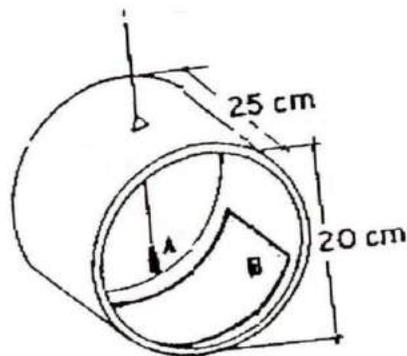
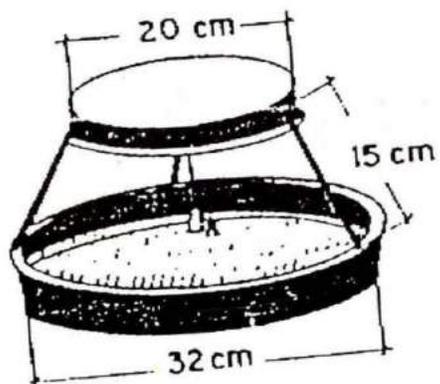
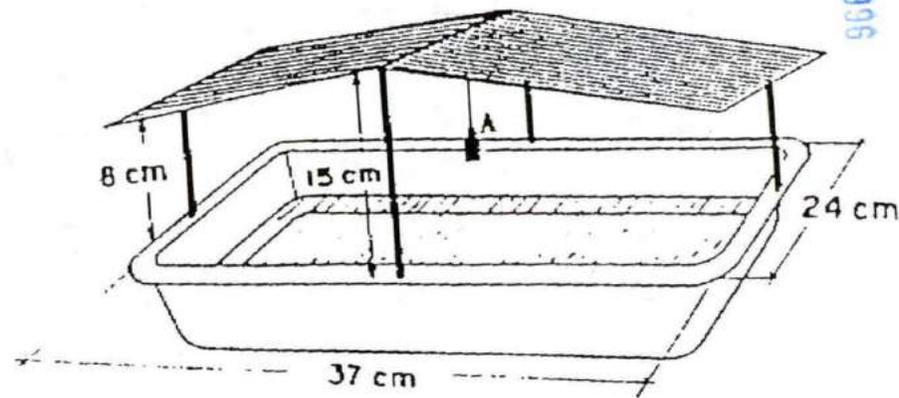
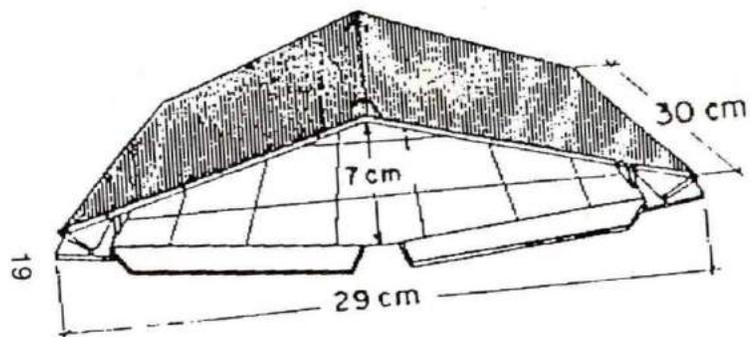
En este sentido fueron testeados diferentes tipos de trampas y las mejores alturas de colocación de estas en plantaciones industriales (rastreras) y en cultivos tradicionales (enredaderas), así como la mejor concentración de la feromona para su uso en condiciones de campo. Las trampas CICA R y CICA Q (ver Figura) se mostraron superiores para programas de evaluación y detección de la plaga, con ventaja sobre trampas convencionales e importadas, colocadas a diferentes alturas en el cultivo, de acuerdo con el estado fenológico de las plagas y el manejo del cultivo. La concentración de ATDT que proporciono mejor captura fue de 10^5 nanogramos por “rubber septum”

La periodicidad de captura de machos de *S. absoluta* presento ritmo circadiano, ocurriendo la mejor actividad a las 7:00 a.m. La mejor altura de plantas en tomates industriales (rastreros) vario según el estado del cultivo: en suelo preparado para recibir el plantío las trampas instaladas a 0,20 m encima del suelo fueron las que tuvieron el mejor desempeño. En las demás condiciones del cultivo, trampas instaladas entre 0,20 y 0,60 m fueron las que registraron mayores capturas de la polilla del tomate.

La aceptación de nuevas tecnologías por el sector productivo agrícola depende de factores como las relación utilidad/costo, que tiene que ser elevada. Particularmente, en los países de América del Sur esto constituye un serio obstáculo, a menos que sea en cultivos específicos como el tomate, manzana, algodón y otros.

Modelos de Trampas:

(1) Delta, (2) CICA Q, (3) CICA R, (4) PVC, (5) PVC M.
A- Tabique de caucho, C- Carton con pegante.



30 APR 1996

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES ZOOVETERINARIAS Y SANITARIAS
CIENCIA - SALUD - BIENESTAR

BIBLIOGRAFIA

- BENTO J.M.S., ALBINO F.E., DELLA LUCIA T.H.C. & VILELA E.F. 1992. Field trapping of *Migdolus fryanus* Westwood (Coleoptera, Cerambycidae) using natural sex pheromone. **J. Chemical Ecology** 18 (2): 245-251.
- DELLA LUCIA T.M.C., VILELA E.F., MOREIRA D.D.O., BENTO J.M.S. & ANJOS, N. Dos 1989. Egg laying in *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, under laboratory conditions. In: VANDER MEER, R.K., JAFFE K. & CEDEÑO A. (Eds.). **Applied mirmecology: World Perspectives**. Boulder, USA, Westview.
- LEAL W.S., BENTO J.M.S., VILELA E.F. & DELLA LUCIA T.M.C. 1994. Female sex pheromone of the lonhourn beetle *Migdolus fryanus* Westwood: N-(2'S)-methylbutanol 2-methylbutylamine. **Experimentiae** 50: 853-856.
- PIRES C.S.S., VILELA, E.F. & VIANA P.A. 1994. Comportamento de fêmeas de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) asociado à liberação de feromônio sexual. **An. Soc. Entomol. Brasil** 23: 1-12.
- UCHOA-FERNANDES M.A. & VILELA, E.F. 1994. Field trapping of the tomato worm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) using virgin females. **An. Soc. Entomol. Brasil** 23: 271-275.
- VILELA E.F. 1992. Adoção de feromônios no manejo integrado de pragas. **Pesq. Agropec. Bras., Brasilia** 27, s/n: 315-318.

RESISTENCIA EN ACAROS - DESTINO O DESAFIO?

V. Harries

Landwirtschaftliche Versuchsstation der BASF, Casilla Postal 120,
67114 Limburgerhof, Alemania

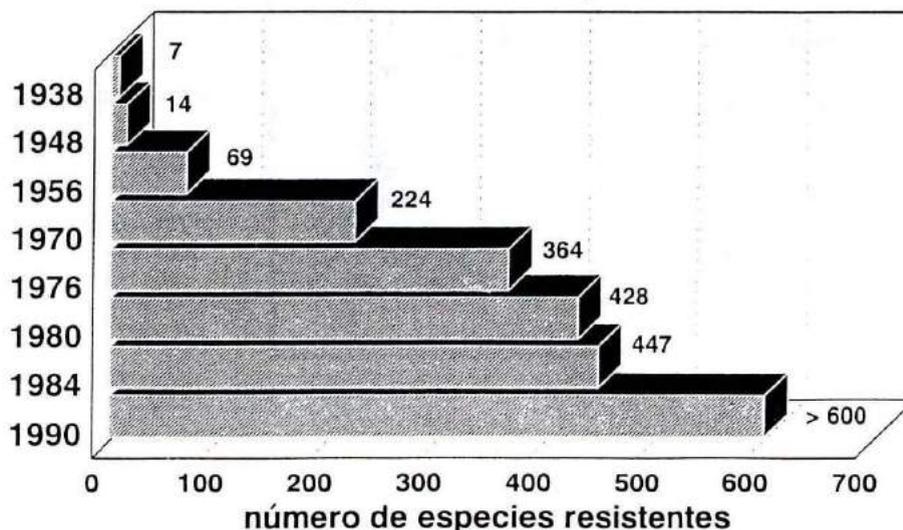
Introducción

La primera documentación mostrando evidencia de que la “micro-evolución” puede crear cepas resistentes como consecuencia del control químico de plagas, fue relacionado con la escama piojo de San José (Quadraspidiotus perniciosus) resistente a la cal sulfúrica (HELANDER, 1914).

Durante los cuatro decenios pasados, la resistencia en insectos y ácaros se ha convertido de un fenómeno científico raro y curioso en un problema serio, no solamente en el sector fitosanitario sino también en el control químico de parásitos y vectores de enfermedades que afectan al hombre y a los animales domésticos.

Desde el invento de los insecticidas organoclorinados y fosforados caracterizados por un amplio espectro de eficacia —incluso benéficos—, se registraron un número creciente de especies resistentes incluyendo ácaros. Otro incremento pronunciado de plagas resistentes se inició como consecuencia de la introducción comercial masiva de los insecticidas de tipo piretroide desde 1970, calificados de alta actividad contra una gran gama de plagas. A pesar de que insecticidas y acaricidas con acción específica participaron cada vez más en sistemas de Manejo Integrado de Plagas durante el decenio pasado, el número de especies de plagas resistentes creció hasta llegar a más de 600.

Incremento en el número de especies de insectos y ácaros con resistencia probada a nivel regional (1938 - 1990)



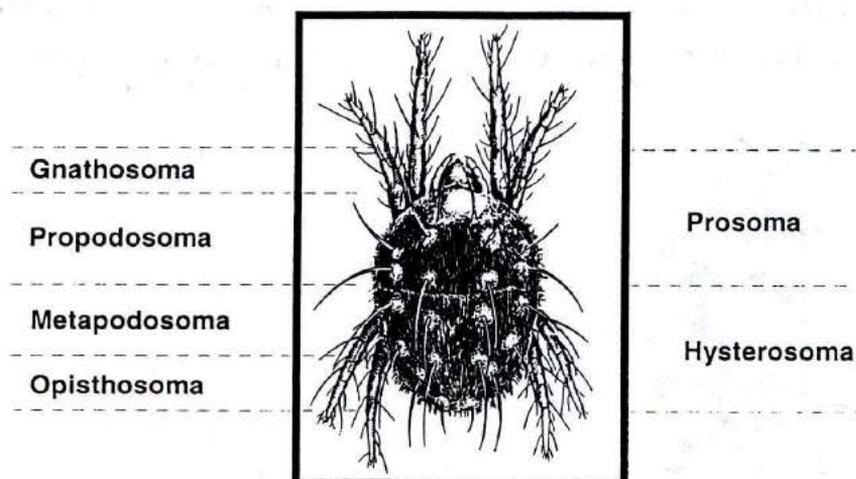
En 1984 el IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) fue instituido, puesto que la resistencia había llegado a ser un factor limitante de producción económica en cultivos de alto valor a escala mundial. En seguida (1985), una encuesta iniciada por el IRAC comprobó la ocurrencia extensa de cepas resistentes en Tetranychus urticae y Panonychus ulmi. En esta fase, la resistencia embarcó más que todo los compuestos organofosforados y los acaricidas antiguos (VOSS, 1987). La primera edición de la guía para el manejo de resistencia en ácaros fue publicada en 1988 (LEMON, 1988), revisado en 1992 (LEONARD, 1992) y últimamente en 1994 (WEGE, LEONARD, 1994). Por fin (1991 - 1995), el problema con cepas de ácaros resistentes (P. ulmi, P. citri, T. urticae en su mayoría) ha abarcado hasta ovicidas-larvicidas (Clofentezine, Hexythiazox) así como casi toda clase de acaricida moderno.

Debido a que el fenómeno de resistencia es causado por un complejo de factores interrelacionados (biológicos, genéticos, operacionales), el manejo de resistencia queda igualmente polifacético.

ACAROS - RASGOS BIOLOGICOS Y SISTEMATICA

Respecto a la morfología de un ácaro tipo Fam. TETRANYCHIDAE, la parte delantera (Prosoma) y la parte posterior (Hysterosoma) se encuentran fundidas a una masa corporal no segmentada.

Secciones morfológicas de ácaros



La región bucal (Gnathosoma) consiste de un aparato apto para succionar en el tejido de la planta huésped. Conforme a la especialización de cada familia y género, la estructura del aparato bucal es altamente variable. También las extremidades muestran amplia variación en su organización morfológica, adaptadas a trepar, asirse o nadar, hasta su atrofia parcial.

Dentro del reino animal, los ácaros forman parte del extenso grupo de ARTHROPODA, el cual incluye - aparte de los insectos y los crustáceos - también los arácnidos. Por su importancia económica se destacan los subordenes de TROMBIDIFORMES, PROSTIGMATA y TETRAPODILI.

Sistemática de Acaros

Arachnoidea

Orden

ACARINA

Suborden

Mesostigmata

Suborden

Sarcoptiformes

Suborden

Trombidiformes

Fam.

Tarsonemidae [B/M]

Suborden

Prostigmata

Fam.

Tetranychidae [A]

Suborden

Tetrapodili

Eriophyidae [B/M]

Phyllocoptidae

—

Ácaros fitófagos de importancia económica

[B/M]

riesgo de resistencia bajo/ moderado

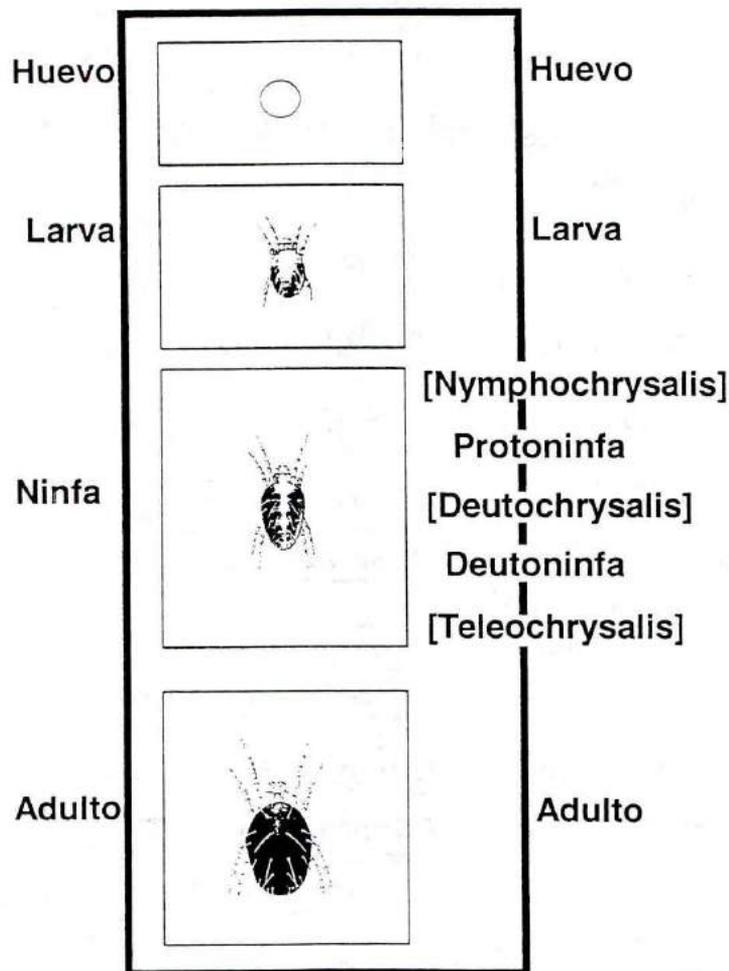
[A]

riesgo de resistencia alto

Con un total de más de 30.000 especies, los ácaros lograron colonizar prácticamente todos los espacios vitales en el mundo, desde mares profundos hasta el espacio aéreo (como parásitos de los pájaros) llegando hasta las zonas polares.

Como la mayoría de los arácnidos, los ácaros en su fase de adulto están dotados de cuatro pares de patas.

Ciclo evolutivo [Tetranychidae]



La mayoría de los ácaros es ovípara. El número de huevos puestos por cada hembra es variable, entre 20 y 500 por hembra. Diferentes fases inactivas (huevo, crisálidas) se alternan con las fases activas de larva y de adulto, el cual puede alcanzar una longevidad de hasta 3 - 5 semanas.

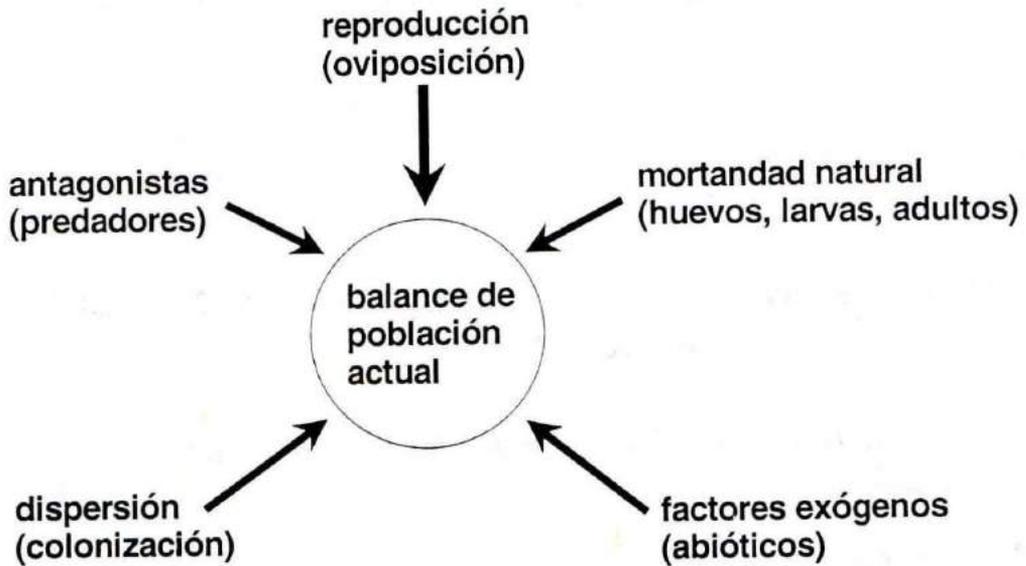
En virtud de su alta capacidad de reproducción, los ácaros pueden propagarse dentro de un período corto: Con temperaturas altas y condiciones secas, el ciclo evolutivo de algunas especies está concluido dentro de pocos días, de manera que nuevas generaciones de ácaros pueden surgir en sucesión rápida. Como factores que favorecen la propagación en masa, se deben resaltar los siguientes aspectos.

Factores favoreciendo la propagación en masa (gradación) de ácaros

- **Vitalidad (fertilidad, longevidad) de individuos en la población**
- **Ausencia de especies competitivas y antagonistas (p. ej. predadores)**
- **Planta huésped preferida (valor nutritivo, condición foliar)**
- **Agentes atmosféricos favorables (temperatura, humedad)**
- **Incremento de propagación del ácaro inducido por agentes abióticos (p. ej. piretróides)**

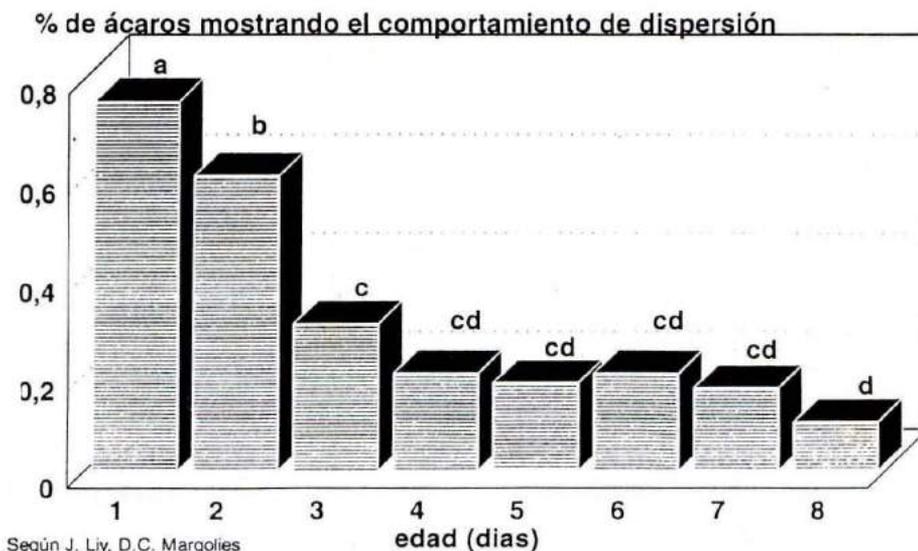
Por la mutualidad de los factores implicados - incluso la mortandad natural y la dispersión en las áreas colonizadas - se forma un balance de la población actual. Estas correlaciones se reflejan en la dinámica de población.

Dinámica en poblaciones de ácaros a nivel de campo



La proporción de adultos mostrando el comportamiento de dispersión parece disminuir mucho tras emerger los adultos.

Proporción media de arañuela común mostrando el comportamiento de dispersión aérea en diferentes edades en días desde ocurrencia de adulto



Los tetraníctidos por lo general son fitófagos alimentándose casi exclusivamente de las partes verdes de la planta huésped, mientras que eriófidos y tenuipápidos pueden causar lesiones, síntomas de roya y malformación en fruto así como en yemas. La extracción de savia celular - en parte junto con la inyección de secreciones tóxicas - causan la formación de follaje, flor y fruto raquíuticos y hasta rudimentarios. El complejo conjunto de daños en la planta cultivo se refleja en pérdidas serias de rendimiento y producción comercial.

Factores de impacto económico causado por ácaros fitófagos

- **Lesiones en hojas y frutas pinchadas**
- **Secreción de sustancias tóxicas causando malformación en yema, hoja, flor y fruta**
- **Pérdida en capacidad de asimilación (fotosíntesis) en hojas gris-amarillo moteadas hasta marón y secas.**
- **Caída precoz de hojas y frutas**
- **Maduración irregular de frutas**
- **Transmisión de virus**

RESISTENCIA - UN FENÓMENO POLIFACÉTICO

Desde que el desarrollo tecnológico - en particular por medio de fertilizantes, variedades más productivas, equipo para el cultivo del suelo y control de plagas - permitió la producción agrícola altamente intensa, los productos agroquímicos han contribuido al control efectivo de cuantiosos complejos de plagas en todos los cultivos de valor nutritivo e industrial a escala mundial.

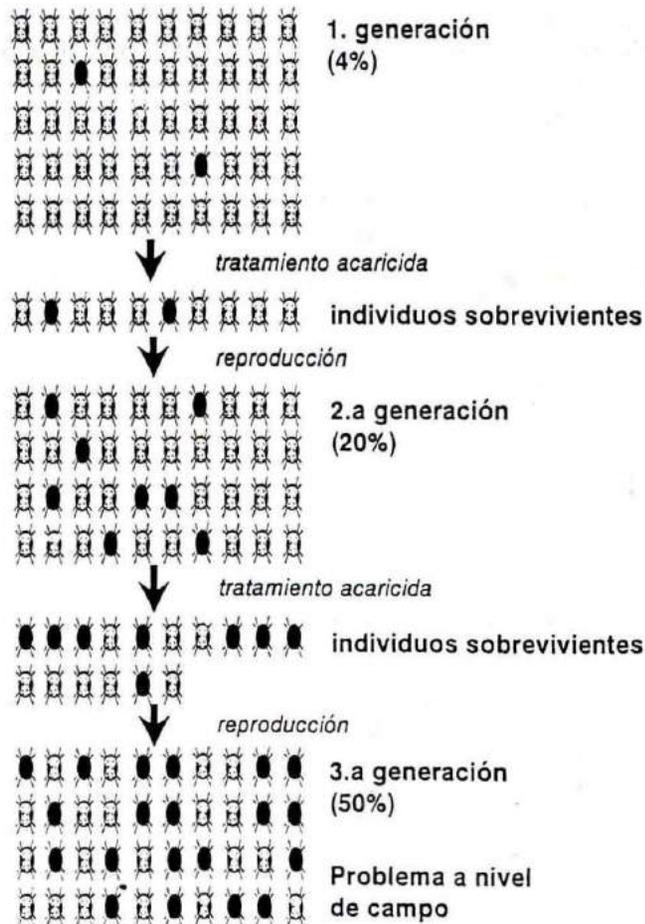
Por otro lado, la alta eficiencia de plaguicidas modernos y su amplio espectro de actividad, en parte ha originado consecuencias graves por abuso indiscriminado. Una de las consecuencias más graves para mantener un control efectivo es la pérdida de estos recursos agroquímicos a raíz de la resistencia. De parte de IRAC se ha formulado la definición de resistencia en los siguientes términos.

Definición de resistencia

Reducción en la sensibilidad de una población, reflejada por fallas repetidas de un producto en alcanzar el nivel esperado de control, siempre cuando fué usado de acuerdo con las recomendaciones dadas en la etiqueta para esta plaga, y cuando no había problemas relacionados con almacenaje, técnica de aplicación y condiciones inusuales climáticas o ambientales.

Según la frecuencia de alelos resistentes, su dominancia o forma recesiva, y la vitalidad de los individuos resistentes, la proporción de ácaros resistentes dentro de una población puede llegar a un nivel excesivo.

Selección de ácaros resistentes (esquema según D. Smitley, modificado)



En particular con cepas de ácaros resistentes a organofosforados se ha comprobado una merma significativa de vitalidad (DITTRICH, 1963). Este efecto se manifestó en

- oviposición reducida
- mayor sensibilidad en la fase de embrión
- período larval prolongado
- actividad reducida de ingestión de alimento

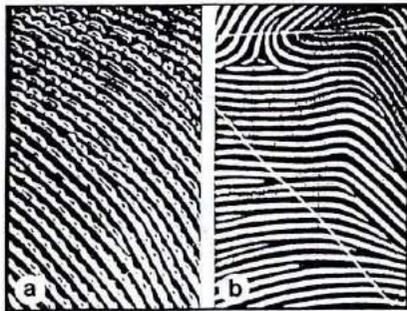
El fenómeno de resistencia Cómo se presenta?

- Cualquier acaricida y otro agente exógeno, incluso microbiológicos, están sujetos a *mecanismos de desactivación*, conforme a la estructura química del agente, la dotación genética de la especie y la cepa particular de plaga.
- En la situación normal de control de ácaros, permanecen sobrevivientes en la población después de un tratamiento químico, y llevan cierto nivel de variación genética capacitándose para soportar la acción del acaricida ("shifting").
- El genotipo es capaz de reorganizarse para convivir con un ambiente cargado de acaricida.
- Causas etológicas, p. ej. ingestión reducida en áreas tratadas a raíz de "avoidance" (→ Dicofol), pueden contribuir a efectos repelentes.

Para los factores importantes en el desarrollo de la resistencia en ácaros se ha introducido la clasificación entre aspectos genéticos, bióticos y operacionales (GEORGHIU, 1960). Con respecto a los mecanismos de resistencia en ácaros, se superponen procesos bioquímicos, físicos y biológicos.

Mecanismos de resistencia en ácaros

- Adaptación/ modificación del "binding site" en el ácaro.
- Absorción reducida del acaricida por la cutícula (estructura ver gráfica)



Cutícula de adulto (*T. urticae*) en la fase activa (a) y en diapausa (b), escala aumentada x 2700

Según F. Weyday
P. Berkovsky

- Detoxificación/ eliminación rápida de la molécula por el ácaro
- Cambio del comportamiento del ácaro, eludiendo el contacto y absorción del ingrediente activo ("avoidance").

Con base en las características de resistencia en ácaros, cualquier programa de manejo debe considerar algunos aspectos claves de prevención.

Aspectos de previsión

- Emplear prácticas de sanidad cultural es precaución básica.
- Prevenir resistencia en ácaros es más factible que combatirla cuando está ya establecida.
- La industria química, y la parte de investigación en el sector de universidades e institutos oficiales, deben cooperar para estudiar los riesgos asociados con cada producto.
- Aproximadamente 30.000 sustancias deben pasar la selección (“screening”), causando gastos de 75 - 150 millones de dólares hasta lanzar un producto nuevo al mercado. Por lo tanto, la proliferación de productos nuevos no queda asegurada en el futuro.
- Evitar la selección de individuos (ácaros) con potencial genético de resistencia, conservando la proporción de individuos susceptibles en la población, para impedir que la cepa resistente pueda volverse dominante.

De importancia fundamental para establecer un manejo de resistencia efectivo a largo plazo, es el **principio de agricultura sostenible**, es decir un sistema que permita un balance equilibrado entre manejo de resistencia y la producción agrícola.

MANEJO DE RESISTENCIA interacciones con el sistema de producción



El objetivo principal del IRAC es el desarrollo y la implantación de estrategias técnicamente sólidas con el fin de retardar o prevenir el establecimiento de resistencia. El procedimiento sigue ciertas normas, con una sucesión de acciones bien definidas.

Estrategia para el manejo de resistencia en ácaros: El concepto IRAC

- Determinar el estado de resistencia al nivel comercial, a raíz de encuestas regionales
- Someter a prueba, precisar y establecer métodos de monitoreo de resistencia practicables en campo
- Elaborar y suministrar guías para el manejo adecuado
- Hacerlo practicar por medio de enseñanza y publicaciones

GUIA BASICA / AGRUPAMIENTO DE PRODUCTOS CON BASE EN INDICIOS DE RESISTENCIA CRUZADA

Una serie de reglas claves se ofrecen para asegurar lo mejor posible el empleo efectivo de los recursos disponibles en el arsenal de acaricidas específicos.

Reglas claves para prevenir y manejar resistencia en ácaros

- Definir la(s) especie(s) de ácaro(s) presente(s) en el cultivo.
- Respetar la dosis de acaricida recomendada por la compañía que lo produce (no aumentar ni reducir la dosis indicada).
- Asegurar la aplicación del acaricida con la técnica adecuada.
- No emplear el mismo acaricida contra generaciones secuenciales de ácaros dentro de un ciclo de rotación.
- Alternar productos con diferente modo de acción (agrupación según IRAC).
- Evitar mezclas con acaricida asignados al mismo grupo (modo de acción).
- Evitar mezclas con dosis reducidas de los productos solos.
- Emplear productos específicos contra las fases más susceptibles de ácaros.
- Aplicar el acaricida conforme a la fecha indicada para conservar la fauna benéfica en lo posible.
- Monitorear la dinámica de la población (huevo, larva, ninfa, adulto) con intervalos cortos.
- Combatir focos de infestación en vez de tratar toda la superficie.

Desde la primera edición en 1988, la agrupación de compuestos elaborada por el gremio asignado dentro del IRAC ha sido modificado y adaptado conforme a los productos presentes en el mercado. La última edición, la cual fue publicada con motivo de la "British Crop Protection Conference 1994", por primera vez incluye la clase nueva de acaricidas del tipo "METI" (Mitochondrial Electron Transport Inhibitor).

**Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)
Fruit Crops Spider Mite Management Guidelines 1994
Agrupamiento de Compuestos**

La lista siguiente de compuestos fue elaborada con base en indicios de resistencia cruzada entre compuestos asignados al mismo grupo

- Grupo A Cyhexatin, Azocyclotin, Fenbutatin-oxide
- Grupo B Clofentezine, Hexythiazox, Flufenoxuron, Flucycloxuron
- Grupo C Bromopropylate, Dicifol
- Grupo D Piretroides
- Grupo E Tetradifon
- Grupo F Amitraz
- Grupo G Propargite
- Grupo H Quinomethionate
- Grupo I Benzoximate
- Grupo J Dinobuton
- Grupo K Abamectin
- Grupo L Organofosforadas
- Grupo M Formetanate
- Grupo N Diafenthiuron
- Grupo O Fenazaquin, Tebufenpyrad, Fenpyroximate, Pyridaben

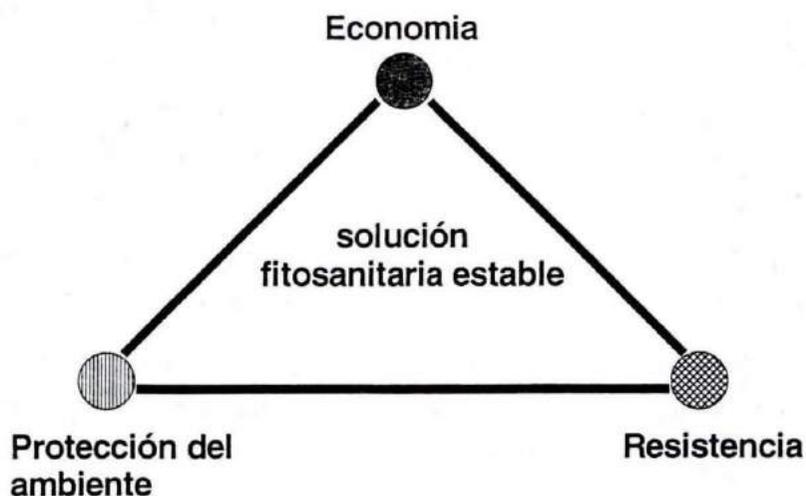
Como base esencial en cadena de pasos para desarrollar y establecer un manejo adecuado de resistencia, es indispensable el compromiso en la parte de investigación. Fuera de seguir las etapas de ensayar y validar nuevos métodos para monitorear poblaciones nativas, aparte de elaborar guías estratégicas y llevarlas a la práctica, sigue el compromiso de aprender las lecciones del pasado.

Enfoque racional al manejo de resistencia



Al fin y al cabo, fuera de los aspectos técnicos, existen influencias originadas en las esferas política y económica, las cuales deben ser compatibles para alcanzar la meta de soluciones fitosanitarias estables.

Enlace de resistencia con otros factores claves en medidas fitosanitarias



En resumen, el manejo de resistencia en ácaros se presenta como un desafío que implica requerimientos espinosos tanto a nivel de investigación como a nivel de agricultor e industria química.



BIBLIOGRAFIA

- DENNEHY, T.J. (1994). Sustaining the efficacy of Dicofol against citrus rust mite (*Phyllocoptruta oleivora*): A case-history of industrial and academic collaboration. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1994 (955 - 962).
- DENNEHY, T.J., FARNHAM, A.W., DENHOLM, J. (1992). Problems with estimating the toxicity of Amitraz to susceptible and resistant spider mites. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pest and Diseases 1992, 245 - 250.
- EDWARDS, M.H., KOLMES, S.A., DENNEHY, T.J. (1994). Can pesticide formulations significantly influence pest behavior?: The case of *Tetranychus urticae* and Dicofol. Entomol.Exp.Appl. 72, 245 - 253.
- GOUGH, N. (1990). Evaluation of miticides for the control of twospotted mite *Tetranychus urticae* Koch on field roses in southern Queensland. Crop Protection 9, 119 - 127.
- GRAFTON-CARDWELL, E.E., GRANETT, J., LEIGH, Th.F., NORMINGTON, Sh.M. (1989). Development and evaluation of a rapid bioassay for monitoring Propargite resistance in *Tetranychus* species (Acari: Tetranychidae) on cotton. Journal of Economic Entomology 82 (3), 706 - 715.
- HATTORI, J. (1990). Miticide development - top priority in Japan. Farm Chemicals Int., 5, 33-36.
- HELLE, W., SABELIS, M.W. Ed. (1985). Spider mites - their biology, natural enemies and control, Vol. 1 A/B, Elsevier - Oxford - N.Y. - Tokyo - Amsterdam
- HOLLINGWORTH, R.M., AHAMMADASAHI, K.I., GADELHAK, G.G., McLAUGHLIN, J.L. (1993). New inhibitors of complex I of the mitochondrial respiratory chain with activity as pesticides. 648th Meeting of the Biochemical Society, Belfast, N.Ireland, UK, Sept. 14 - 17, 1993, Biochemical Transactions 1994, Vol. 22, No. 1, 230 - 233.
- HOY, M.A., CONLEY, J. (1989). Resistance in Pacific Spider Mite (Acari: Tetranychidae): Stability and mode of inheritance. Journal of Economic Entomology 82 (1), 11 - 16.
- JAMES, D.G., EDGE, V.E., ROPHAIL, J. (1988). Influence of temperature on Cyhexatin resistance in *Tetranychus urticae*. Experimental & Applied Acarology, 5, 15-21.
- KLUBERTANZ, Th.H., PEDIGO, L.P., CARLSON, R.E. (1990). Effects of plant moisture stress and rainfall on population dynamics of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae), Environmental Entomology, 19 (6), 1773-1779.
- LEMON, R.W. (1988). Resistance monitoring methods and strategies for resistance management in insect and mite pests of fruit crops. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pest and Diseases 1988, 1089-1097.

- LEONARD, P.K. (1992). IRAC Fruit Crops Working Group spider mite resistance management strategy. Proceedings of Resistance 1991, achievements and developments in combating pesticide resistance. Ed. Debholm et al., Elsevier Appl. Science, 41 - 47.
- LEWIS, T. (1994). Commitment to long-term agricultural research: A message of science, sponsors and industry. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1994, 3 - 20.
- LI, J., MARGOLIES, C. (1993). Effects of mite age, mite density and host quality on aerial dispersal behaviour in the Twospotted Spider Mite. Entomol.Exp.Appl., 68, 79 - 86.
- McKEE, M.J., IBRAHIM, Y.B., KNOWLES, Ch.O. (1986). Relationship between dispersal and fecundity of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) exposed to Flucythrinate. Experimental Applied Acarology 3. 1 - 10
- MOTOBA, K., SUZUKI, T., UCHIDA, M. (1992). Effect of a new acaricide, Fenpyroximate, on energy metabolism and mitochondrial morphology in adult female *Tetranychus urticae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 43, 37-44.
- OMOTO, C., DENNEHY, T.J., McCOY, C.W., CRANE, S.E., LONG, J.W. (1994). Detection and characterization of the interpopulation variation of Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) resistance to Dicofol in Florida Citrus. Journal of Economic Entomology, 87, (3), 566 - 572.
- PEARL, D.K., BARTOSZYNSKI, R., HORN, D.J. (1989). A stochastic model for simulations of interactions between phytophagous spider mites and their phytoseiid predators. Experimental & Applied Acarology, 7. 143 - 151
- SCHOKNECHT, U., OTTO, D. (1992). Metabolic resistance factors of *Tetranychus urticae* (Koch). Insecticides: Mechanism of Action and Resistance. Intercept Ltd. UK, 451 - 462.
- SMITLEY, D. (1994). Spider mites rear their resistant heads again. Dep. of Entomology, Michigan State University, 6 p.
- STERK, G., HIGHWOOD, D.P. (1992). Implementation of IRAC anti-resistance guidelines with IPM programmes for Belgian apple and pear orchards. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1992, 517 - 526.
- TIAN, T., GRAFTON-CARDWELL, E.E., GRANETT, J. (1992). Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to Cyhexatin and Fenbutatin-oxide in California pears. Journal of Economic Entomology 85 (6), 2088 - 2095
- WEGE, P.J., LEONARD, P.K. (1994). Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) fruit crops spider mite resistance management guidelines 1994. Proceedings of the British Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1994, 427 - 430.

18758

DESARROLLO DE MIP PARA LA BROCA DEL CAFE

PS Baker

Proyecto cooperativo ODA-CENICAFE-IIBC

Chinchiná, Caldas, Colombia

1. Introducción

No hay una definición universal del MIP. La definición del IIBC (International Institute of Biological Control, UK) es la siguiente: MIP suministra la mejor combinación de métodos de control de plagas para maximizar el valor de la cosecha, minimizar riesgos a la salud humana y el medio ambiente y para que sea sostenible. El MIP es relevante en todas actividades humanas afectadas por plagas, incluyendo producción agrícola y protección del medio ambiente.

Esto es fácil decirlo, pero muy difícil de realizarlo. Una definición del MIP es muy importante pero es demasiado general para adelantarnos mucho en casos específicos como la broca en Colombia. Entonces voy a desglosar un poco:

Para mí, el MIP debe incluir varios conceptos:

a) Se debe considerar que hay diferentes conceptos de MIP. Según R. Chambers [Problems of paradigms, Biotechnology in Agriculture, A Dialogue, (Ed. MS Swaminathan) p.p. 246-263, Macmillan India Ltd., Madras, India], hay un concepto 'tecnológico' del MIP que incluye un 'paquete' de herramientas de control, umbrales, puntos de acción etc., que el agricultor tiene que aprender manejar y llevar a cabo en una forma planeada. Por otra parte hay un concepto 'ecológico' del MIP que depende mucho más de las habilidades del agricultor para observar, aprender, participar en el proceso de mejorar el manejo de su cultivo, según sus propios criterios, necesidades y habilidades. En el MIP 'tecnológico' las metas son predeterminados, en el MIP 'ecológico' los metas evolucionan. Claro que no siempre es posible diferenciar claramente entre estos dos conceptos, pero la idea de diferentes enfoques al problema es importante y el investigador debe conocer la diferencia entre los dos y cual de

ellos es el mejor para su programa de investigación. También se debe incluir el concepto de que las diferentes categorías de agricultores pueden adoptar mejor el MIP tecnológico o el MIP ecológico.

b) Se debe incluir el concepto de la especificidad del lugar de la implementación; es decir lo que funciona bien en una región, tal vez no va a funcionar en otra. Cada área es distinta y por lo tanto eso implica que el desarrollo del MIP tiene que involucrar al agricultor y su finca desde el inicio y que los métodos de enseñar MIP a los agricultores deben tomar cuenta de esta posibilidad.

c) Se debe usar el concepto de toma de decisiones por parte del agricultor; el MIP no es toma de acciones calendario, es la toma de acciones basadas en observaciones y mediciones de campo.

d) Se debe tener el concepto, de que el MIP es complicado y que no se puede esperar siempre que agricultores puedan fácilmente adoptar varias técnicas nuevas a la vez. O sea, se tiene que integrar el concepto de tiempo y desarrollo dentro de un programa de MIP. Así cada paso del MIP debería ser útil y bien entendible por el agricultor.

e) También se debe considerar el concepto de rentabilidad; muy pocos agricultores van a hacer algo, solamente porque es menos dañino al medio ambiente. El tiene que entender que el MIP le va costar menos dinero a corto-mediano plazo, o que él va a recibir más dinero por su producto si lo adopta (p.e. en el caso de productos sin residuos de agroquímicos, para exportación).

Esto implica que tenemos que comprobar la rentabilidad de cada fase del MIP antes de transferirlo a los agricultores.

Si tomamos todos estos criterios como una guía para MIP, es claro que en la realidad no hay un verdadero proceso, paso por paso de implementación de manejo integrado de la broca. Más bien se puede considerar que en este momento se están recomendando varias prácticas que se consideran eficaces pero con datos insuficientes para estar seguros de su óptimo uso o rentabilidad o si el finquero las va a adoptar. La razón de esta falla aparente es la cantidad de información, conocimiento, personal, recursos, experiencia y sobre todo dirección y

organización necesaria para implementar el MIP. O sea el cultivo de café es muy complicado, la situación del agricultor es muy complicado, la broca es un problema muy complicado, y por lo tanto el MIP es sumamente complicado. En realidad, MIP es más una filosofía que una ciencia bien establecida sin un sistema de principios bastante desarrollado.

Entonces tomando en cuenta que el MIP es muy difícil y complicado estudiar e implementar, todo lo anterior implica que se requiere una organización muy grande, bien equipada, con muchos recursos, muy motivada y enterada de los problemas. El MIP implica que conocemos mucho sobre la broca, el cafetal y el agricultor y los agentes de control, especialmente los enemigos naturales. Al mismo tiempo el MIP implica que tenemos que mirar hacia el futuro y tratar de conjeturar como van a cambiar variables como precio de mano de obra, resistencia de plagas a insecticidas, resistencia de mercado por productos producidos con agroquímicos tóxicos, etc.

En los países productores de café, hay pocas organizaciones nacionales que tengan los recursos para llevar a cabo un verdadero MIP de la broca. La Federación Nacional de Cafeteros es uno de los pocos que si pueden.

2) La broca

La problemática de la broca en Colombia es la más severa y complicada que he visto para este insecto.

Hay varias razones:

- i) En Colombia hay período de cosecha muy largo, casi continuo en algunas regiones.
- ii) Un cultivo que es heterogéneo en Colombia, se cultiva el café bajo un amplio rango de densidades de siembra, condiciones climáticas etc., que cambia de un año al otro como crece la planta.
- iii) Requiere mucha mano de obra para llevar a cabo control (p.e. hasta 5 días para aplicar un producto en una hectárea). La mano de obra es a veces escasa y probablemente Colombia ahora tiene los precios más altos de mano de obra de los países que exportan café.

iv) En Colombia los agricultores no están acostumbrados a combatir plagas, no tienen el conocimiento ni experiencia de como emplearlos.

v) Hay una gran diversidad de caficultores que complica los métodos de divulgación y extensión.

Otros razones no específicas a Colombia:

vi) La broca vive la mayoría de su vida dentro del fruto, protegida del ataque de muchos enemigos naturales y control químico.

vii) Ataca directamente al la unidad de producción.

En realidad la broca es uno de los problemas más severos que he visto en mi carrera. ¿Que otra especie tiene alimento todo el año, vive la mayoría de su vida escondida dentro del tejido de la planta, ataca directamente la producción, y tiene una unidad de producción tan pequeña y difícil de coleccionar o proteger?

3) Los herramientas para el MIP

Los parasitoides: es muy claro ahora que ni *Prorops nasuta* ni *Cephalonomia stephanoderis* van a tener mucho impacto en forma 'clásica' de control biológico. Todos los experimentos hechos en Colombia, México y Ecuador sugieren que hay un efecto relativamente importante después de la liberación pero que el control no persiste. La única manera posible en que se pueden usar los parasitoides para ejercer un buen nivel de control es a través de liberaciones masivas. Por eso estamos dedicando mucho esfuerzo en desarrollar técnicas de cría masiva y estudios de liberación masiva en el campo. Los resultados iniciales son prometedores, estamos encontrando tasas de parasitismo alto (>20%) con proporciones de avispa a fruto brocado de 5:1, que es una proporción relativamente baja para liberaciones inundativas. Espero que dentro de dos años vamos a tener proyecciones muy claras del futuro de esta técnica tanto en la eficiencia de los parasitoides en campo a niveles muy bajos de broca (0 a 2% de infestación) como en el costo de producción de la avispa.

Los patógenos: tienen características completamente inversas a los parasitoides; son relativamente fácil de cultivar pero difíciles de aplicar en el campo. Los resultados sugieren que a veces pueden tener muy buen efecto, y es completamente seguro que de los enemigos naturales que ya existen en el campo *B. bassiana* es el más importante; probablemente este hongo es 10 veces más importante que cualquier otro factor de mortalidad en Colombia en este momento.

Hay dos retos con los patógenos; 1) mejorar su eficiencia por investigar métodos más eficientes de formular y aplicarlo. 2) entender más sobre la dinámica natural del hongo en el campo. Es decir, saber como funciona el hongo para ver si es posible mejorar condiciones en el cafetal para su propagación y dispersión. El reto 1) se puede considerar como 'tecnológico', el reto 2) como 'ecológico'. Un reto más es conocer cuales son las características del hongo que favorecen más su éxito en el campo. En este momento solo estamos liberando una cepa, pero es probable que se necesite diferentes cepas para diferentes épocas o regiones.

Insecticidas: solamente son eficientes cuando la broca esta en el túnel de penetración. Si hay muchas floraciones (la condición normal en muchas partes de Colombia) no es rentable aplicar insecticidas para los frutos de cada floración. Por eso se deben limitar las aplicaciones a las floraciones principales. El problema es que no tenemos pautas exactas para recomendar cuales floraciones merecen aplicación.

Todavía no tenemos datos suficientemente detallados sobre la mortalidad de la broca causado por diferentes tiempos de aplicación (a varios días antes y después de infestación por la broca) y no tenemos suficiente datos sobre el efecto de las plaguicidas sobre la salud humana, el medio ambiente y la imagen internacional del café Colombiano.

También, no sabemos el riesgo a mediano-largo plazo de plagas secundarias agravadas por muchas aplicaciones de insecticidas sobre la fauna benéfica (p.e. parasitoides de minador de la hoja del café).

Pero si sabemos que en el caso del municipio de Palestina para la cosecha traviesa de 1995 casi todos los agricultores (95%) usaron insecticidas y nadie produjo café 'Tipo Federación'. También estamos empezando ver más evidencia de plagas secundarias como minadores y pseudococcidos. Es decir, el uso calendario o indiscriminado de insecticidas sin criterios

estrictos no puede ser rentable. Esto fue la conclusión de un estudio reciente en Ecuador (Sponagel, tesis doctoral Universidad de Giessen 1994); el aplicó endosulfan seis veces cada 4 semanas y obtuvo control de 79% pero el costo fue prohibitivo.

Uno de los retos más urgentes para la Federación de Cafeteros es convencer a los agricultores de limitar el uso de insecticidas a tiempos cuando sean más eficientes, es decir probablemente no más de dos aplicaciones por año.

Control cultural: Re-Re es el método más practicado por agricultores. Un estudiante en Cenicafé, Jorge Peralta, ha estudiado la eficiencia del proceso en 12 fincas en Caldas. El resultado global es que solamente alrededor del 50% de los frutos brocados son removidos durante un Re-Re. Las ramas más bajas son las menos colectadas y el reto ahora es ver como se puede mejorar la eficiencia del proceso.

También se necesita hacer más estudios sobre todo el proceso de cosecha y beneficio para ver donde las brocas están escapando y reinfestando el lote.

4) Estrategias para la Implementación del MIP contra la Broca

La base fundamental del MIP como está aceptado por los expertos es la evaluación de niveles de las plagas y toma de decisión basadas en umbrales económicos. Pero en nuestro caso las indicaciones son que este proceso va ser muy difícil por varias deficiencias por parte del agricultor, tales como limitaciones fuertes en cuanto a tiempo, dinero y educación. Todas las indicaciones de encuestas etc. es que la implementación es lenta y sería más exitosa si es más sencilla. Es decir, va a ser muy difícil entregar un "paquete" de medidas y esperar que lo van a adoptar.

Entonces una idea principal es trabajar con conceptos y técnicas sencillas y robustas más que con técnicas exactas pero difíciles de transferir. Según Patricia Matteson de Zamorano, Honduras, [Developing Human Resources Through Participatory IPM Training, conferencia dictada en el International Food Policy Research Institute Wokshop " Pest Management, Food Security and the Environment: The Future to 2020" mayo 10-11 1995, Washington D.C.] en estudios de extensión de MIP para arroz en las Filipinas, en 1980 un equipo de sociólogos,

extensionistas, antropólogos, y entomólogos de IRRI desarrollaron un programa de extensión que involucró:

- i) entrenamiento en grupos
- ii) un mensaje bastante sencillo con los puntos importantes repetidos con frecuencia
- iii) 20 a 40 horas de instrucción en campo, distribuido durante el ciclo del cultivo a lo largo del año
- iv) Experimentos y demostraciones para despertar la curiosidad de los agricultores y estimular la confianza en el asunto.
- v) Seguimiento periódico con el grupo durante los dos años después del entrenamiento.

Este plan ha sido validado varias veces y parece que funciona muy bien en escala piloto. Pero, cuando la responsabilidad para llevar a cabo el esquema en grande fue entregada a los extensionistas nacionales, la calidad e intensidad del entrenamiento bajaron notoriamente.

Yo creo que la calidad de los extensionistas de la Federación es superior a la de muchos países de SE Asia, sin embargo la tarea es enorme cuando se considera que hay alrededor de un tercio de millón de agricultores, y solo aproximadamente 1000 extensionistas. O sea aproximadamente 3300 agricultores por cada extensionista. Al parecer, de la experiencia de IRRI con arroz, que es un cultivo más sencillo que el café, tal vez se van a necesitar 10 veces más personal para llevar a cabo una buena transferencia del MIP. Obviamente esto no es posible, y por lo tanto tenemos que considerar con mucho cuidado el mensaje que queremos entregar, su complejidad, la manera de transferirlo, como entrenar los extensionistas, etc., etc. Los métodos para transferir deben ser en los que tenemos bastante confianza porque no queremos cambiarlos después.

Así se debe pensar en diferentes etapas de MIP, transfiriendo técnicas paso por paso, evaluándolas continuamente. Por eso cada paso tiene que ser útil y rentable en si mismo.

Por lo tanto los datos de encuestas y estudios económicos y socio-antropológicos deben ser de una importancia primordial para comprobar que lo que estamos haciendo es basado en conceptos realísticos y prácticos más que teóricos; el problema principal de MIP en países en vías de desarrollo es precisamente esto, que es más teórico que práctico y así, en muchos casos ha fracasado.

Si vamos a introducir varias técnicas que eventualmente se espera formaran un esquema integrado, debemos pensar ahora en como vamos a hacerlo y cuales son los pasos y el orden de hacerlo. Así tenemos que adivinar/conjeturar un poco la forma de un plan de MIP durante los próximos 10 años y proponer un plan preliminar para implementación. Aunque los resultados de la investigación siempre son inciertos, valdría la pena establecer metas y hacer todo lo posible cumplir con ellas.

¿ Que tipo de MIP queremos, 'técnico' o 'ecológico'? Es importante decidir donde queremos estar en el continuo entre estos dos extremos. O tal vez debemos tener dos caminos.. ecológico y técnico para diferentes clases de agricultores. El problema en este momento es que el enfoque 'ecológico' requiere mucho estudio especialmente en cuanto a los hongos y parásitos incluyendo más estudios de los varios enemigos naturales de Colombia y tal vez de África (p.e. *Heterospilus coffeicola*). Creo que muchos agricultores esperan una respuesta técnica, sin embargo vale la pena considerar el enfoque ecológico porque para algunos agricultores, p.e. caficultores orgánicos, esto puede ser de mucha utilidad.

5) Metas generales de un programa de MIP para la broca:

En resumen,

a) Se deben escoger elementos complementarios (uno que ataca la broca adulta en el túnel de entrada otro que ataca los estados inmaduros).

b) Probarlos en lotes comerciales.

c) Desarrollar una esquema sencilla que tenga (de los datos socioeconómicos y experimentos cooperativos con agricultores) el chance más alto de ser adoptado por el agricultor.

d) Entender que el MIP es un proceso largo que va requerir mucho esfuerzo y mucha integración por parte de investigadores, extensionistas y agricultores mismos.

PROPIEDAD INTELECTUAL, BIOTECNOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

Ricardo Torres C.

Subdirector de Investigación Estratégica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Tibaitata, Mosquera, Cundinamarca.

1. INTRODUCCIÓN.

En la última década se ha llevado a cabo, a nivel internacional, un proceso de reformas a los Sistemas de Derechos de Propiedad Intelectual, con dos propósitos principales: ampliar su cobertura, incorporando todas las invenciones correspondientes a las denominadas Nuevas Tecnologías, especialmente la Biotecnología, y fortalecer la posición de los propietarios de las invenciones. Estas reformas tienden en primera instancia a favorecer a las compañías, instituciones, y países que ya han logrado una posición dominante en la producción y comercialización de estas tecnologías, pero también constituyen un nuevo marco jurídico-institucional que ineludiblemente los países en desarrollo deben manejar para mejorar sus las condiciones de acceso a las nuevas tecnologías.

En el actual contexto de reestructuración de la economía mundial, en donde los ingresos derivados de los servicios especializados y de la transferencia de tecnología tiene una participación creciente, los países industrializados buscan mejorar su posición en el mercado internacional mediante el uso de las nuevas tecnologías como arma de competencia. Estas reformas o "fortalecimiento" de Sistema DPI, como se las denomina, se caracterizan por ampliar substancialmente los derechos del titular y al tiempo reducir al máximo los mecanismos de la transferencia de tecnología, hasta un punto en que han provocado gran preocupación en los mismos países industrializados por el impacto negativo que estas reformas puedan tener sobre el proceso general de desarrollo científico y tecnológico en términos de los costos y retrasos que imponen al desarrollo continuado de innovaciones.

Tal vez la reforma de mayor alcance es la ampliación del ámbito de los DPI para incluir los materiales o recursos biológicos los cuales se encontraban expresamente excluidos del sistema. El desarrollo de la Moderna Biotecnología ha propiciado una

profunda reestructuración de agroindustria internacional y ha valorizado insospechadamente los recursos genéticos, creando un entorno en el cual las compañías transnacionales y los países desarrollados buscan el control de las nuevas tecnologías y el de los recursos genéticos para mejorar su posición en el mercado.

A través de distintos medios los países industrializados han presionado a los países en desarrollo para que adopten reformas que incorporen las mismas normas de DPI vigentes en esos países, apelando preferentemente al expediente de mostrar los DPI como un mecanismo eficiente para promover las inversiones privadas en actividades de Investigación, lo cual sería además consistente con la aplicación de modelos de apertura económica. Sin embargo, en la medida en que la dinámica de esas inversiones está determinada por un conjunto de factores más amplio que depende del nivel de desarrollo de cada país, los efectos de las reformas tendrán un impacto mucho menor en los países menos desarrollados.

En un análisis global, los países industrializados pueden ser considerados preferentemente como generadores y propietarios de las nuevas tecnologías, y los países en desarrollo mayormente como licenciarios o compradores, de manera que el fortalecimiento de la posición del titular o propietario en el Régimen de DPI, tiende a favorecer globalmente más a los primeros, mientras que los segundos se enfrentan a condiciones más restrictivas de acceso.

De esta manera, el efecto más importante de los Sistemas de DPI en los países en desarrollo es contribuir a crear un "clima favorable" para que las compañías internacionales hagan disponibles sus innovaciones protegidas y, en menor medida, sus inversiones en los mercados locales; el efecto sobre las condiciones locales será mucho menor.

2. LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Los Derechos de Propiedad Intelectual-DPI- son un sistema jurídico diseñado para estimular el esfuerzo y la inversión privada en actividades de investigación y desarrollo, pero también para asegurar la continuidad del progreso tecnológico a nivel social. El sistema se levanta sobre dos bases fundamentales: de una parte los DPI otorgan el derecho de excluir o restringir a terceros, la producción comercial de un invento durante un período determinado y son por lo tanto un monopolio de carácter temporal; y de otra

parte, establecen la obligación de revelar y hacer pública toda la información necesaria para reproducir el invento patentado, como una forma de contraprestación social para evitar que el monopolio se convierta en un obstáculo para el progreso científico, tecnológico y socioeconómico (Redgrave, 1991: 240), (CMGGR-NCR, 1993:CHAO 12). El Sistema DPI constituye pues un balance entre el derecho otorgado y las obligaciones sociales compensatorias. (Saliwanchick, 1988: 8-11). Comprender esta doble función es fundamental para analizar el impacto de un particular Sistema DPI.

Los derechos y privilegios del titular están regulados por las disposiciones concernientes a: 1. El Ambito de aplicación, es decir las áreas de la producción para las que son aplicables los DPI; 2. La Cobertura del invento, los derechos del Titular o propietario, que son las actividades de las que se excluye a terceros. 3. Las condiciones de Licenciamiento, las cuales se refieren a el pago y demás requisitos que deben cumplir quienes soliciten permiso del titular para utilizar el invento protegido; y 4. La Duración de los derechos, que es el periodo durante el cual son vigentes los DPI.

Igualmente las obligaciones están reguladas por las disposiciones relacionadas con asegurar la disponibilidad pública de la información necesaria para reproducir el invento y las condiciones para promover la transferencia de tecnología: 1. La Revelación de toda información necesaria para reproducir el invento protegido; 2. El Licenciamiento Obligatorio, que se refiere a los casos en que el titular tiene obligatoriamente que otorgar licencias a quien las solicite; y 3. Las condiciones de Explotación, que son los requisitos que en materia de producción local, debe cumplir el titular para poder ejercer sus derechos en el país. Las disposiciones relacionadas con los procedimientos pueden también afectar indirectamente, el balance del sistema.

Asimismo existen los Derechos de Obtenciones Vegetales -DOVs- los cuales son un Sistema de Derechos de Propiedad Intelectual "sui generis", diseñado para atender en forma específica las invenciones cuando se trata de plantas. Los requisitos para calificar una invención bajo el sistema de patentes, que es la forma común de los DPI, son: Novedad, Nivel Inventivo y Aplicabilidad Industrial; mientras que en el caso de los DOV son: Novedad, Homogeneidad, Distinguibilidad y Estabilidad.

Las versiones originales los DOV incluyen también disposiciones relacionadas con las Excepción del Agricultor por medio de cual se permite al agricultor retener semilla producida en su finca con una variedad protegida, siempre y cuando no sea con fines comerciales; y con la Excepción del Fitomejorador la cual permite usar una variedad

protegida con fines de experimentación y para producir nuevas variedades. Los requisitos de calificación y estas dos excepciones son la más clara manifestación de como los DOV reconocen las particularidades de las variedades vegetales como innovación, de como ellas se producen con base a la manipulación de otras, y de su capacidad de ser reproducidas como parte normal de la actividad del agricultor.

La estructura del sistema DOV obedece básicamente a los mismos esquemas ya mencionados que conforman el sistema de patentes. Según sea la forma como se definen los varios derechos del propietario, las obligaciones y procedimientos, etc, y la manera como ellos se equilibran en el diseño de un Sistema DPI, se tendrán efectos diferentes.

3. LA REFORMA AL SISTEMA DPI EN EL PACTO ANDINO Y EN COLOMBIA

Como consecuencia de las negociaciones de la Ronda Uruguay del GATT y especialmente de los tratados bilaterales de comercio con los Estados Unidos, Colombia se ha comprometido en una amplia reforma del Sistema de Propiedad Intelectual. En Colombia rige el régimen común del Pacto Andino el cual ha sido modificado varias veces en los últimos años; actualmente son vigentes la Decisión 344 en materia de Patentes y la Decisión 345 en materia de Obtenciones Vegetales, y se encuentra en preparación un proyecto de decisión en materia de Regulación del Acceso a los Recursos Genéticos.

La Decisión 85 de 1974 del Pacto Andino, sobre Propiedad Industrial, fué incorporada a la legislación colombiana mediante el Decreto 1190 de 1978, y estuvo vigente hasta el 8 de noviembre de 1991 cuando fué sustituida por la Decisión 311, la cual fué el primer intento de reforma; luego por la Decisión 313 del 6 de febrero de 1992, y más recientemente por la Decisión 344 del 29 de octubre de 1993, la cual se encuentra actualmente vigente. Las modificaciones de la Decisión 344 en relación con la Decisión 85 se refieren principalmente a:

1. Ambito de Aplicación: Se incluyen rubros que estaban anteriormente excluidos expresamente del patentamiento como son Las Plantas y Los Procedimientos utilizables para su obtención, sean esencialmente biológicos o no; Los métodos de diagnóstico y control para la sanidad vegetal, Los Alimentos, Las Bebidas, Los Productos

farmacéuticos no incluidos en la lista de la OMS. Implícitamente quedan cubiertos Los Procesos Biotecnológicos y Los Microorganismos.(Art 6-7).

2. Cobertura: El derecho concedido ordinariamente al titular de “impedir que terceros sin su consentimiento exploten la invención patentada”, se amplía bajo el concepto de Licencias Cruzadas, a la obtención de una especie de licencias obligatorias sobre patentes de invenciones conexas que se requieran para explotar la invención patentada.(Art 34, 35, y 48).

3. Duración: Pasa de cinco a veinte años la vigencia de la patente.(Art 30).

4. Condición de explotación: Se releva al titular de la patente de sus obligaciones de producir localmente y se le otorga el Monopolio de la Importación, la Distribución y la Comercialización del producto.(art 38).

5. Licencias obligatorias: Se reducen al mínimo las condiciones en que estas pueden ser otorgadas, solamente a los casos en que las Importaciones No Sean Suficientes o cuando el gobierno declare situación De Interés Público o Emergencia.(Art 46-47).

6. Procedimientos: Se establece la denominada Inversión de la Carga de la Prueba, según la cual el titular podrá demandar cuando considere que sus derechos han sido infringidos y corresponderá al demandado demostrar que no ha violado el Sistema.(Art 51).

Los Derechos de Obtenciones Vegetales no existían en Colombia previamente a la Decisión 345 adoptada el pasado 29 de octubre de 1993, sinembargo es posible analizar el alcance de sus disposiciones al compararla con las de la UPOV-78. Hace cinco años cuando se comenzó a discutir el proyecto de DOV en el Pacto Andino, la referencia era la UPOV-78, pero en el transcurso de este periodo fué adoptada la reforma de UPOV-91, y puede decirse que la Decisión 345 terminó acercandose más a esta última, la cual sigue la tendencia de reforzar los privilegios del titular y de restringir las posibilidades de la transferencia de tecnología, como se puede observar en los siguientes puntos:

1. Ambito de Aplicación: Todos los géneros y especies botánicas. No se tiene en cuenta el cubrimiento progresivo de las especies que se contempla tanto en UPOV-78 como en UPOV-91. (Art-2)

2. Cobertura: UPOV-78 concede derechos sobre la producción con fines comerciales, de material de reproducción o de multiplicación vegetativa, su puesta en venta y comercialización. En la D-345 se amplían los derechos también a partes de las plantas usado como material de reproducción; al producto de la cosecha obtenido por uso no autorizado; y lo mismos derechos sobre aquellas variedades que no se distinguen claramente de la misma. Asimismo, cada país miembro podrá otorgar estos derechos sobre las Variedades Esencialmente Derivadas de la protegida. Se concede también al titular el monopolio de la Importación y de la Exportación. (Art-24).

3. Duración: UPOV-78 establece quince años para plantas y dieciocho para árboles. La D-345 establece de quince a veinte años para plantas, y de veinte a veinticinco años para árboles. (Art-21).

4. Condiciones de explotación: Se elimina la condición de producir localmente y se concede monopolio de la importación y de la exportación como pruebas suficientes de esa explotación.

5. Licencia obligatoria: Se limita a casos estrictamente excepcionales de seguridad nacional o interés público y sólo por dos años prorrogables por una sola vez.

El sistema de obtenciones vegetales planteado además no ha considerado temas que han resultado importantes en el ámbito internacional como son la retribución a la comunidades campesinas y a las comunidades indígenas por su papel secular en el domesticación, conservación y mejoramiento de especies que hoy son la base de la producción comercial. La ampliación de los derechos sobre las “Variedades Esencialmente Derivadas-VED-” constituye también un privilegio injustificado que favorece mayormente a las compañías extranjeras y que coloca una restricción a la producción y a la investigación nacional dado que las actividades de fitomejoramiento dependen en gran medida de materiales previamente mejorados en otros países (Proyecto Ley 195 de 1992).

En general el nuevo régimen de propiedad intelectual, así adoptado, representa claramente la ampliación en los privilegios concedidos al titular mientras que se reducen substancialmente las contraprestaciones de este en relación con la difusión y transferencia de tecnología.

4. EL IMPACTO DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE DPI.

El fortalecimiento de la posición del titular o propietario en el Régimen de DPI, tiende a favorecer globalmente más a los países industrializados al reforzar institucionalmente su posición de "primero en entrar", asegurando el retorno de las inversiones realizadas y frecuentemente sobreganancias derivadas de la posición de monopolio. En los países en desarrollo el efecto sobre el aumento de las inversiones en Investigación y Desarrollo será mucho menor, y la producción nacional tendrá que enfrentar condiciones más desventajosas de competitividad por los mayores costos de producción resultantes y el retraso e el acceso que necesariamente tiene que enfrentar.

La adopción de un sistema de propiedad intelectual de acuerdo con los mismos patrones establecidos por los países industrializados no tienen el mismo efecto en los países en desarrollo, debido principalmente a la débil capacidad de éstos en investigación y desarrollo (Keayla, 1990: 780-783). Este sistema ha sido particularmente efectivo en los países industrializados donde se reúnen entre otras las siguientes condiciones: 1. Alta capacidad de la empresa privada en Investigación y Desarrollo; 2. Existencia de mercados suficientemente atractivos para nuevas tecnologías, y 3. Alto nivel de la investigación básica.

La situación de los países en desarrollo es bien distinta. La capacidad de la empresa privada en investigación es muy reducida. La mayor parte de esta se realiza en entidades públicas que tiene débiles relaciones con el mercado y dependen de un presupuesto gubernamental generalmente bajo e inestable. En consecuencia se hace poco uso del sistema de patentes y este tiene un limitado papel de incremento de las inversiones privadas en investigación y desarrollo. Más 95% de estos gastos, a nivel mundial se realizan en los países industrializados.

Los datos disponibles demuestran que en 1986 más de 470.000 patentes en todo el mundo fueron solicitados por residentes de los países industrializados, mientras que la cifra correspondiente a los países en desarrollo fue sólo de 20.000 (D.G.I.S. 1991: 23, 27, 28). En 1993 en Colombia fueron solicitadas un total de 907 patentes, de las cuales solo 138 fueron de residentes en el país (Semana.1994: 64). Es previsible que esta situación sólo se modifique en el largo plazo, pero sólo si desde ahora se adoptan políticas comprensivas y coherentes de desarrollo industrial y tecnológico.

Dada la debilidad de los sistemas de investigación en los países en desarrollo, las estrategias necesarias para aprovechar el potencial que ofrece la Biotecnología, dependen críticamente del acceso a conocimientos y técnicas generadas en los países industrializados. En la medida en que los mecanismos previstos en el sistema de propiedad intelectual para asegurar la difusión del conocimiento y la transferencia de tecnología se hacen restrictivos, el acceso a la Biotecnología tenderá a quedar circunscrito a la importación de productos e insumos obtenidos a partir de las técnicas y procesos patentados.

En este caso, estos países juegan el papel de mercados marginales de productos desarrollados originalmente para atender las demandas específicas de otro tipo de mercados en los países desarrollados. De esta manera el propósito de mejorar la capacidad local de investigación y desarrollo para aprovechar las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías y mejorar la competitividad de la producción y atender las necesidades del desarrollo puedan quedar comprometidos.

En el caso de los DOVs, la ampliación de los derechos de la variedad realmente protegida hasta incluir aquellas que se puedan considerar luego como Esencialmente Derivadas derivadas de esta, se constituye en un mecanismo que permite intervenir y beneficiarse de los procesos de mejoramiento de los competidores y de la industria nacional, y en un mecanismo que permite el acceso a los recursos genéticos disponibles en el país. Es posible que en el caso de algunas empresas aún con los sobrecostos que esto supone, por mayores licenciamientos, se mantengan tasas de beneficio atractivas, pero a nivel global sin duda la industria local verá afectados en algún grado sus niveles de competitividad, no solo por los sobrecostos sino por el retraso que este proceso impone para poder llegar con nuevos productos al mercado.

Asimismo el efecto de los derechos adicionales sobre VEDs, no puede analizarse por fuera del contexto de una política de Acceso a los Recursos Genéticos, la cual es de gran importancia para un país como Colombia, que se considera tiene una especial ventaja en el contexto internacional por contar con uno de los mayores grados de Biodiversidad del planeta. Una nueva variedad producida localmente, incorporando una ya protegida pero también materiales genéticos locales, tendría que ceder parte de los beneficios, anulando en la práctica la supuesta ventaja representada por la Biodiversidad.

En este sentido, los países en desarrollo deben contemplar los sistemas de DPI sobretodo en su dimensión de mecanismo regulador de la transferencia de tecnología que

requieren y luego como mecanismo estimulador de la inversión doméstica. Tal vez el mayor beneficio generado de la aplicación de este sistema es la creación de un clima favorable para las inversiones extranjeras.

BIBLIOGRAFIA

1. ACUERDO DE CARTAGENA. 1993. Decisiones 344 y 345: Régimen Común sobre Propiedad Industrial y Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales, respectivamente. En Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena, Año X, número 142. Lima, 29 de octubre de 1993.
2. ACUERDO DE CARTAGENA. 1992. Decisión 313: Régimen Común sobre Propiedad Industrial. En Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena. Año IX. Número 101. Lima, febrero de 1992.
3. ACUERDO DE CARTAGENA. 1978. Decisión 85 sobre Propiedad Industrial. En: Nuevo Código de Comercio. Envío No. 68, julio-septiembre, 1990. Bogotá.
4. COLCIENCIAS, 1992. "Biotecnología: Una encrucijada estratégica". En: Convocatoria a la creatividad. Colciencias, Bogotá, diciembre 1992.
5. COMMITTEE ON MANAGING GLOBAL GENETIC RESOURCES (Board on Agriculture, National Research Council, U.S.A.) 1993.
6. CONGRESO DE LA REPUBLICA. 1993. Proyecto de Ley No. 195 de 1992, Por la cual se establece el régimen de protección a las obtenciones vegetales. Comisión Quinta del Senado de la República, Proyecto de modificaciones de mayo 10 de 1993, Bogotá.
7. DEO, S.D. 1991. "Implications of Biotechnologies for third world Agriculture: lesson of the past and prospects". En Biotechnologies in perspective. Ed por Albert Sasson y Vivien Costarini. UNESCO, Francia.
8. D.G.I.S. 1991. "The impact of intellectual property protection in Biotechnology and plant breeding on developing countries". Ministry of Foreign Affairs. The Hague, The Netherlands.

9. F.A.O. 1991. "Biotecnología y recursos fitogenéticos y elementos de un código de conducta para la Biotecnología". FAO, Comisión de recursos Fitogenéticos,. Roma, abril 1991.
10. FOWLER, C.-LACHKOVICS, E.-MOONEY, P.-SHAND, H. 1988. "The Laws of live, Another Development Dialogue. Dag Hammarskjold Foundation, Suecia.
11. GOODMAN, D.-SORJ, B.-WILKINSON, J. 1987. "From farming to Biotechnology". Basil Blackwell, Oxford, England.
12. GREENFIELD,D.F. 1991. "Developing public sector-private enterprise links in Biotechnology experiences in South. East Asia and Australia". En: Biotechnologies in perspective. Ed. por Albert Sasson y Vivien Costarini. UNESCO, Francia.
13. JAFFE, WALTER. 1992. "Opciones estratégicas para el desarrollo de la agrobiotecnología en América latina". Ponencia presentada al Simposio del Programa Nacional de Biotecnología citado por Colciencias, Paipa, 1992.
14. JAFFE, WALTER. 1992. "La problemática del desarrollo de las agrobiotecnologías en América Latina y el Caribe". IICA, San José, Costa Rica.
15. KEAYLA, b.k. 1990. "Por un acuerdo del tercer mundo sobre la propiedad intelectual". En: Comercio Exterior, agosto, 1990. México.
16. PERSLEY, GABRIELL, J. 1990. Beyond Mendels Garden: Biotechnology in the service of worl Agriculture. C.A.B. International Wallingford, U.K.
17. REDGRAVE, DAVID. 1991. "El papel de la protección de la propiedad industrial en el desarrollo de Biotecnologías y el sector agropecuario. En: Políticas de Propiedad Industrial de Inventos Biotecnológicos y Uso de Germoplasma en América Latina y el Caribe. Ed. por María Jaffé y María Zaldivar. IICA, San José, Costa Rica.
18. REDGRAVE, DAVID. 1992. "Definición de políticas para el desarrollo de las agrobiotecnologías en los países de América latina y el Caribe". En: Formulación de políticas para el desarrollo de la Biotecnología en América Latina y el Caribe. Ed. por Walter Jaffé y María Zaldivar. IICA. San José, Costa Rica.
19. SALIWANCHIK, ROMAN. 1988. "Protecting Biotechnology Inventions, A guide for Scientists". Science tech publishers, Madison Wisconsin, U.S.A.

20. SEMANA. 1994. "Con el bombillo fundido". En revista Semana, Bogotá, junio 21 de 1994.
21. SERCOVICH, F.C. 1991. "Industrial Biotechnology policies: guidelines for developing countries". En: Biotechnologies in perspective. Ed. por Albert Sasson y Vivien Costarini. UNESCO, Francia.
22. THE ECONOMIST 1989. "The money-guzzling genius of Biotechnology". En: The Economist, mayo 13, Londres.
23. TORRES, RICARDO. 1990. "Elementos para una nueva estrategia de desarrollo tecnológico agropecuario". En: Coyuntura Agropecuaria, Vol. 7, No. 4, Bogotá.
24. TORRES, RICARDO. 1991. "Perspectivas de las nuevas biotecnologías para los sistemas de agricultura campesina". En: Análisis de impacto de las biotecnologías en la Agricultura: Aspectos conceptuales y metodológicos. Ed. por Walter Jaffé, mayo 1991, San José, Costa Rica.
25. TORRES, RICARDO. 1993. "El estado de la biotecnología agropecuaria en Colombia". ISNAR, La Haya. Versión en español sin publicar, Bogotá, junio 1993.
26. TORRES, RICARDO. 1989. "La biotecnología y el cambiante entorno institucional de la Agricultura". En: Rev Deslinde, No. 6, abril-junio 1989, Bogotá.
27. TORRES, RICARDO. 1988. "The impact of modern biotechnologies on developing country agriculture". IDS final dissertation.
28. YOXEN, Edward. 1983. The gene Business. fre Associations Books, London.
29. UPOV. "Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales". Revisado en noviembre de 1972 y en octubre de 1978. Texto oficial español.
30. UPOV. "Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales". Revisado en noviembre de 1972, en octubre de 1978, y en marzo de 1991. Texto oficial español.

LEGISLACION INTERNACIONAL SOBRE SANIDAD VEGETAL

Homero R. Mora Medina

Jefe de la División de Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Apdo.

Aéreo 7984 Santafe de Bogotá.

INTRODUCCION

Este documento tiene el propósito de brindar algunas reflexiones acerca de la normas y directrices que existen en los países del mundo para regular los aspectos relacionados con la protección de la sanidad vegetal.

La aplicación de disposiciones o medidas sanitarias no es un concepto nuevo dentro de los requerimientos para la comercialización y transporte internacional. Se conoce que desde el año 1374 se aplicaron por parte de algunas ciudades europeas las primeras medidas de orden sanitario para prevenir la introducción de enfermedades que afectaban a los países del Lejano Oriente como el cólera, la fiebre amarilla y la peste bubónica, entre otras. Sin embargo, la incumbencia de los gobiernos en la protección de las plantas, no se inició sino hasta la mitad del siglo XIX y comienzos del XX, a raíz de las devastadoras consecuencias ocasionadas por la introducción a Europa del tizón de la patata en 1845, filoxera, mildiú y podredumbre de la vid en 1861, 1875 y 1888 respectivamente.

En la actualidad todos los países en mayor o menor grado, dependiendo de la importancia de su economía agrícola, aplican medidas para asegurar la inocuidad de los productos alimenticios y disposiciones fitosanitarias para evitar la propagación de organismos dañinos a las plantas cultivadas, a sus productos y a la flora nacional. Este derecho ha sido reconocido a los países en diferentes acuerdos internacionales y aplicado por los mismos en el ejercicio de su derecho soberano.

Las disposiciones fitosanitarias constituyen una legislación "delegada" o "subordinada, porque derivan su naturaleza jurídica de una o más leyes emanadas del poder legislativo, las cuales son la base para la elaboración de la ley reglamentaria y procedimental de cada uno de los países, que en su conjunto se conoce como legislación internacional. En el presente documento se tratarán

algunos aspectos relacionados con el contenido de la legislación internacional y sus características; las organizaciones internacionales competentes en materia de reglamentación sanitaria y finalmente se hará relación a las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, contempladas en el Acuerdo General de la Organización Mundial del Comercio, OMC, cuya observancia constituye una obligación para los países Miembros de este Acuerdo.

1.- CARACTERISTICAS Y CONTENIDO DE LA LEGISLACION INTERNACIONAL

La legislación fitosanitaria se basa en fundamentos aceptados por la ciencia y la tecnología como métodos válidos para prevenir el ataque de organismos dañinos a las plantas cultivadas y a la flora nacionales.

Un análisis de los textos de la legislación sanitaria de los países del mundo permite encontrar que todas están estructuradas con factores comunes como son la prevención de la introducción y dispersión de nuevas plagas y enfermedades y la búsqueda del mantenimiento de los daños en niveles económicas y ecológicamente tolerables.

Desde un ámbito espacial, se regula la importación, el movimiento interno y la exportación de todos aquellos productos y medios de transporte, que en una u otra forma puedan constituirse en portadores de plagas y enfermedades.

En un sentido general, la legislación contiene instrumentos para regular, restringir o prohibir, la producción, movimiento o existencia de material vegetal, o sus productos y demás medios de dispersión de plagas o de enfermedades.

Las medidas sanitarias y fitosanitarias comprenden todas las leyes, decretos, reglamentos, prescripciones y procedimientos pertinentes, con inclusión, entre otras cosas, de: criterios relativos al producto final; procesos y métodos de producción; procedimientos de prueba; inspección, certificación y aprobación; regímenes de cuarentena, incluidas las prescripciones pertinentes asociadas al transporte de animales o vegetales, o a los materiales necesarios para su subsistencia; disposiciones relativas a los métodos estadísticos, procedimientos de muestreo y métodos de evaluación del riesgo pertinentes y prescripciones en materia de embalaje y etiquetado directamente relacionadas con la inocuidad de los alimentos.

2.- ORGANIZACIONES INTERNACIONALES COMPETENTES EN MATERIA SANITARIA Y FITOSANITARIA

Intenacionalmente se reconocen como competentes y de referencia en el marco de normas sanitarias y fitosanitarias, La Comisión del Códex Alimentarius (FAO-OMS) en lo relacionado con la salud humana, la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) en lo concerniente a la sanidad animal y la **Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)**, administrada por la FAO, en lo tocante a plantas y sus productos, a la cual nos referiremos con mayor detenimiento, por ser parte del tema tratado.

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, es un Acuerdo firmado entre países, con la finalidad de establecer sistemas de sanidad vegetal encaminados a prevenir o retardar la diseminación de plagas y enfermedades de las plantas a través de la comercialización.

La Convención establece las responsabilidades de los gobiernos contratantes en lo que respecta al establecimiento de servicios nacionales de protección fitosanitaria y sus funciones. Esto incluye inspecciones de campo, inspección de plantas y sus productos de comercio internacional, tratamiento de cargamentos, emisión de certificados fitosanitarios, distribución de información sobre plagas y su control e investigación sobre protección vegetal.

La Convención proporciona el marco para toda la legislación y las regulaciones para exportación e importación , estipulando que los gobiernos tengan total autoridad para regular la entrada de plantas y productos vegetales,tomando las medidas, hasta donde sea posible para minimizar la interferencia en el comercio internacional. Colombia adhirió esta convención mediante la Ley 82 de 1968.

El artículo VIII de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, dispone el establecimiento de Organizaciones Regionales de Protección Fitosanitaria dentro de las cuales las partes contratantes se comprometen a cooperar entre sí y a participar en las distintas actividades encaminadas a alcanzar los objetivos de la Convención. Dentro de los organismos que atañen directamente a Colombia, se encuentra el **Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria**, conformado por Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, oficializado mediante la Decisión 378 de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

3.- LAS MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS DENTRO DE LA ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO (OMC).

Dentro de la OMC, medida sanitaria o fitosanitaria es entre otras, toda disposición aplicada para "proteger la salud y la vida de los animales o para preservar los vegetales en el territorio del Miembro de los riesgos resultantes de la entrada, radicación o propagación de plagas, enfermedades y organismos patógenos o portadores de enfermedades".

Como puede deducirse, por su propia naturaleza las medidas sanitarias y fitosanitarias pueden dar lugar a restricciones al comercio. Es cierto el hecho de que algunas restricciones al comercio son necesarias y apropiadas para garantizar la inocuidad de los alimentos y la protección sanitaria de los animales y los vegetales; pero también es cierto el hecho de que algunos gobiernos se ven sometidos a presiones para que en lugar de limitarse a aplicar las medidas estrictamente necesarias, utilicen las restricciones sanitarias y fitosanitarias para proteger a los productores nacionales de la competencia económica. Es probable que esas presiones aumenten al disminuir la presión de otros obstáculos al comercio como resultado de la aplicación de los Acuerdos de la Ronda Uruguay.

Una restricción sanitaria o fitosanitaria que no esté realmente justificada puede constituir un instrumento proteccionista muy eficaz y debido a su complejidad técnica un obstáculo especialmente engañoso muy difícil de impugnar.

El Acuerdo sobre medidas sanitarias y fitosanitarias contenido en el Acta final de las negociaciones de la Ronda Uruguay del GATT, está precisamente destinado a luchar contra la utilización con fines de protección comercial de medidas sanitarias y fitosanitarias injustificadas. El objetivo fundamental del Acuerdo, es mantener el derecho soberano de todo gobierno a proporcionar el nivel de protección que estime apropiado e impedir al mismo tiempo un mal uso de este derecho con fines proteccionistas, que se traduzcan en obstáculos innecesarios al comercio internacional.

En este sentido, el Acuerdo no establece este tipo de medidas, sino que crea disposiciones para su aplicabilidad y de allí su nombre de Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.

4.- ELEMENTOS DEL ACUERDO SOBRE MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS

El objetivo de dicho Acuerdo es proporcionar una serie de normas por las cuales los miembros de la OMC acuerdan adoptar ciertas formas de comportamiento, garantizar que no se usen indebidamente sus derechos soberanos con fines de protección comercial y que se conviertan en obstáculos innecesarios al comercio. Las partes contratantes pueden utilizar sus derechos soberanos para proporcionar el nivel de protección sanitaria que consideren adecuado. Los principales elementos del Acuerdo sobre MSF son los siguientes:

4.1 Derechos y obligaciones

Los Miembros tienen derecho a adoptar las medidas sanitarias y fitosanitarias necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales, siempre que estas medidas estén basadas en principios científicos, no se mantengan sin testimonios científicos suficientes, no discriminen de manera arbitraria o injustificable entre Miembros en que prevalezcan las mismas condiciones y no se apliquen de manera que constituyan una restricción encubierta al comercio internacional.

4.2 Armonización

Para armonizar en el mayor grado posible las medidas sanitarias y fitosanitarias, los Miembros basarán sus medidas en normas, directrices o recomendaciones internacionales. No obstante lo anterior, los Miembros podrán establecer y mantener medidas sanitarias o fitosanitarias que representen un nivel más elevado, si existe una justificación científica o si ello es consecuencia del nivel de protección que el miembro de que se trate determine adecuado; sin embargo estas medidas no deberán ser incompatibles con ninguna otra disposición del Acuerdo.

Los miembros participarán activamente y dentro del límite de sus recursos en las organizaciones internacionales competentes y sus órganos auxiliares, en particular en la Comisión del Codex Alimentarius, la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), para promover en esas organizaciones la elaboración y el examen periódico de normas, directrices y recomendaciones relativas a todos los aspectos de medidas sanitarias y fitosanitarias.

4.3 Equivalencia

Los miembros aceptarán como equivalentes las medidas de otros miembros, aún cuando difieran de las suyas propias o de las utilizadas por otros miembros que comercien con el mismo producto, si el miembro exportador demuestra objetivamente al miembro importador que sus medidas logran el nivel adecuado de protección fitosanitaria del miembro importador. Para tales efectos se facilitará al miembro importador que lo solicite, acceso razonable para inspecciones, pruebas y demás procedimientos pertinentes.

4.4 Evaluación del riesgo y determinación del nivel adecuado de protección sanitaria o fitosanitaria

Los miembros deberán asegurarse que sus medidas se basen en una evaluación adecuada a las circunstancias, de los riesgos existentes para la vida y la salud de las personas y de los animales o para preservación de los vegetales, teniendo en cuenta las técnicas de evaluación del riesgo elaboradas por las organizaciones internacionales competentes. En la evaluación del riesgo se tendrá en cuenta: los testimonios científicos existentes; los procesos y métodos de producción pertinentes; los métodos pertinentes de inspección, muestreo y prueba; la prevalencia de enfermedades o plagas concretas; la existencia de zonas libres de plagas o enfermedades; las condiciones ecológicas y ambientales; los regímenes de cuarentena y otros. En igual forma deberán tenerse en cuenta factores económicos pertinentes tales como: el posible perjuicio por pérdida de la producción o ventas en caso de entrada, radicación o propagación de una plaga o enfermedad; los costos de control o erradicación en el territorio del miembro importador; y la relación costo eficacia de otros posibles métodos para limitar los riesgos.

En todos los casos anteriores los miembros se asegurarán de que tales medidas no entrañen un grado de restricción del comercio mayor que el requerido para lograr su nivel adecuado de protección fitosanitaria teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica.

Cuando un miembro tenga motivos para creer que una determinada medida sanitaria o fitosanitaria establecida o mantenida por otro miembro restringe o puede restringir sus exportaciones y esta medida no esté basada en normas internacionales, podrá pedir una explicación y el miembro que mantenga esa medida habrá de darla.

4.5. Adaptación a condiciones regionales

Los miembros se asegurarán que las medidas sanitarias se adapten a las características de las zonas de origen y de destino del producto, ya se trate de todo un país, de una parte de un país o de la totalidad de las partes de varios países. Al evaluar las características sanitarias de una región, se tendrá en cuenta entre otras cosas, el nivel de prevalencia de enfermedades o plagas concretas, la existencia de programas de erradicación o de control y los criterios o directrices adecuados que puedan elaborar las organizaciones internacionales competentes. Los miembros reconocerán en particular los conceptos de zonas libres y zonas de escasa prevalencia de plagas y de enfermedades. La determinación de tales zonas se basará en factores tales como la situación geográfica, los ecosistemas, la vigilancia epidemiológica y la eficacia de los controles sanitarios.

4.6 Transparencia

Los miembros notificarán las modificaciones de sus medidas sanitarias y fitosanitarias y facilitarán información sobre sus medidas.

4.7 Asistencia

Los miembros han convenido en prestar asistencia técnica a otros miembros, especialmente a los países en desarrollo miembros, en forma bilateral o por conducto de organizaciones internacionales competentes. Tal asistencia podrá prestarse, entre otras, en las esferas de tecnología de elaboración, investigación e infraestructura con inclusión del establecimiento de instituciones normativas y podrá adoptar la forma de asesoramiento, créditos, donaciones y ayudas a efectos, entre otros, de procurar conocimientos técnicos, formación y equipo para que esos países puedan adaptarse y atenerse a las medidas sanitarias y fitosanitarias necesarias para lograr el nivel adecuado de protección sanitaria en sus mercados de exportación.

4.8 Trato especial diferenciado

Al elaborar y aplicar las medidas sanitarias, los miembros deberán tener en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo miembros y en particular de los menos desarrollados. Cuando el nivel adecuado de protección permita el establecimiento gradual de nuevas medidas, deberán concederse plazos más largos para su cumplimiento con respecto a los

productos de interés para los países en desarrollo miembros, con el fin de mantener sus oportunidades de exportación. El Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias podrá autorizar a los países en desarrollo, previa solicitud, excepciones especificadas de duración limitada, totales o parciales al cumplimiento de las obligaciones dimanantes del Acuerdo.

4.9 Consultas y solución de diferencias

En una diferencia examinada en el marco del presente Acuerdo en la que se planteen cuestiones de carácter científico o técnico, el grupo especial correspondiente deberá pedir asesoramiento a expertos por él elegidos en consulta con la parte en diferencia. A tal fin, el grupo especial podrá, cuando lo considere apropiado, establecer un grupo asesor de expertos técnicos o consultar a las organizaciones internacionales competentes, a petición de cualquiera de las partes en diferencia o por propia iniciativa.

4.10 Administración

El Acuerdo establece un Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias que servirá regularmente de foro para celebrar consultas. Desempeñará las funciones necesarias para aplicar las disposiciones del Acuerdo y para la consecución de sus objetivos, especialmente en materia de armonización. El Comité adoptará sus decisiones por consenso.

4.11 Aplicación

En virtud del Acuerdo, los miembros son plenamente responsables de la observancia de todas las obligaciones en él estipuladas. Los miembros elaborarán y aplicarán medidas y mecanismos positivos que favorezcan la observancia de las disposiciones del acuerdo por instituciones que no sean del gobierno central.

4.12 Disposiciones finales

Los países menos adelantados podrán diferir la aplicación de las disposiciones del Acuerdo hasta cinco años después de la fecha de entrada en vigor, con respecto a sus medidas sanitarias o fitosanitarias que afecten a la importación o a los productos importados. Los demás países en desarrollo miembros podrán diferir la aplicación de las disposiciones, salvo las contenidas en el párrafo 8 del artículo 5 y en el artículo 7, hasta dos años después de la entrada en vigor del acuerdo con respecto a sus actuales medidas sanitarias o fitosanitarias que afecten a la importación o a los

productos importados, en caso de que tal aplicación se vea impedida por la falta de conocimientos técnicos especializados, infraestructura técnica o recursos.

BIBLIOGRAFIA.

BERG, G.H. La cuarentena vegetal: teoría y práctica. San Salvador : Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, OIRSA, 1989.

CHILLAUD, T. Código zoosanitario internacional. París : Oficina Internacional de Epizootias, 1995.

FAO. Aplicación del acuerdo sobre medidas sanitarias y fitosanitarias: el punto de vista fitosanitario. México : 1995.

-----, Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Roma : 1992

-----, Esto es el Codex Alimentarius. 2 Ed. Roma : 1989.

-----, Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias; principios de cuarentena fitosanitaria en relación con el comercio internacional. Roma : 1995.

ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO. Acuerdo para la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias. Ginebra : 1994.

-----, Acuerdo sobre obstáculos técnicos al comercio. Ginebra : 1994.

ACTIVITY OF SPINOSAD, A NATURALLY DERIVED COMPOUND FROM *Saccharopolyspora spinosa*, AGAINST CROP INSECT DEFOLIATORS

J.G. Welker, O.K. Jantz, L.L.Larson, J.D. Busacca,

P.J. McCall and T.C.Saparks

Global Product Development DowElanco, Indianapolis, IN

In today's world where insect pest management problems and the prevalence of resistance by certain pests to current insecticides are increasing, it is desirable and important to discover new pest management tools which have unique modes of action. In addition, it is a requirement that these new materials possess favorable environmental and mammalian profiles which increases the difficulty of our discovery effort.

Fermentation products can offer these unique advantages and many studies previously have been reported on the successful isolation of such materials with insecticidal properties. Also, these fermentation products can be used as a basis to prepare semi-synthetic derivatives with additional desirable properties and good activity.

The spinosyns reported on here are a naturally derived group of insect control agents. The responsible soil microorganism is a rare new species within the genus *Saccharopolyspora*. It has been classified as *Saccharopolyspora spinosa*, an actinomycete (Mertz, F.P. ; Yao, R.C. - Int. J. Syst. Bacteriol. 1990, 40, 34-39).

History

The organism was isolated from a soil sample taken in the Virgin Islands during 1982. It was initially shown by Lilly Research Scientists in 1985 to be active as a broth against larvae of the mosquito, *Aedes aegypti*, and armyworms (*Spodoptera*). The first report of this activity was published during 1990 by Nakatsukasa, et al, in abstracts of the 2nd International Conference on Biotechnology of Microbial Products. Additional publications during 1991 and 1992 document the isolation, and discovery of an active culture (Kirst et al - "Discovery, Isolation and Structure Elucidation of a Family of Structurally Unique, Fermentation Derived Tetracyclic Macrolides" . ACS Symposium Series 504 "Synthesis and Chemistry of Agrochemicals III).

In 1988 the first mg sample of natural factors A and D was produced. In 1989 the structures for various additional factors were determined. More than 20 factors have been isolated to date.

Collectively, these factors are known as spinosyns and their synthetic derivatives or analogs are called spinosoids. To date, over 400 factors and their analogs have been tested.

Chemical Classification

The spinosyns are a family of fermentation derived natural compounds called macrolides or macrocyclic lactones which contain a unique tetracyclic ring system connecting two sugars - an amino sugar-forosamine and a neutral sugar - 0,0,0 - trimethyl rhamnose at either end.

More than 20 spinosyns, (natural factors) have been identified in this group. These are designated as A,B,C,D, etc. These natural components vary in their effectiveness as insect control agents - spinosyns A & D being among the most active.

SPINOSAD (proposed common name for DowElanco code XDE-105) is composed of an 85:15 percent ratio of spinosyns A&D. Spinosyn A and D differ by the addition of an extra methyl group in the ring structure of spinosyn D.

Physical Properties

The physical properties of spinosad can be described as follows:

The mixture is a crystalline solid, light gray in color, with a slight stale water or earthy odor. Factors A & D are similar to each other in regard to structure and properties - they tend to be non-volatile with a vapor pressure of 1.6 to 2.4×10^{-10} mm Hg. They are non-polar materials ($Kow = \text{Log } P$ of $2.8 - 5.2$). In the environment they will tend to be associated with solids in preference to water. The water solubility of factor A is greater than factor D and decreases with increased pH.

Chemically spinosyns A and D are similar to each other and can be degraded in soil with half-lives of 9.4 - 17.3 days when incubated in the dark at 25 degrees C. The major route of degradation in the environment is photolysis. On soil and plant surfaces, spinosad has a chemical half-life of only a few days. Soil degradative routes are fast and soil sorption is moderately strong which will limit potential movement to ground and surface waters.

Spinosad is relatively stable to hydrolysis with no degradation observed at pH 5 and 7. Measured half-lives at pH 9 are 200 and 259 days for A and D respectively. Photolysis again will be the most significant route of degradation in water with aqueous photolysis half-life of approximately 1 day in pH7 buffered water at 25 degrees C. Plant metabolism studies found no compounds related to spinosyns A and D in cottonseed. No residues have been detected at exaggerated rates in the field. Residues do not concentrate in the process fractions.

Toxicity

The toxicity profile for spinosad is very good for both mammals and birds. The compound would fall into EPA's classification as "practically non-toxic" for acute toxicity to birds. Long term reproductive studies on both bobwhite and mallard showed very low toxicity. This low toxicity in combination with low application rates and low expected residues on avian food items will result in negligible chronic risk to avian species. Although slightly to moderately toxic to fish, spinosad clearly represents a reduced acute risk to fish species. Spinosad is 1,000 to 10,000 times less toxic to bluegill and rainbow trout than pyrethroids such as cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin and tralomethrin. No chronic or sub-chronic effects were observed with rainbow trout.

The mammalian toxicity profile for spinosad is also very favorable. With an acute oral LD50 in Rat of greater than 5,000 mg/kg and with an acute dermal LD50 in Rabbit of greater than 2,000 mg/kg, spinosad has a reduced risk profile compared to most other pest control agents. In chronic tests for oncogenicity, mutagenicity, teratology and neurotoxicity, spinosad has shown no evidence of producing any long term adverse health effects.

Beneficials

Spinosad is very selective with respect to beneficials such as predators and parasites. Contact toxicity to several species of beneficials is very low, in contrast to the broad-spectrum synthetic insecticides, such as many carbamates and pyrethroids, and some organophosphates that can be highly toxic to beneficials. The most susceptible of the beneficials are the Hymenoptera (bees and wasps). Field studies on apples have shown that toxicity to bees is significantly reduced when the spray liquid is dry before bees enter the orchard. Spinosad is more active orally than by contact. Laboratory tests have demonstrated no significant toxicity to lady beetles or 1st instar green lacewing larvae when fed aphids treated with 200 ppm of spinosad. Spinosad's low toxicity toward beneficials allows it to be incorporated into Integrated Pest Management (IPM) programs that rely on predators and parasites.

Mode of Action

Spinosad has been shown to have excellent efficacy against many insect pests. The mode of action of spinosad is unique in that it is different from all other known pest control products. It acts on the insect nervous system in a new and unique manner that is not yet fully understood. Laboratory studies have shown that spinosad is not significantly cross resistant to any known resistant strains studied, including Heliiothis and diamond back moth strains resistant to pyrethroids, OP's, carbamates, avermectins and benzoylphenylureas. So far, although the exact mechanism is not known, it appears to be a novel and selective mode of action. This unique mode of action will provide for increased options for IPM and will offer the grower a new material to rotate with in resistance management programs.

The symptoms of intoxication to insects are unique. Spinosad acts quickly and the onset of symptoms begins rapidly. Initially there is a flaccid paralysis where insects become limp and unable to move. This is followed by weak tremors during which crochets and mandibles exhibit continuous movement. Although feeding and locomotion stop soon after intoxication, the death of the insect may take 48 to 72 hours. Once symptoms of exposure begin, insects rarely recover.

Global Markets/Formulations

Spinosad has been shown to be particularly effective in controlling lepidopterous larvae, especially in crops such as cotton, vegetables, trees and vines. It is very effective against species in several other insect orders, including Diptera, Hymenoptera, Isoptera, and Thysanoptera. Global target markets for spinosad include cotton, corn, potato, brassica and other vegetables, tree fruit, nuts, vines, specialty, and non-crop markets. Field trials during the past 4 years have included the following formulation concepts:

- 480 SC - U.S., Latin America, Europe
- 80% WDG - U.S., Japan
- 125 g/l ULV - Australia
- 20% SC - Japan
- 25% WDG - Japan
- Ant Scatter Baits - U.S., Latin America
- Various percentages of dry concentrations

Laboratory Studies

Laboratory studies have been conducted to characterize the activity of the spinosyns on a variety of global target pests. Each of the naturally occurring macrolides produced by *S. spinosa* have been tested for efficacy against the tobacco budworm (*Heliothis virescens*). Although the structure of these molecules differ only slightly, these materials vary dramatically in their insect activity and spectrum. The LD50 levels for spinosyns A,B,C, and D are less than 1 PPM when tested on neonate larvae of *H. virescens*. The LD50 increases 8 to 10 fold for factors E,F,G, and H and 100 fold for factor J. Current strains of spinosad have been optimized for spinosyn A and D production in an 85:15 percent ratio.

Laboratory efficacy studies have shown commercially significant activity against many insects, including: beet armyworm, southern armyworm, black cutworm, cotton bollworm, tobacco budworm, codling moth, European corn borer, cabbage looper, fall armyworm, Colorado potato beetle, Western corn rootworm adults, gypsy moth, and spruce budworm.

Laboratory residual studies using tobacco budworm bioassay of cotton leaves following outdoor sunlight exposure showed that the residuality of both the spinosad broth formulation and the 480 g/l SC formulation were within the same range of cypermethrin throughout 14 days.

Studies to determine the effect of temperature on the activity of the 480 g/l SC formulation indicated that temperature had little effect over the range of 15 - 30 degrees C.

Laboratory tests to determine the effect of spinosad on beneficials were also conducted. Because spinosad is 5 - fold more toxic to lepidoptera as a stomach poison than as a contact agent, tests were conducted to investigate the effects of treated prey on selected predaceous beneficials. Utilizing aphids treated with up to 200 PPM of spinosad, these studies have resulted in zero mortality when fed to ladybird beetles. In contrast, cypermethrin resulted in 95% control at 0.78 PPM. In addition, tests were conducted to look at the effect of acute and oral ingestin activity on 1st instar green lacewings. These tests indicated that prey treated with spinosad (up to 50 PPM) produced significantly less lacewing mortality than prey treated with cypermethrin.

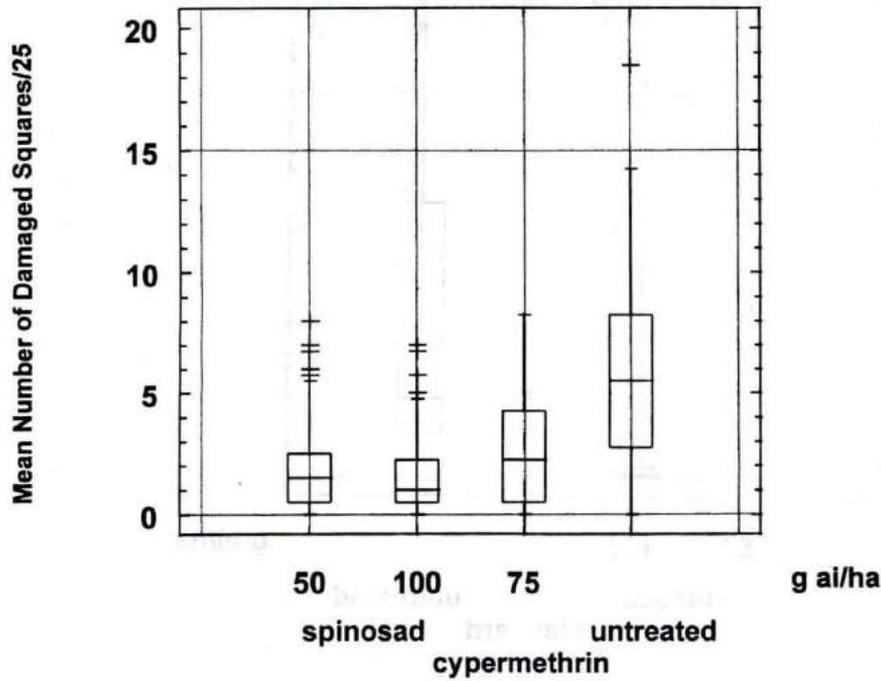
Field Tests

Spinosad has been in early stage development by DowElanco globally since 1989 and has undergone extensive testing in the United States, Europe, Latin America, Japan, Australia and New Zealand. In general field tests have verified that the compound has a spectrum which includes species from the order Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Siphonaptera, and Thysanoptera, plus certain additional species tested in other non-crop pest groups. It offers some mite suppression. It will be particularly useful against worms in the order Lepidoptera. Rate ranges tested generally included those between 5 and 200 gm ai/ha. Complete dose response studies and comparisons to commercial standards have been completed during the past 4 years on key target crops against primary pests. The control spectrum for spinosad has been determined globally. Although use rates are similar, the recommended label rates are being defined for each global area and region. A representative data set on major global target pests is attached.

Summary

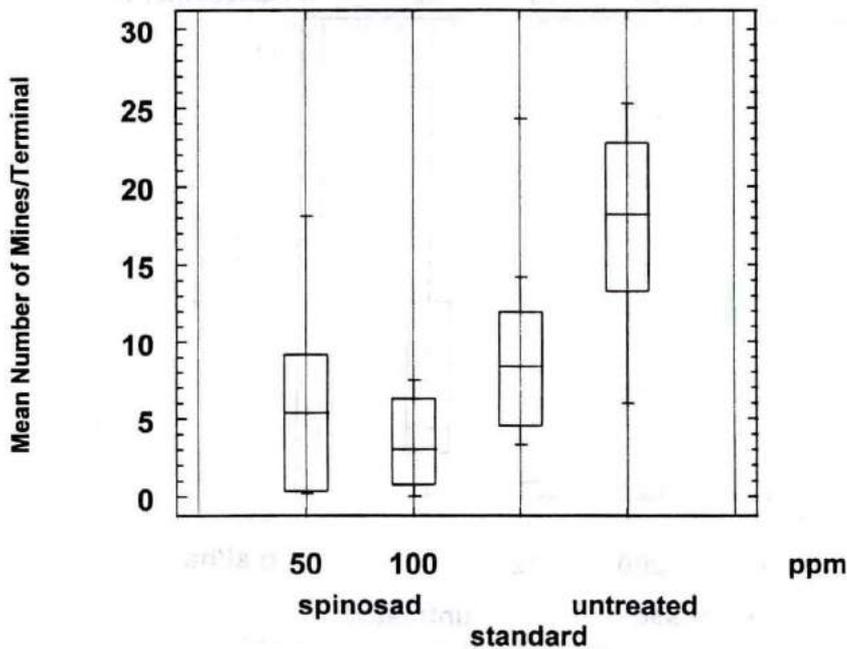
Spinosad is a new, naturally derived product with an excellent performance profile and a high margin of safety to mammalian species. It has a unique mode-of-action which is not cross resistant to other known insect control agents. When used properly spinosad will provide consistent control of many significant insect pests at low use rates of 25 to 150 gm ai/ha. Spinosad offers an outstanding insect management tool which will fit into IPM programs globally.

Summary of the Performance of Spinosad Against *Heliiothis/Helicoverpa* on Cotton



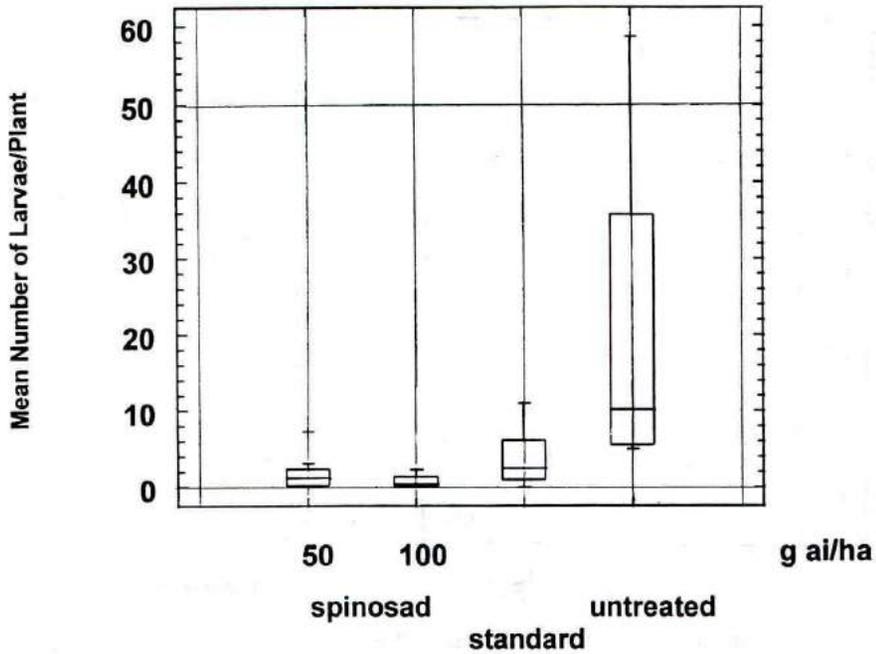
115 Assessments from 25 Trials -- 1989-1993

Summary of the Performance of Spinosad Against Leafminers (*Phyllonorycter* spp.) on Apples



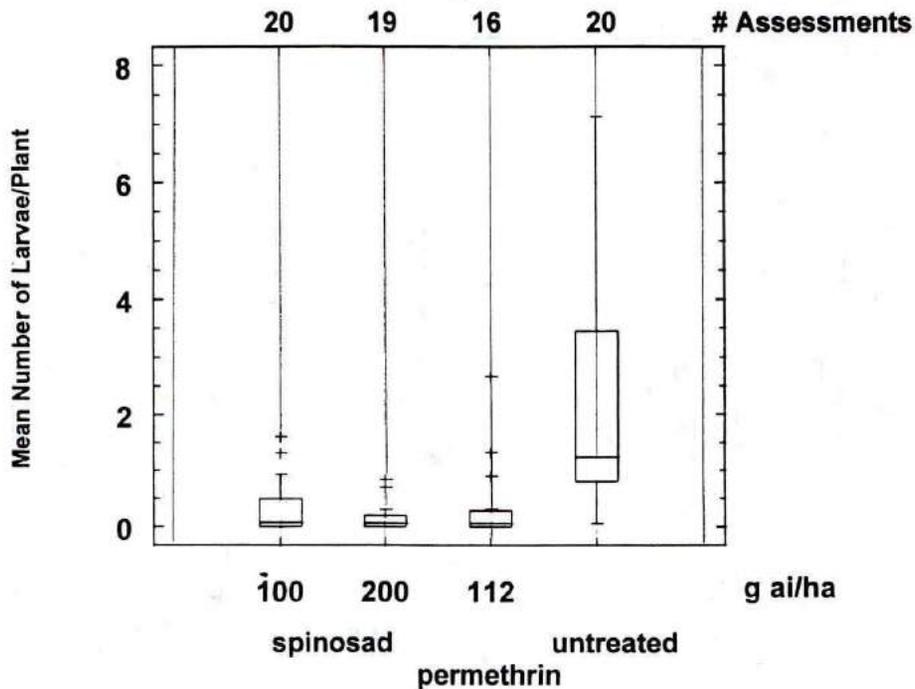
4 Rep Values from 2 Trials

**Summary of the Performance of Spinosad
Against Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa
decimlineata*) on Potatoes**



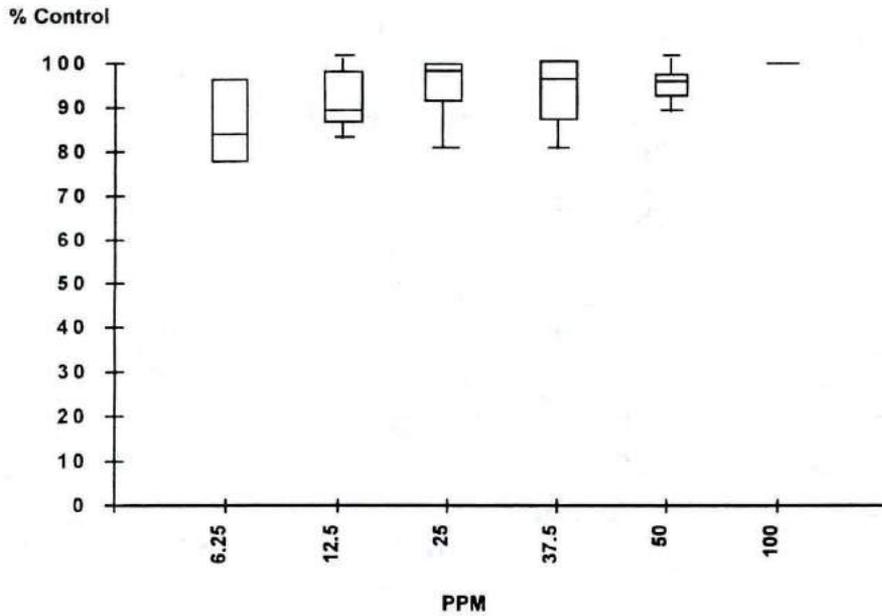
12 Assessments from 7 Trials -- 1991-1994

**Summary of the Performance of Spinosad
Against Cabbage Looper (*Trichoplusia ni*) on
Cabbage**



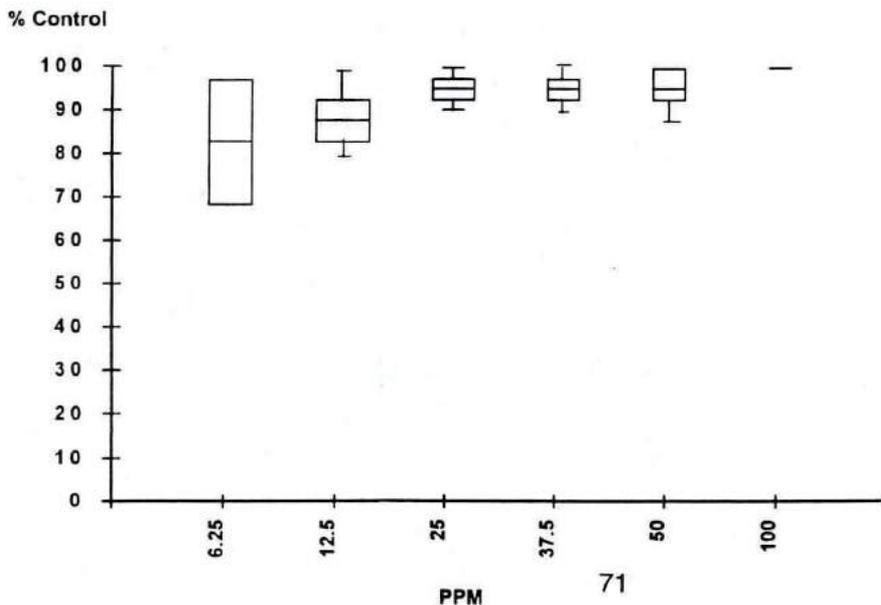
9 Trials from 1991-1994

**DOSE RESPONSE OF SPINOSAD AGAINST
WHITE BUTTERFLY ON CABBAGE, 7DAA SUMMARY OF
10 TRIALS, VOLUME 1000 - 1500 L/HA
(1991 - 1993 JAPAN)**

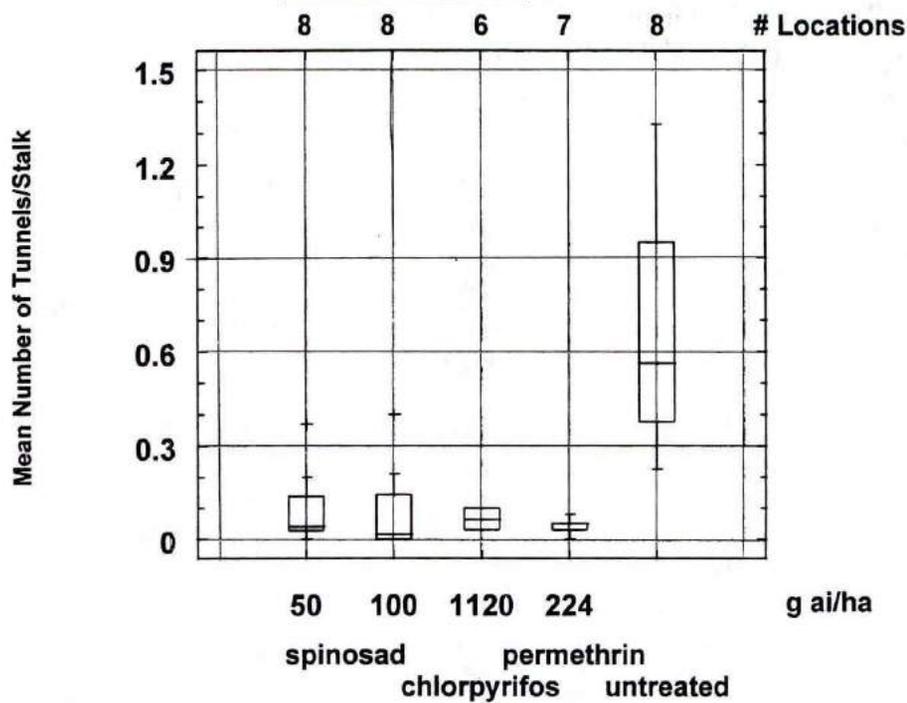


OKJ:11/94

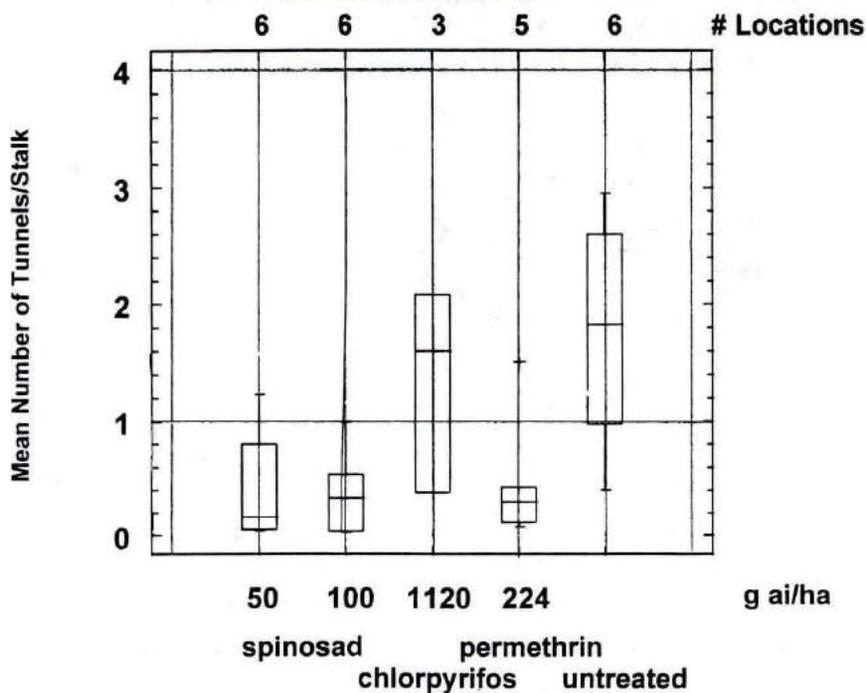
**DOSE RESPONSE OF SPINOSAD AGAINST
DIAMONDBACK MOTH, 7DAA SUMMARY OF 10 TRIALS
VOLUME 1000 - 1500 L/HA
(1991 - 1993 JAPAN)**



**Summary of the Performance of Spinosad
Against First Generation European Corn Borer
(*Ostrinia nubilalis*) on Corn**



**Summary of the Performance of Spinosad
Against Second Generation European Corn
Borer (*Ostrinia nubilalis*) on Corn**



**SIMPOSIO MIP
BROCA**



17930

EXPERIENCIAS DE CAMPO EN MANEJO INTEGRADO DE BROCA DEL CAFE
Hypothenemus hampei (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae)

Pablo Benavides Machado & Reinaldo Cárdenas Murillo
CENICAFE - Chinchiná, Caldas. A.A. 2427 Manizales

INTRODUCCION

El Manejo Integrado de Plagas MIP es la integración de las técnicas disponibles para mantener las poblaciones de las plagas por debajo de los niveles que causan daño económico de manera que se eviten los efectos negativos colaterales (Cenicafé 1990). Esta definición es consecuente con la política de la Federación de Cafeteros, respecto a las plagas, la cual tiene como fundamentos disminuir los daños económicos que puedan causar a los caficultores y defender el sistema agroecológico cafetero a largo plazo (Cadena 1993). Desde 1988 el Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFE viene suministrando recomendaciones de manejo integrado de la broca (MIB) basado principalmente en las prácticas culturales, consideradas como aquellas labores tendientes a disminuir la cantidad de alimento y las condiciones favorables para la reproducción del insecto, sustentada en la realización de una cosecha oportuna y rigurosa (Cárdenas 1993); estas prácticas de control se deben complementar con el uso del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (*B.b.*) (Posada 1993) y las aplicaciones oportunas de insecticidas de baja toxicidad (Categoría III), tales como clorpirifos, fenitrotion y pirimifos - metil, durante la época en que la broca se encuentre perforando el fruto (Bustillo, Villalba y Cháves 1993).

METODOLOGIA

Aprovechando la experiencia adquirida en el manejo de 17 parcelas demostrativas durante 1993 que permitió identificar como limitantes del MIB la deficiente administración, las dificultades económicas, la falta de conocimiento del comportamiento y la evolución de la plaga en el cafetal y la manera correcta de aplicar las diferentes medidas de manejo y con el fin de hacer una aproximación al MIB en el campo, se tomaron en los departamentos del eje cafetero varias fincas ubicadas en altitudes óptimas para café y para el desarrollo de la broca.

Para la presentación de los resultados nos referiremos a tres parcelas de áreas similares (Tabla 1) ubicadas en el municipio de Pereira, en donde, basados en las observaciones permanentes mediante visitas periódicas al cafetal durante 1994, los registros de las floraciones y los niveles de infestación, se aplicaron las medidas de control originadas en el programa de investigación que desarrolla la Disciplina de Entomología de Cenicafé.

TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS DE MANEJO INTEGRADO

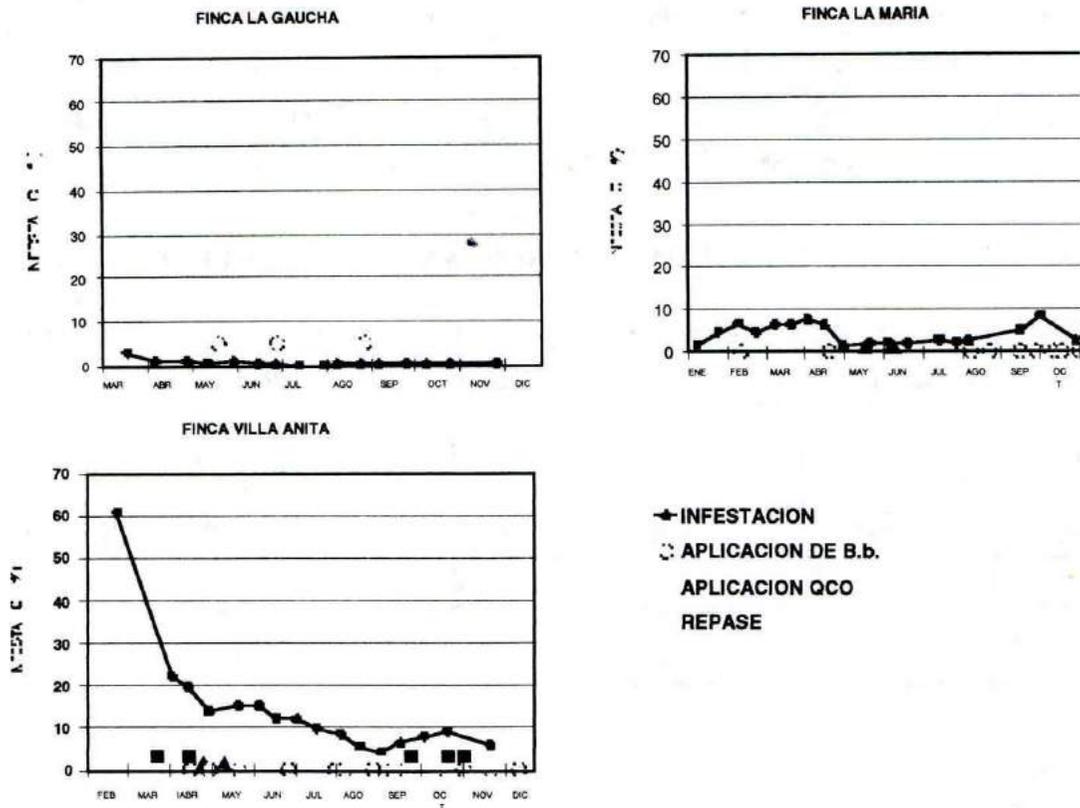
LOTE	ALTITUD m.s.n.m.	VARIEDAD	EDAD años	DENSIDAD pl/ha	AREA m ²
La María	1190	Colombia	3.5	6900	5440
La Gaucha	1240	Colombia	2	6900	7500
Villa Anita	1220	Colombia Caturra	2.5 3.5	6900	6100

RESULTADOS

Las prácticas de manejo realizadas en los lotes variaron de acuerdo a los niveles de infestación por broca y al comportamiento de ésta en el cafetal (Fig. 1), en general, se realizaron las siguientes actividades: Acondicionamiento del cafetal, registro permanente de los niveles de infestación, recolecciones oportunas y rigurosas de café maduro, "repases" o recolección de frutos secos, sobremaduros y maduros, aplicaciones localizadas del hongo *B. b.* y de insecticidas de baja toxicidad por las áreas más afectadas del cafetal o "puntos calientes".

El porcentaje de infestación en todos los lotes tendió a disminuir (Fig. 1), alcanzando los menores niveles una vez terminada la travesía o mitaca (mayo - junio), en especial en La Gaucha y La María. En Villa Anita, donde la infestación era muy alta en el momento de iniciarse el programa, se observó una disminución más lenta, pero igualmente llegó a principios de la cosecha principal (septiembre) a niveles inferiores al 5% en campo.

FIGURA 1. INFESTACION POR BROCA EN CAMPO



Los costos del manejo de la broca en estas parcelas fué de \$20.840, \$111.820 y \$117.496 para los lotes de La Gaucha, La María y Villa Anita, respectivamente, de los cuales entre el 66,2% y 81% correspondieron a la mano de obra.

LOGROS

- Disminución de los niveles de infestación en campo con prácticas de manejo integrado.
- Establecimiento del hongo *B. b.* en el cafetal como factor de mortalidad de la broca.
- Concientización de los agricultores en el mejoramiento de la cosecha mediante recolecciones periódicas y oportunas, lo cual disminuyó drásticamente las poblaciones de broca.

LIMITANTES

- Dificultad en la consecución de mano de obra calificada para la realización de las prácticas de MIB (cosecha rigurosa, repase y aspersiones).

RECOMENDACIONES

El éxito del MIB depende del manejo administrativo que se de a la plantación y del conocimiento que se tenga de la evolución y comportamiento del insecto en el cafetal, para ésto, se sugieren las siguientes labores:

- Dividir la finca por lotes de acuerdo a variedad, edad y ubicación del cultivo.
- Tener un programa anual de renovación de cafetales para asegurar una alta productividad y adecuar convenientemente los lotes para el manejo de la broca.
- Realizar la recolección de manera oportuna durante todo el año con la ayuda de un buen "patrón de corte" o supervisor.
- Registrar las floraciones en cada lote, catalogándolas entre "muy buena", "buena", "regular" y "mala".
- Evaluar el nivel de infestación en el lote y la posición de la broca en el fruto, para conocer la dinámica del insecto en el cafetal .
- Ubicar las áreas de mayor incidencia del insecto o "puntos calientes" en cada lote.
- Dirigir las aspersiones del hongo *B.b.* a los puntos calientes en épocas críticas del ataque de broca y en períodos de cosecha, después de cada recolección por bordes de carreteras y caminos internos, así como alrededor del pesadero y del beneficiadero.
- En las recolecciones, usar costales de fibra sintética en buen estado y mantenerlos amarrados durante el tiempo que permanezcan en el cafetal; pesar el café dos veces al día y depositarlo en la tolva de recibo, previamente cubierta con un plástico impregnado de grasa.
- Aplicar insecticidas químicos únicamente cuando se observen altas poblaciones de broca que se encuentre perforando frutos provenientes de floraciones "muy buenas" y "buenas", dirigiendo las aspersiones a los "puntos calientes".

BIBLIOGRAFIA

- BUSTILLO P, A.E.** Consideraciones sobre el uso de insecticidas químicos en la zona cafetera en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. In: Memorias Congreso XX SOCOLEN. Cali, 1993. pp. 152 - 155.
- CADENA G, G.** Políticas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia para el control de la broca del café. In: Memorias Congreso XX SOCOLEN. Cali, 1993. p. 110.
- CARDENAS M, R.** Biología, hábitos y control cultural de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari)(Coleoptera: Scolytidae). In: Memorias Congreso XX SOCOLEN. Cali, 1993. pp. 111 - 124.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE. CENICAFE.** Manual de capacitación en control biológico. Chinchiná - Caldas, CAB International Institute - ODA, 1990. 174p.
- POSADA F, F.J.** Control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con hongos. In: Memorias Congreso XX SOCOLEN. Cali, 1993. pp. 137 - 151.

18759

EL USO DEL HONGO Beauveria bassiana COMO UN COMPONENTE EN UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA DEL CAFÉ, Hypothenemus hampei.

Alex E. Bustillo P.

CENICAFE - Chinchiná, Caldas. A.A 2427, Manizales

El café (Coffea arabica L.) es el cultivo de exportación más importante de las Américas. Su importancia aumenta si consideramos el aspecto socio-económico ya que mantiene muchas familias en el campo y genera millones de empleos directos e indirectos. En la última década los precios internacionales del café se han reducido considerablemente, en contraste con el incremento en los costos del control de plagas lo cual ha ocasionado descuidos en las prácticas de control. La plaga más importante del cultivo del café es la broca del fruto del café, Hypothenemus hampei (Ferrari). La broca produce una pérdida en el peso de los frutos cosechados, pero más importante es la pérdida que causa en la calidad de la bebida. La dependencia sola en el control químico para el combate de este insecto no es aconsejable, por eso se sugiere la implementación de un programa de manejo integrado fundamentado en el control biológico, para lograr una reducción en los costos de producción, agregando una base ecológica y mejorando así la calidad del café producido.

La broca del café

La broca del café es una de las plagas más importantes del café en el mundo (Le Pelley, 1968). Al continente americano fue introducida desde Africa a través del Brasil en 1923 y se encuentra distribuida en casi todos los países productores de café. En Colombia se detectó por primera vez en 1988, hasta el presente no se tiene información de su presencia en Costa Rica, Panamá y Venezuela. Las hembras de la broca son las que inician el ataque al perforar los frutos en la región del disco de la corona del fruto, llegando de esta forma al endospermo formando una cámara donde depositan los huevos, de los cuales emergen las larvas que destruyen gran parte de la semilla, por esto causan pérdidas en su peso. El ataque a frutos con menos de tres meses de edad se traduce en la caída de estos. Las perforaciones a los frutos abren una puerta de entrada a agentes patogénicos que demeritan la calidad del café.

Actualmente el insecticida más utilizado en el control de broca es endosulfan, pero el reciente descubrimiento del desarrollo de resistencia de la broca a este producto (Brun *et al.*, 1989), la amenaza al equilibrio biológico y los riesgos toxicológicos en la zona cafetera, han llevado a muchos países como México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Colombia a considerar otras prácticas de control como son la introducción de parasitoides desde Africa y el uso de entomopatógenos para desarrollar programas de control biológico.

Control biológico con parasitoides

Cuando la broca se introdujo de Africa a América, no vino con sus enemigos naturales que normalmente ocurren en su lugar de origen. Los parasitoides de la broca hasta el presente encontrados son originarios de Africa Central, lugar que también es considerado el sitio de origen de la broca. Estos parasitoides son ***Prorops nasuta*** Waterston (Bethylidae), ***Heterospilus coffeicola*** Schmeideknecht (Braconidae) ambos encontrados por Hearn en 1923 y 1924 respectivamente, ***Cephalonomia stephanoderis*** Betrem (Bethylidae) fue encontrado en 1960 por Ticheler (1963), y ***Phymastichus coffea*** La Salle (Eulophidae) endoparasitoide encontrado en Togo por Borbón (1989). Entre estos parasitoides los betilidos ***C. stephanoderis*** y ***P. nasuta*** son los más aconsejables para ser incluidos en programas de manejo de la broca, básicamente por ser los que se pueden criar en condiciones de laboratorio, por esa razón estos parasitoides han sido liberados en países como México, América Central, Brasil, Ecuador y Colombia. En este último país se han logrado progresos considerables en su producción masiva.

Uso de entomopatógenos.

El hongo entomopatógeno ***Beauveria bassiana*** (**Bb**) se encuentra naturalmente infectando la broca en casi todas las regiones de Colombia donde la broca hace su aparición. Hasta el momento Cenicafe posee más de 100 aislamientos de **Bb** de diferentes países y colectados localmente, de los cuales aproximadamente la mitad han mostrado actividad contra la broca.

Se estudió y desarrolló una técnica de bioensayo para seleccionar los aislamientos más patogénicos (González *et al.*, 1993). El ciclo de vida de **Bb** sobre la broca bajo condiciones de laboratorio, se completa en promedio en 8,2 días desde la inoculación del insecto hasta el desprendimiento de las esporas. Los insectos mueren en 4,5 días en promedio. Estos resultados pueden variar de acuerdo con el aislamiento que se use y las condiciones de temperatura del laboratorio. Se ha demostrado también la importancia de pasar el hongo **Bb** a

través de insectos para reactivar su patogenicidad. Cuando se cultiva el hongo en medios artificiales por tres o más generaciones su patogenicidad se reduce considerablemente, y el tiempo promedio para causar mortalidad en la mitad de la población se incrementa, en comparación con el hongo activado sobre broca (González *et al.*, 1993).

Dos enfoques se han investigado para la producción de **Bb**, a nivel industrial y a nivel artesanal. A nivel industrial (Morales *et al.*, 1991), la producción de **Bb** se inicia con cultivos puros obtenidos de broca en platos de petri en medio SDA, luego este inóculo se utiliza para el crecimiento del hongo en frascos que contienen un medio líquido nutritivo aséptico, bajo condiciones de fermentación y agitación a 110 rpm durante 72 horas. Este cultivo produce blastosporas que sirven para inocular bandejas con un sustrato líquido químicamente definido para la producción de esporas aéreas. Después de 15-20 días (dependiendo de la temperatura) el hongo está listo para ser cosechado, homogeneizado, formulado y secado en forma de polvo. Esta tecnología ha sido transferida a productores particulares para que se encarguen de la producción industrial del hongo. En la actualidad existen cuatro compañías con licencia del ICA, que suministran hongo formulado para el control de la broca.

También se estudió una metodología para producir el hongo a nivel de caficultor en su finca (Antia *et al.*, 1992). La metodología es muy sencilla: el sustrato usado es arroz y agua que se introduce en botellas desechables de vidrio, las cuales se taponan con algodón absorbente y se someten a un proceso de esterilización al "baño de maría". El hongo producido en esta forma se puede almacenar en estanterías ó en cajas de cartón de fácil manipulación y almacenamiento. La producción de esporas en estas botellas es de 5×10^{10} esporas/100 g de sustrato a 25 C y después de un tiempo de desarrollo de 24 días.

Una vez que el hongo completa su desarrollo está listo para ser usado por el agricultor. La producción de 50 botellas es suficiente para asperjar 5000 árboles a una dosis de 5×10^8 esporas/árbol. Durante los tres últimos años Cenicafé y el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia han entrenado en esta técnica, más de 20.000 agricultores muchos de los cuales están produciendo el hongo eficientemente. Durante 1992 se utilizaron cinco toneladas de hongo a una concentración de 1×10^8 esporas/gramo con fines experimentales. Para 1993 la producción de hongo **Bb** fue de 60 toneladas para el control de la broca del café (Posada, 1993) y para 1994 se estimó en 100 toneladas.

Cenicafé ha puesto a disposición del cafetero una Unidad de Producción Masiva del hongo **B. bassiana**, producido en forma artesanal en la cual semanalmente se reciben grupos de cafeteros e interesados para ser entrenados en la metodología. Además se suministra

gratuitamente el hongo denominado Cepa Cenicafé para su reproducción. Al hongo producido en esta forma se le hace control de calidad para asegurar: a) que esté libre de contaminantes; b) tenga la concentración apropiada; c) viabilidad del 100%; d) patogenicidad sobre broca en laboratorio superior al 80% y e) uso de una cepa del hongo recién activada y de mejor comportamiento en el campo. Lo anterior asegura al cafetero la producción de un hongo de excelente calidad para el control de la broca. La producción de esta unidad es de 35000 botellas mensuales que corresponden a 3,5 ton./mes.

Las formulaciones de **B. bassiana** se han evaluado bajo condiciones de campo y en todos los casos el hongo se ha establecido en las poblaciones de broca. **Bb** sólo es efectivo cuando la broca entra en contacto con las esporas, al tratar de penetrar la cereza. Si el insecto ya entró a la cereza es difícil que el hongo lo pueda afectar.

La epizootiología de **Bb** se estudió en una finca infestada con broca en Ansermanuevo (Valle del Cauca) a 1000 msnm en un cafetal de variedad Colombia plantado a una densidad de 10.000 árboles por hectárea (Bustillo *et al.*, 1991). La infestación de la broca se inició en la parte central de la parcela en junio de 1990 y en esa época se asperjó con una formulación en polvo de **Bb** en la dosis de 1×10^8 esporas/árbol. Después de seis meses la broca estaba distribuida en todo el campo así como el hongo. Se evaluó mensualmente la infestación de broca e infección por el hongo sobre 300 ramas tomadas aleatoriamente entre enero y agosto de 1991. La unidad de muestreo fue una rama productiva sobre la cual se contaron todas las cerezas, las cerezas infestadas y aquellas con infección del hongo. Los resultados indican que una alta proporción de la broca (> 75%) puede ser infectada por el hongo a medida que el tiempo transcurre causando una reducción en la población de la plaga.

Las evaluaciones de campo para establecer su eficacia sobre poblaciones de broca bajo diferentes condiciones ecológicas, han mostrado que su efecto es variable. Los resultados muestran que se pueden obtener mortalidades sobre broca hasta de un 80%, sin embargo cuando las condiciones de humedad y sombriío no son favorables su eficacia se puede reducir a niveles de 20-30%. Monitoreos realizados en parcelas de manejo integrado han mostrado que en promedio las reducciones en las poblaciones de broca están cercanas al 50%. Los resultados hasta el momento obtenidos con **Bb** muestran que es un factor de control muy importante en las poblaciones de la broca y que se puede integrar eficientemente en un programa de manejo integrado.

Manejo integrado

Debido a que la broca del café es una plaga introducida sin enemigos naturales presentes en Colombia, la primera estrategia basada en los resultados de investigación presentados aquí, fue introducir tanto parasitoides como entomopatógenos en el ecosistema cafetero que ha sido invadido por la broca (Bustillo, 1993).

Luego se estructuró un programa de manejo integrado que incluye conocimiento en la finca sobre períodos de floraciones, evaluación de infestaciones, prácticas de cosecha sanitaria ("RE-RE"), controles en la etapa de beneficio del café y los componentes biológicos basados en parasitoides como C. stephanoderis, y entomopatógenos como B. bassiana (Bustillo, 1990). El uso de insecticidas se restringe a aquellos casos en que los niveles de infestación lo ameriten, especialmente en sitios donde la broca se encuentra agregada, para lo cual se recomiendan productos de baja toxicidad y poco impacto ambiental.

En los predios en los cuales se ha hecho un uso racional de insecticidas se ha desarrollado una fauna benéfica que está obrando sobre las poblaciones de broca ayudando al caficultor a su control.

CONCLUSIONES

En la mayoría de los países cafeteros en América la broca del café es la plaga de mayor importancia del cultivo. El enfoque del manejo integrado de plagas es la mejor estrategia para su control, procurando que el control biológico sea uno de los componentes principales de esta estrategia. Es así como Colombia, México y otros países Centroamericanos están introduciendo y desarrollando agentes benéficos para ser utilizados en el control de la broca del café. El uso de B. bassiana en un programa de manejo integrado de la broca del café es factible como lo demuestran las investigaciones realizadas en Colombia, lo cual podría ser seguido por otros países.

LITERATURA CITADA

- ANTIA, O.P.; POSADA, F.J.; BUSTILLO, A.E. & GONZALEZ, M.T. 1992. Producción en finca del hongo Beauveria bassiana para el control de la broca del café. Cenicafé, Avances Técnicos No. 182, 8pp.
- BORBON, O. 1989. Bioecologie d' un ravageur des bajes de cafeier Hypothenemus hampei (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) et des ses parasitoides au togo. These du doctorat de L'Universite Paul-Sabatier de Toulouse Cedex, France. 185p.
- BRUN, L.O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V. & SUCKLING, D.M. 1989. Endosulfan resistance in Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. J. Econ. Entomol. 82 (5): 1312- 1316.
- BUSTILLO, A.E. 1990. Perspectivas de manejo integrado de la broca del café, Hypothenemus hampei en Colombia. Socolen, Medellín, Colombia, Miscelánea No. 18, p.106-118.
- BUSTILLO, A.E. 1993. El control biológico como un componente en un programa de manejo integrado de la broca del café, Hypothenemus hampei, en Colombia. Memorias XX Congreso de Socolen, Cali, julio 13-16, 1993, p.159-164.
- BUSTILLO, A. E.; CASTILLO, H.; VILLALBA, D.; MORALES E.; & VELEZ, P.E. 1991. Evaluaciones de campo con el hongo Beauveria bassiana para el control de la broca del café, Hypothenemus hampei en Colombia. In: Colloque Scientifique International sur le café, 14. San Francisco. 14-19 juillet, Paris, ASIC. 679-686p.
- GONZALEZ, M.T.; POSADA, F.J. & BUSTILLO, A.E. 1993. Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de Beauveria bassiana sobre Hypothenemus hampei. Revista Cenicafé 44(3): 93-102.
- LE PELLEY, R. H. 1968. Pests of coffee. Longmans, Green and Co. Ltd., London. 590 p.
- MORALES, E.; CRUZ, F.; OCAMPO, A.; RIVERA, G. & MORALES, B.1991. Una aplicación de la biotecnología para el control de la broca del café. In: Colloque

Scientifique International sur le café, 14. San Francisco. 14-19 juillet, Paris, ASIC. 521-526p.

POSADA, F. J. 1993. Control biológico de la broca del café, Hypothenemus hampei (Ferrari) con hongos. Memorias XX Congreso Socolen, Cali julio 13-16, 1993, p.137-151.

TICHELER, J.H.G. 1963. Estudio analítico de la epidemiología del escoltido de los granos de café, Stephanoderes hampei Ferr., en Costa de Marfil.(Traducción G. Quiceno). Revista Cenicafé 14 (4): 223-294.

14657

MANEJO DE INSECTOS QUE SE ALIMENTAN DEL CAFETO *Coffea arabica* L (Rubiales: Rubiaceae) EN COLOMBIA

R. Cárdenas

CENICAFE - Chinchiná, Caldas

En la caficultura tradicional de mediados del siglo (1956) se presentó en cafetales de La Cumbre, Valle del Cauca un brote poblacional de consideración, de un escolitido que atacaba las ramas del cafeto, lo cual ameritó la contratación de un entomólogo holandés J.G. Betrem, para que estudiara la biología, daño y control del pasador de las ramas del cafeto, que resultó ser de la especie *Xyleborus morigenus* Blandford (Coleoptera : Scolytidae). Posteriormente en cafetales de la variedad Bourbon en Anserma, Caldas, se encontró el pasador de las ramas, afectado por el hongo *Beauveria*. Este material fue aprovechado para realizar pruebas de patogenicidad en laboratorio y en campo y aunque en el laboratorio los resultados fueron muy promisorios, no ocurrió lo mismo en el campo.

Fue hacia el año 1969, cuando el país producía unos seis y medio millones de sacos de cps kg. c/u, que se anunció por la prensa nacional la aparición de una larva defoliadora de la familia Geometridae, que causaba daños en las hojas e roeduras en los frutos jóvenes, en la vereda El Guayabo en Quimbaya, Quindío, a la cual se le llamó "medidor gigante del Quindío" y se le combatió con aspersiones de agroquímicos.

La poblaciones de estas orugas medidoras se mantuvieron bajas hasta comienzos de 1973, cuando aparecieron brotes aislados en varias fincas, siendo de especial magnitud las ocurridas en las Fincas Cristales del municipio de La Tebaida, Calamar en Buenavista y Horizontes en Montenegro.

En el primer brote de gusanos medidores (Lepidoptera: Geometridae), la especie predominante fue *Oxydia vesulia* Cramer, 1969; en el segundo fue *Oxydia hispata* Cramer, 1971, y en el tercero predominaron las especies *O. hispata*, *Paragonia lanuginosa* Schaus y *P. procidaria* Herrich-Schaffer, 1973. Otras especies registradas por esta misma época fueron: *O. obrundata* Guenee, *O. noctuaria* Walker, *Stenalcidia grosica* Schaus, *Aeschnopterix tetragonata* Guenee y *Apicia* sp.

Los brotes que se presentaron durante este año se controlaron mediante las siguientes practicas:

- 1- recolección y quema de hojas secas de plátano, sitio de postura de las mariposas,
- 2- recolección de larvas y pupas en jaulas enmalladas en tal forma que permitiera la emergencia de los parasitoides hacia los cafetales,
- 3- aplicación de *Bacillus thuringiensis* Berliner, en dosis de 2.5 gramos/litro de agua, después de las 17:00 horas.

De larvas de *Paragonia* spp. emergieron tres especies de parasitoides: dos braconidos (*Apanteles* sp. Y *Protomicroptilis* sp.) y un eulofido (*Euplectrus comstockii* How).

Para la cría de estos gusanos medidores en el insectario, se utilizo la yerbabuena, *Cuphea racemosa* Spreng (Litraceae).

También se utilizaron trampas de luz negra, como elemento de monitoreo de adultos, lo cual sirvió para intensificar la búsqueda de posturas en las hojas secas del plátano (*Musa* AAB).

Posteriormente en 1987 reapareció el medidor, en la misma finca de la vereda El Guayabo, donde se había presentado el primer brote y se sometió oportunamente con una aspersión localizada de *Bacillus thuringiensis* al 2.5%.

En los ataques localizados de escamas que aparecen en cafetales menores de dos años, durante periodos húmedos y calientes se observa la presencia de varios antagonistas, que finalmente restablecen la posición de equilibrio de estos insectos respecto a su hospedero.

Las escamas mas comunes en orden de importancia son: *Coccus viridis* Green, *Selenaspidus articulatus* (Morgan), *Saissetia coffeae* (Walker) e *Ischnaspis longirostris* (Signoret). Los enemigos naturales observados son: *Azia luteipes* Mulsant, *Olla* sp., *Chrysopa* sp., *Coleomegilla* sp., *Baccha* sp., *Aphytis* sp., *Cirrospilus* sp. y *Verticillium lecanii* Zimm.

Durante los periodos secos, en los bordes de las vías y senderos es frecuente observar la decoloración de las hojas, causada por altas poblaciones de un ácaro conocido como *Olygonychus yothersi* McGregor (Acari: Tetranychidae); sobre estas colonias de arañita roja, es común observar la presencia de varias especies depredadoras como: *Stethorus* sp, *Scymus* sp., *Coleomegilla* sp., *Oligota centralis* Sharp y varias especies de ácaros fitoseidos. En casos muy severos se recurre a las aspersiones de azufre mojabable.

En algunas regiones del eje cafetero, se presentó un brote poblacional del minador de las hojas *Leucoptera coffeella* Guerin-Menville, como consecuencia del uso incontrolado de biocidas y de la sustitución de la variedad Caturra por la variedad Colombia, resistente a la roya del café, que había aparecido en el país a finales de 1983. Esta explosión del minador que fue especialmente preocupante en cafetales de las regiones bajas (a menos de 1300 m/o), ocurrió en 1986.

Para el manejo de esta situación se adoptaron las siguientes practicas:

1. Manejo racional de las especies arvenses mas comunes en los cafetales.
2. Evaluación de las poblaciones del minador y ubicación de focos.
3. Aprovechamiento de los factores abioticos de mortalidad, como las lluvias y el sombrío.

4. Protección y manejo de los controladores naturales entre los cuales se registraron los siguientes:

- a. *Closterocerus coffeellae* Ihering (Hymenoptera: Eulophidae)
- b. *Horismenus cupreus* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae)
- c. *Pnigalio sarasolai* De Santis (Hymenoptera: Eulophidae)
- d. *Cirrospilus multilineatum* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae)
- e. *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)
- f. *Polistes erythrocephalus* Latreille (Hymenoptera: Vespidae)
- g. *Protopolybia* sp (Hymenoptera: Vespidae)
- h. *Chrysopa* sp (Neuroptera: Chrysopidae)
- i. *Beauveria* sp.

Los agricultores manejaron los nidos de *Polistes*, llamados por ellos avispa chepa o panelera, colocándolos dentro de los cafetales en casetas protegidas contra el ataque de hormigas y del pájaro abejero *Tyrannus melancholicus* (Tiranidae).

5. En casos muy críticos aplicaciones puntuales de un biocida, en lo posible en formalicen granular, teniendo cuidado de no dejar el producto al alcance de los pájaros.

Actualmente se adelanta un inventario de los antagonistas de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), entre los cuales se han identificado las siguientes especies:

1. *Cryptoxilos* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de adultos.
2. *Calliodis* sp. (Hemiptera: Anthochoridae) predador de juveniles.
3. *Scolopscelis* sp. (Hemiptera: Anthochoridae), predador de juveniles.

4. Especie no determinada de Anthochooridae, predadora de juveniles.
5. Cuatro géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) predadoras.
6. *Neosilva* sp. (Diptera:Lonchaeidae) como un homólogo ecológico .
7. Diptera Sciaridae como un homólogo ecológico.
8. *Metarhizium* sp en adultos e inmaduros.
9. *Beauveria* sp. En adultos e inmaduros.
10. *Hirsutella eleutheratorum* (Ness ex Gray) en adultos.
11. *Serratia marcescens* en larvas y pupas.

También se ha observado la presencia de ácaros y nemátodos en las galerías hechas por la broca.

Agradecemos al SEL del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos quienes colaboraron gratuitamente es la determinación de la mayoría de las especies aquí registradas.

LITERATURA DE REFERENCIA

- Bazire, M. 1960. Hormigas coccidofilas de los cafetales en Caldas. Cenicafe (Colombia) 11(8):221-233.
- Benavides, G.M. 1961. El *Xyleborus morigerus* Blandford en Colombia. Cenicafe (Colombia) 12(1):17-28.
- Benavides G.M., Fernandez, B.O. 1966 Posibilidad de un control biologico de *Xyleborus morigerus* Blandford, mediante el hongo Beauveria. Reunion Anual del Programa de Fitopatologia ICA en Chinchina (Colombia) 23 - 25 de mayo de 1966.
- Betrem, J. G. 1959. Report on *Xyleborus morigerus* Bland. Its biology damage and control. Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia. 19p (Mecanografiado).
- Cabal, C. A. 1956. Biología y control del gorgojo del café *Araecerus fasciculatus* DeGer (Anthribiidae) en Barranquilla. Rev. Facul. Nal. de Agronomia 18:49-71
- Cardenas M.R. 1976 Biología del gusano medidor del cafeto *Paragonia procidaria* H.S. Cenicafe (Colombia) 27(1):45-48.

- Cardenas, M.R. 1991. El minador de las hojas del cafeto. Federación Nacional de Cafeteros. Cenicafé. Boletín Técnico 14, 31 p.
- Cárdenas, M. R. 1993. Control biológico de plagas. Federación Nacional de Cafeteros. Cenicafé. Avance Técnico No. 189. 4p.
- Flanders, S. E. 1956 Una evaluación de la situación de las hormigas en plantaciones de café colombiano. Rev. Cafetera de Colombia 12(129): 4302-4310.
- Hernandez, M.M. 1934. Insectos determinados por el Smithsonian. Informe de labores 1934. Estación Central de Investigación. La Esperanza, Cundinamarca. Federación Nacional e Cafeters de Colombia. Cenicafé 50 años.
- Murillo, L.M. 1931. Los parásitos del café en el departamento de Antioquia. Rev. Cafetera de Colombia 3(25):902-903.
- Roba, R.B. Situación entomológica de los cafetales del Departamento de Caldas. Rev. Cafetera de Colombia 6: 2180-2185.
- Sacco, V. 1931. La plaga de la polilla que ataca los cafetales. Rev. Cafetera de Colombia 3(25):902-903.

INVESTIGACIÓN SOCIOECONÓMICA EN MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA

18812

Hernando Duque O.
CENICAFE - Chinchiná, Caldas

1. Introducción

La caficultura colombiana se ha caracterizado no sólo por la calidad de su café, sino también por su mejoramiento en la productividad sin la dependencia o empleo masivo de agroquímicos.

Enmarcados bajo este contexto y frente al problema de la broca del café, la estrategia propuesta por la Federación Nacional de Cafeteros para manejar esta plaga fue la del Manejo Integrado de Plagas, MIP.

El MIP implica la utilización e integración de diferentes prácticas disponibles para mantener las poblaciones del insecto en niveles que no originen pérdidas económicas y de esta manera evitar impactos ambientales negativos, protegiendo así el sistema agroecológico cafetero a largo plazo.

El MIP, no es por lo tanto una práctica de manejo puntual, sino que debe entenderse como un concepto o una filosofía de manejo de plagas; debido a esta característica se presentan dificultades naturales en su implementación por parte de los agricultores, pues MIP requiere la adquisición de conocimientos y la conformación de criterios de manejo, para la toma de las decisiones más convenientes en un momento determinado.

Como un apoyo a las investigaciones MIP, se comenzaron los estudios socioeconómicos en manejo integrado de la broca (MIB) a mediados de 1994, estudios desarrollados como parte del convenio Cenicafé/ODA.

2. Objetivos

Los estudios socioeconómicos se están desarrollando en el cumplimiento de los siguientes objetivos:

1. Identificar los métodos de control utilizados por los agricultores.
2. Realizar los análisis económicos de los métodos de control.
3. Evaluar el impacto de los métodos de control y reconocer las restricciones en la adopción de la estrategia MIB.
4. Analizar socioeconómicamente la estrategia de manejo MIB.

3. Investigaciones

Inicialmente se realizan investigaciones en los siguientes aspectos:

1. Estudios de adopción de tecnología en manejo integrado de broca.
2. Evaluación del impacto de la broca en la calidad del café en el punto de compra y caracterización de su manejo en municipios de la región cafetera central del país.
3. Evaluación de los costos de manejo de broca en lotes comerciales de café.
4. Determinar la relación beneficio/costo de los diferentes componentes de la estrategia MIB.
5. Definir el umbral de daño económico de la broca del café.

4. Resultados Preliminares

Actualmente se encuentran en ejecución trabajos en varios de los temas anteriormente mencionados. Se presentarán a continuación los resultados preliminares de la prueba piloto de adopción de tecnología MIB.

El estudio de adopción de tecnología en MIB, se ha desarrollado en tres etapas: la primera fue un sondeo rápido (sobre 245 líderes cafeteros), en el cual se probó el primer diseño de encuesta; la segunda etapa fue la prueba piloto (sobre 144 caficultores), y desarrollada en los municipios de Garzón (Huila), Ciudad Bolívar (Antioquia), Pereira (Risaralda), Palestina y Risaralda (Caldas); la tercera y última etapa será la prueba final de adopción la cual está actualmente en la fase de preparación.

Los resultados de la prueba piloto deben verse con carácter preliminar, pues ésta se realizó para probar un segundo diseño de encuesta, donde las variables explicatorias de la adopción tuvieran mayor cabida de la que tuvieron en el sondeo rápido.

La encuesta utilizada se diseñó de tal forma que abarcara los siguientes aspectos:

1. Variables explicatorias de la adopción (edad, educación, capacitación, tamaño de la finca, número de miembros familiares, etc.)

2. Utilización de los diferentes componentes del MIB por parte de los agricultores (muestreo, ReRe, Hongo Bb, Insecticidas y otras actividades que se relacionan con el manejo de broca).

4.1. Características de los Encuestados

Los caficultores encuestados estuvieron dentro de un rango amplio de edades, encontrándose que la mayoría de ellos tienen más de 50 años (32,7 % aproximadamente), un 23 % está entre 40 y 50 años, entre 30 y 40 años se ubicó el 17,2 % de los caficultores y un 27 % tenían menos de 30 años de edad. Las cifras muestran que existe una amplia mayoría de cafeteros por encima de los 50 años, para los cuales una propuesta de manejo de plagas MIP, podría requerir una estrategia de transferencia de tecnología adecuada a sus características y limitaciones (edad, visión, educación, etc.).

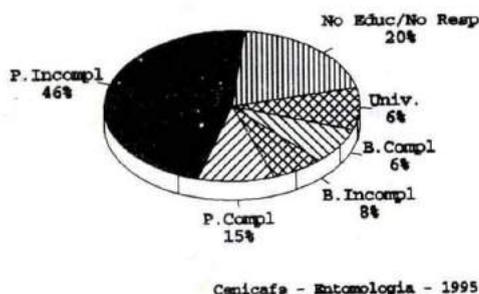
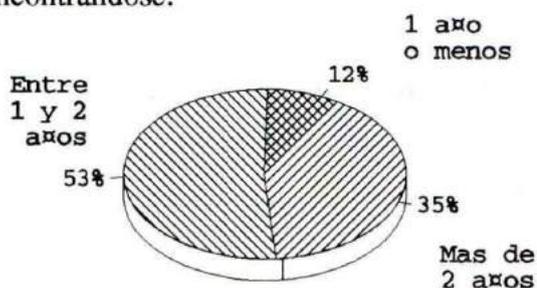


Figura 1. Nivel educativo de los agricultores.

Como lo señala la gráfica, la mayoría de los cafeteros encuestados tienen primaria incompleta (46 %), y muy pocos tienen bachillerato completo (6%) o alguna formación universitaria. Esta situación aunada a la estructura de edades de la muestra, hace pensar que para muchos de ellos puede ser difícil por ejemplo realizar los muestreos para evaluar los niveles de infestación.

Otro aspecto importante en esta prueba, fue estimar el tiempo de presencia de la broca en las finas de los encuestados, encontrándose:

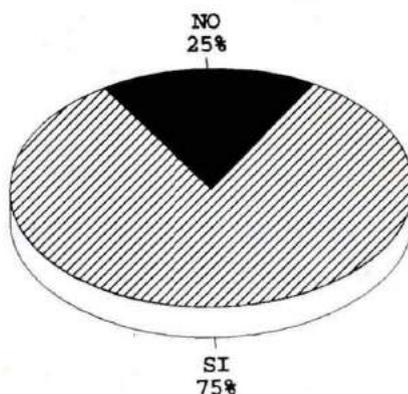


Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 2. Tiempo de permanencia de la broca en la finca.

La mayoría de los encuestados, el 53 % tienen la broca en sus fincas en un lapso comprendido entre uno y dos años, el 12 % de ellos la tiene hace un año o menos y el 35 % restante tiene la broca hace más de dos años. Estas cifras de antigüedad permiten plantear que la mayoría de ellos están en un proceso de conocimiento y adquisición de experiencia en manejo de plagas.

En la siguiente figura se muestra lo relacionado con la capacitación de los agricultores, medida como el porcentaje de ellos que han tenido capacitación en manejo integrado de broca.



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 3. Capacitación en Manejo Integrado de Broca

Es claro el esfuerzo realizado por el servicio de extensión de la Federación Nacional de Cafeteros, pues la figura anterior muestra que el 75 % de los encuestados han tenido

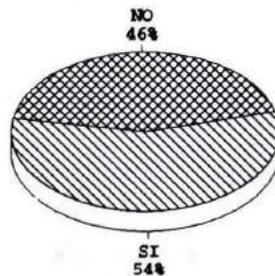
capacitación en MIB, cifra que realmente muestra un buen cubrimiento de la población de caficultores.

4.2. Manejo Integrado de la Broca

En cuanto a las prácticas de manejo integrado de broca, se presentarán en cuatro temas, a saber: Muestreo, ReRe, Hongo *Beauveria bassiana* e Insecticidas. //

4.2.1. Evaluación del Nivel de Infestación

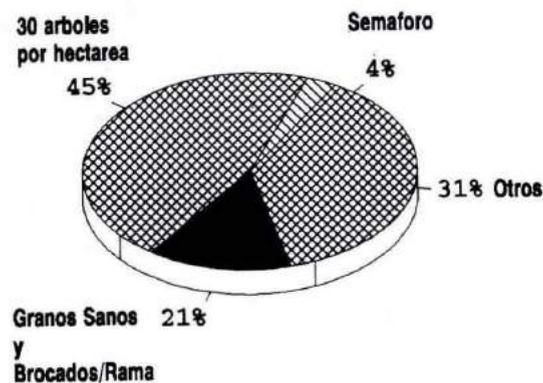
En este aspecto se tuvieron las siguientes respuestas:



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 4. Evaluación del Nivel de Infestación.

Tal como se observa en la figura 4, el 54 % de los agricultores consideran que realizan muestreos para determinar los niveles de infestación. Sin embargo, al preguntarse por los métodos empleados para realizar los muestreos, se obtuvo:



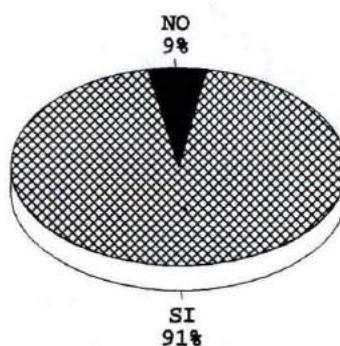
Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 5. Métodos de evaluación del nivel de infestación.

Se observó que el método más empleado es el de las 30 ramas por hectárea, utilizado en un 45 % de los casos, en el resto de la muestra se observaron otros tipos de muestreo (semáforo, varios granos de varias ramas, etc). En realidad sólo el 24,3 % de los agricultores están utilizando el método propuesto por Cenicafé; y esto conduce a pensar que el resto (75,7 %), están empleando otros métodos o simplemente no lo hacen y por lo tanto las decisiones de manejo se están tomando bajo unas condiciones de alta incertidumbre.

4.2.2. ReRe

El ReRe, como componente del manejo integrado de la broca, es considerado una práctica cultural de control y es básicamente el eje de la estrategia MIB.



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 6. Realización del ReRe.

Se observa que el 91 % de los agricultores encuestados está realizando la práctica del ReRe; esto muestra que es tal vez la práctica de manejo de broca que ha tenido mayor aceptación por parte de los agricultores y una tasa de adopción tan amplia debe representar que los agricultores ven en ella unas ventajas claras en su implementación y uso.

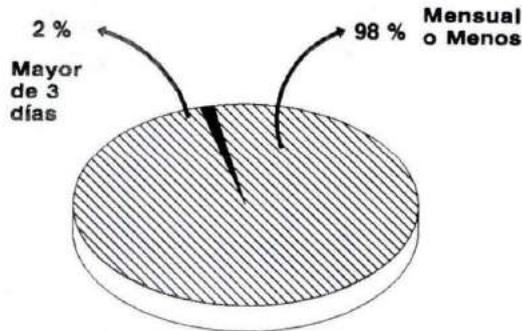
Como únicamente la respuesta de si o no realiza el ReRe, no permitía establecer la real comprensión de la práctica, se preguntó acerca de la definición de la misma, y se obtuvo:



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 7. Definición de ReRe.

La muestra encuestada respondió en un 60 % que ReRe era recoger granos maduros, sobremaduros y secos permanentemente, y este porcentaje es significativo pues permite establecer que una mayoría de los caficultores tienen claro el concepto de ReRe definiéndolo adecuadamente. En el resto de casos se observa que existe cierto grado de confusión y se introducen en la definición conceptos de manejo de broca utilizados cuando ésta se presenta a nivel de focos.



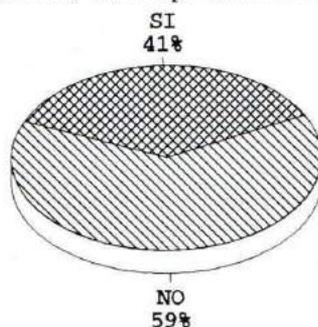
Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 8. Frecuencia en la Realización del ReRe.

En relación a la frecuencia del ReRe, parece sorprendente que el 98 % de los encuestados responda que lo realiza con periodicidad mensual o menos. En este caso la tendencia parece indicar que los agricultores están realizando recolecciones periódicas bien hechas y que esta actividad se está convirtiendo en una labor "normal" de producir café, integrándose de esta manera a las otras labores ya existentes en el cultivo.

4.2.3. Hongo *Beauveria bassiana*

En relación con el hongo *B. bassiana*, las respuestas fueron las siguientes:



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 9. Utilización del Hongo *B. bassiana*

La utilización masiva de hongos entomopatógenos en el control de plagas, es un concepto relativamente nuevo en la caficultura y sin embargo, parece haberse abierto un espacio propio en la estrategia MIB. Es así como el 41 % de los agricultores están utilizando esta herramienta en el manejo de broca en sus cafetales, situación que se confirma al observar el número de aplicaciones anuales.

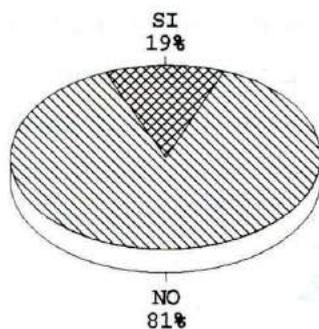
En relación a las frecuencias de aplicación del hongo se encontró que el 28 % de los productores está aplicando con frecuencias entre uno y dos meses (esto es entre 6 y 12 veces por año), cifras que muestran la intensidad en el uso de esta práctica.



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 10. Frecuencia de aplicación del Hongo.

En cuanto a cultivo artesanal del hongo a nivel de finca se observó:



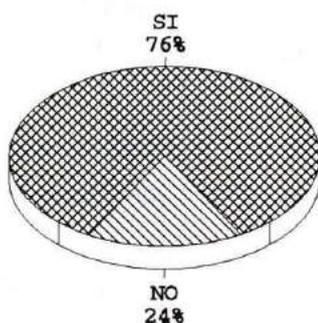
Cenicafe - Entomologia - 1995

Figura 11. Cultivo del Hongo.

Las cifras muestran que un alto porcentaje de los agricultores no están cultivando el hongo en forma artesanal y que las diferencias entre las cantidades de hongo aplicado y el cultivado, se presentan cuando los agricultores prefieren comprarlo o en otros casos cuando los Comités de cafeteros lo regalan a los productores. Sin embargo debe hacerse una consideración de tipo económico, mientras que la aplicación de 50 botellas de hongo artesanal por hectárea (5×10^8 esporas por árbol), tiene un valor inferior a \$ 3.000 pesos; la misma aplicación realizada con producto comercial tiene un costo mayor de \$ 30.000 pesos por hectárea.

4.2.4. Insecticidas

En cuanto a la utilización de insecticidas, se encontró:



Cenicafe - Entomologia - 1995

Figura 12. Utilización de Insecticidas.

Vemos que el 76 % de los agricultores está utilizando insecticidas en el manejo de broca en su finca, sin embargo de esta cifra, el 30 % lo emplea en manejo de focos y el 70 % lo utiliza en aplicaciones generalizadas en sus lotes de café. En términos reales el 53,2 % de la muestra aplica insecticida generalizado y el 22,8 restante lo hace en manejo de focos.



Cenicafe - Entomología - 1995

Figura 13. Criterios para aplicación de Insecticidas.

La utilización del criterio de niveles de infestación altos, es el que prima en la encuesta; esto permite pensar que la utilización de insecticidas se esté dando bajo unas condiciones racionales, a pesar de las deficiencias observadas en la estimación de los niveles de infestación.

5. Conclusiones

A pesar de no incluir toda la información de la prueba, pues de hecho aparece una parte pequeña debido a la falta de espacio, pueden plantearse las siguientes conclusiones:

1. Existe un tipo de agricultor que por su edad, educación, etc., debe implicar unas estrategias de transferencias del MIB adecuadas a sus circunstancias.
2. Se observa que la práctica del muestreo para evaluar el nivel de infestación, no es de uso generalizado, y esto puede traer dificultades al tomar decisiones de control, pues la estimación de los niveles es básica en el manejo integrado de plagas.
3. El ReRe, como componente cultural de manejo de broca se observa con una tasa alta de adopción por los agricultores; es así como también existe claridad en la definición del concepto para la mayoría de los agricultores.

4. La utilización del hongo B.b., se ha abierto un espacio en el MIB y el número de productores que lo emplean así como las frecuencias de aplicación lo están demostrando.

5. No se está haciendo un uso importante del cultivo artesanal del hongo, a pesar de que los costos del hongo producido de esta forma son menores que cuando se compra en formulaciones comerciales; siendo las razones más expuestas la dificultad en cultivarlo y la carencia de elementos para ello.

6. La utilización de insecticidas, se presenta en la mayoría de los casos observados en esta prueba, pero esta cifra no es absoluta y varía en relación con información obtenida en otros municipios. Debe resaltarse en este estudio que su empleo en focos es importante (más del 20 % de los casos) y que no en todos los eventos se aplica insecticida en forma generalizada; además, existe entre los agricultores el concepto de utilizarlos dependiendo de los niveles de infestación. 11

18813

USO DE PARASITOIDES DE ORIGEN AFRICANO PARA EL CONTROL DE LA BROCA EN COLOMBIA

Jaime Orozco Hoyos
CENICAFE - Chinchiná, Caldas.

Los avances obtenidos por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) en cuanto a la multiplicación y uso de los parasitoides africanos para el control de la broca han estado enmarcados en el programa de investigación propuesto y ejecutado por CENICAFE desde 1.988.

El desarrollo de este programa nos ha permitido encontrar una metodología de producción masiva, la cual ha sido transferida a varios laboratorios particulares encargados actualmente de la producción de *Cephalonomia stephanoderis* en el país. La disponibilidad del parasitoide ha permitido también su liberación y el conocimiento sobre su establecimiento en campo, dispersión, efecto controlador y compatibilidad con otras medidas de control de *H. hampei*. //

La producción de *C. stephanoderis* incluyendo los pie de cría en todo el país entre Octubre de 1.994 y Junio de 1995 fue aproximadamente de 240 millones de avispas de las cuales se han entregado para liberación en igual tiempo 165 millones en los departamentos de Antioquía, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Quindio, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

INTRODUCCION DE PARASITOIDES A COLOMBIA

La introducción a Colombia de parasitoides de origen africano se llevó a cabo desde Ecuador e Inglaterra entre diciembre de 1.989 y septiembre de 1.991. Las avispitas se trajeron a los laboratorios de cría ubicados en Ancuya (Nariño), el Nus y Vegachi (Valle del Cauca) y en Garzón (Huila). Por las dificultades locativas fue necesario trasladar paulatinamente estos laboratorios quedando actualmente sólo dos unidades de cría de Cenicafé localizadas en Gigante (Huila) y Cenicafé (Chinchiná.) Existen además 10 laboratorios particulares produciendo *C. stephanoderis* en el país.

AVANCES EN LA PRODUCCION DE LA BROCA Y SUS PARASITOIDES

En 1.992 se creó la unidad de experimentación de parasitoides para el control de la broca, lo cual permitió el desarrollo de una metodología para la cría masiva de las avispidas. El proceso de investigación se llevo a cabo sobre las diferentes etapas de la producción de la broca y sus parasitoides. De estas se ha logrado avanzar en el manejo del grano cereza proveniente de campo y en el manejo de las condiciones ambientales para la emergencia de la broca adulta.

INFESTACION DE GRANO PERGAMINO

El avance mas importante para el logro de los resultados alcanzados hasta el momento, fue el encontrar el recipiente adecuado para el desarrollo del grano infestado. Se trata de una bandeja metálica de 90x30x5 cm, con 16 orificios repartidos en sus 4 lados con una capacidad para 5.000 granos de café pergamino . Estas bandejas se usan para la cría y desarrollo de la broca.

Su mayor particularidad es que permite manejar en forma gradual la humedad del grano pergamino, evitando la perdida acelerada de la humedad del grano y el desarrollo de contaminantes como ácaros y hongos. Además, es posible infestar grandes volúmenes de café diariamente, con porcentajes de infestación entre 80 y 90% en promedio. La expulsión de estados inmaduros de broca, desde el interior del grano, no es significativa en estos recipientes cuando se maneja bien la ventilación de los cuartos de cría y desarrollo de la broca.

CONTROL DE CALIDAD

En este sentido se ha alcanzado una mejor destreza para revisar, analizar e interpretar la calidad de grano, desarrollo de *C. stephanoderis* e *H. hampei* y la influencia de la HR y T°C sobre estos factores. La revisión periódica de los granos brocados y posteriormente parasitados, permiten detectar problemas de contaminantes y por consiguiente su control, sin afectar el normal desarrollo de la broca o las avispidas. La pérdida de humedad del grano pergamino en forma gradual, es el factor primordial para evitar la presencia de hongos de los géneros *Beauveria bassiana*, *Aspergillus sp* y *Penicillium sp* y de igual manera de ácaros de los géneros *Cosmoglyphus oudemansi* y *Tyrophagus putrescentiae*.

Es necesario el registro diurno y nocturno de la temperatura y humedad relativa del medio ambiente. Los mejores resultados se han obtenido con una temperatura promedio de 25 °C y una humedad relativa de 80%, para los procesos de cría y desarrollo de la avispa y de la broca. El manejo adecuado de estas condiciones ha permitido obtener una sincronización de los ciclos biológicos y así el momento más oportuno de la parasitación.

LIBERACION DE PARASITOIDES EN EL CAMPO

La liberación de parasitoides a nivel de campo ha sido importante para un buen conocimiento de los parasitoides. Hemos logrado obtener resultados sobre su eficiencia, establecimiento, dispersión y compatibilidad con otros medios de control.

Con el fin de evaluar la eficiencia del parasitoide *C. stephanoderis* sobre una población de *H. hampei* en condiciones de campo se llevó a cabo una investigación en cuatro fincas localizadas a: 1080, 1240, 1485 y 1630 m.s.n.m. Los niveles de parasitismo observados variaron con el tiempo oscilando en el comienzo del experimento entre 2.6 y 8.3. Sin embargo, en la medida que las poblaciones de la broca aumentaron, los niveles de parasitismo alcanzaron un nivel de 25 y 65% máximo a 1080 y 1630 m.s.n.m respectivamente.

Las investigaciones del parasitoide cuando los niveles de infestación en el campo son bajos (< 5%), han mostrado igualmente su eficiencia y amplia capacidad de búsqueda, con una mínima disponibilidad de grano cereza maduro o sobremaduro infestado. En este caso se encontraron porcentajes de parasitismo que variaron del 3 y 20%.

El establecimiento de la avispa de Costa de Marfil se ha comprobado en diferentes sitios del país. En la finca Casa Blanca en el municipio de Pereira se realizó en noviembre de 1992 una liberación de 30.000 adultos de *C. stephanoderis*, en octubre de 1993 se evidenció la presencia del parasitoide en todo el lote (15.000 árboles), Tabla N° 1, comprobándose también de esta manera su buena dispersión.

En el departamento de Nariño se ha liberado *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis* desde 1991. El seguimiento de la dispersión y de los porcentajes de parasitismo, nos permite concluir su establecimiento a través del tiempo. Las primeras liberaciones de ambas avispas se efectuaron en 1991 y 1992. Durante los años de 1993 y 1994, la recolección del grano cereza y su posterior disección nos ratificó la presencia de las 2 avispas en finca ubicadas entre

1.200 y 1.700 m.s.n.m. La dispersión de *C. stephanoderis* fue mas notoria hacia las zonas mas calientes, mientras *P. nasuta* se mantuvo en las áreas de menor temperatura.

Tabla N° 1 Establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* en campo
Finca Casa Blanca 1.992

EVALUACION	PORCENTAJE DE PARASITISMO
Diciembre	28
Febrero	2.5
Abril	8.7
Junio	1.6
Agosto	2.5
Octubre	7.3

La compatibilidad del uso de parasitoides con otras medidas de control para la broca han sido comprobadas en el campo. El efecto de los insecticidas Clorpirifos, Endosulfan, Fenitrothion y Pirinifos-metil aplicados antes o después de la liberación de avispidas, mostró ser letal sobre el parasitoide *C. stephanoderis*. Las mortalidades obtenidas un día después de la aplicación de los productos vario entre el 65 y 85% y 9 días mas tarde todavía se observaron mortalidades comprendidas entre el 45 y 65%.

Para el caso de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarrizium anisopliae* la residualidad fue unicamente de 8 dias. A partir de este momento las mortalidades igualaron al testigo.

La compatibilidad de la práctica de la recolección de granos maduros, sobremaduros y secos que quedan en el árbol después de la recolecciones periódicas, está en estudio.

PROGRAMA NACIONAL DE LIBERACION DE PARASITOIDES

Desde 1.994 se viene liberando *C. stephanoderis* en todas las áreas de café con presencia de la broca. El programa pretende establecer este enemigo biológico de la broca en toda las zonas cafeteras infestadas por el insecto plaga.

EPOCA DE LIBERACION

El parasitoide está dirigido a los granos maduros, sobremaduros y secos que no fueron recolectados y se quedaron el árbol. Por tanto, las épocas más oportunas para liberar las avispidas son inmediatamente termina la cosecha principal e igualmente después de la mitaca. Cuando se realizan liberaciones durante el período normal de cosecha de grano, la liberación debe hacerse después de la recolección.

SITIOS DE LIBERACION

Los parasitoides se colocan en los "focos" de la finca donde los porcentajes de infestación son más altos. No se recomienda su aplicación en forma generalizada. //

FORMA DE LIBERACION

La liberación en campo se lleva a cabo colocando el grano parasitado próximo a la emergencia, en bolsas de tela (tul u organza), ó canastillas de alambre cubiertas por una bolsa plástica con el fin de prevenir la hidratación y daño del grano parasitado por efecto de la lluvia. Dentro de cada bolsa de tela se colocan de 200 a 300 granos. De esta manera se cuelgan las bolsas en la parte media de los árboles de café hacia el centro del árbol. Se debe colocar una canastilla con 300 granos cada 15 árboles. 15 días más tarde se pueden retirar los granos de café parasitados.

CONSIDERACIONES PARA LA LIBERACION DE *C. Sthepanoderis*

- 1° Los parasitoides se deben de colocar en "puntos calientes" ,
- 2° No se debe liberar avispidas antes de la recolección del grano maduro,
- 3° No se recomienda aplicar ningún producto químico después de la liberación. Cuando el análisis del porcentaje de infestación justifique una aplicación, se necesita esperar 40 días después de liberadas la avispidas. En el caso que un producto químico sea aplicado antes de la liberación, ésta puede realizarse 21 días más tarde,
- 4° El hongo *Beauveria bassiana* puede aplicarse 8 días antes o 8 días después de efectuada la liberación del parasitoide.

Para la obtención del grano parasitado se ha coordinado con el servicio de extensión de los comites cafeteros del país. A través de ellos los agricultores reciben los granos parasitados y las instrucciones sobre su manejo en el campo. Entre el mes de Octubre de 1.994 y Junio de 1.995 se han liberado en la zona cafetera un total de 165.000.000 del parasitoide *C. stephanoderis*, Tabla N° 2

Tabla N° 2 Número de adultos de *Cephalonomia stephanoderis* liberados en Colombia 1.991-1.955

FECHA			
Octubre-Junio 94 - 95	Octubre- Septiembre 93-94	Octubre- Septiembre 92-93	Octubre- Septiembre 91-92
165.000.000	6.965.405	622.000	465.000

PERSPECTIVAS DEL CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE PARASITOIDES DE ORIGEN AFRICANO

La introducción a Colombia de parasitoides para el control de la broca del café, ha sido considerada un éxito. Dos avispas de la familia Bethyilidae han sido introducidas hasta el momento *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis*.

El uso de estos enemigos biológicos en programas de manejo integrado de la broca, no había podido realizarse en ningún país cafetero del mundo, debido en gran parte a las dificultades presentadas en la producción masal de las avispidas. Este inconveniente ha sido superado en Colombia, através de la investigación llevada a cabo por CENICAFE. La metodología para la cria de la broca y el parasitoide *C. stephanodreis*, ha sido transferida y adoptada por 10 laboratorios particulares los cuales estan encargados de la producción comercial a nivel del país. Los rendimientos alcanzados en los laboratorios permiten pensar en el suministro permanente del parasitoide. De esta manera consideramos la gran posibilidad que tienen estos agentes biológicos, conocida ademas su gran capacidad de búsqueda, permanencia y eficiencia en las zonas cafeteras del país.

Las condiciones topográficas de Colombia, la producción continua y el desarrollo del cultivo entre otros, dificultan la recolección normal del grano maduro, quedando en el árbol entre 8 y 12% de café cereza. El control de este se puede efectuar manualmente o mediante los parasitoides de origen africano *C. stephanoderis* y *P. nasuta*. Aún cuando las infestaciones de la broca sean menos del 5%, se ha comprobado experimentalmente el efecto controlador de *C. stephanoderis*. Por tanto, creemos en la necesidad de incorporar estos enemigos naturales dentro del manejo integrado de la broca.

El parasitoide *P. nasuta*, no está siendo producido comercialmente, pero se viene adelantando toda la investigación necesaria para lograrlo en el futuro cercano y así poder liberar las avispidas con el fin de responder a los interrogantes sobre su eficiencia, dispersión, adaptación y compatibilidad con otras medidas de control. Actualmente contamos con un pie de cría de estas avispidas de 170.000.

El proyecto de introducción de *Phymastichus coffea* parásito de adultos de *H. hampei*, también se está llevando a cabo, a través de estos convenios, CENICAFE - ODA Consejo Británico. La cuarentena se está realizando en el Instituto Internacional de Control Biológico - IIBC en Inglaterra, y los primeros especímenes serán introducidos a Colombia a partir de Agosto de 1.995.

El paquete tecnológico generado por CENICAFE para el manejo de la broca, considera la necesidad de enfatizar en el control biológico como una alternativa para el control de *H. hampei*. Los contratos de producción hechos con Cenicafé para el año de 1.996, nos garantizan una cantidad de 500 millones de *C. stephanoderis* que serán distribuidas en todo el país. Se espera que para el mismo año podamos estar contratando la producción de *P. nasuta*, y posiblemente en 1.997 hayamos despejado las dudas sobre la producción de *P. coffea* y así llevarlo también a producción masiva.

18814

**EVALUACION DE INSECTICIDAS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE LA
BROCA DEL CAFE (Hypothenemus hampei.) Ferrari. 1867.**

**Diógenes A. Villalba Gault , Alex E. Bustillo Pardey,
Bernardo Chaves Cordoba**
CENICAFE - Chinchiná Caldas A.A. 2427 Manizales

INTRODUCCION

La broca (Hypothenemus Hampei.) Ferrari 1867 (Coleoptera : Scolytidae) es la plaga más importante del cultivo del café en Colombia.

Desde el inicio de la caficultura en el país, el uso de insecticidas ha sido prácticamente nulo, lo cual ha permitido que insectos plagas, como el minador y otros, mantengan un equilibrio biológico al preservarse sus enemigos naturales.

La llegada de la broca al país plantea una situación de riesgo a este equilibrio, por el uso de insecticidas químicos, no solo por el desbalance de las plagas sino también por los riesgos de contaminación ambiental.

Los insecticidas solo se deben usar como ultimo recurso, cuando la infestación de broca sea superior al 2% en la época crítica del fruto verde susceptible de ser atacado.

En Colombia, hasta el momento, se están iniciando los estudios sobre evaluación de insecticidas químicos para el control de la broca del café, pero aún falta información relacionada con el grado de eficacia de los productos, , residualidad, toxicidad y dosis, en otros aspectos.

// Con miras a obtener información sobre diferentes insecticidas, para el control químico de la broca del café, se realizó este experimento conjuntamente entre CENICAFE y las Casas Comerciales Productoras de Insecticidas, con el objetivo de evaluar la eficacia de insecticidas sobre adultos de broca que están penetrando en el fruto del café varios días después de la

infestación y evaluar el efecto residual de los insecticidas que en el experimento de eficacia produjeron más del 75% de mortalidad y de esta forma poder contar con insecticidas alternativos para el control químico de la plaga. 1)

REVISION DE LITERATURA

La broca del fruto del café (Hypothenemus Hampei, Ferrari) es considerada la plaga más importante del cultivo del café en el mundo por atacar directamente el fruto, causando pérdida de peso, depreciación del grano de café y pérdida de la calidad de la bebida por la presencia de impurezas en los granos brocados (4)

La broca del café, fué detectada en Colombia, en agosto de 1988 en cafetales de la variedad robusta, en el municipio de Tumaco (Nariño) y desde entonces ha seguido avanzando rápidamente. En 1995 el insecto se ha dispersado a 485.714 hectáreas en 15 departamentos.

Bustillo et al (1), mencionan que los insecticidas en el campo sólo deben usarse como última medida cuando las otras alternativas hayan sido agotadas.

Los mismos autores afirman que el control químico de la broca del café, por consiguiente, es más efectivo cuando se dirige a los adultos que están volando buscando nuevos frutos o cuando están en el proceso de penetración, lo que se pretende con esta medida es prevenir el daño a los frutos sanos. Normalmente, los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca, cuando su peso seco es de 30% o más, lo cual se logra alrededor de los 120 días después de la floración y éste debería ser el tiempo más adecuado para la aplicación de un insecticida.

Bustillo (2) realizó un experimento con el objeto de evaluar la eficiencia de diferentes insecticidas para el control de la broca del café. Los insecticidas evaluados fueron: Endosulfan, Clorpirifos, Pirifos-metil, Malathion y Fenitrotion.

Los resultados indicaron que se puede obtener alta mortalidad de adultos de broca (mayor del 90%) 24 horas después de iniciar la penetración en los frutos ó los que se encontraban en el canal de penetración. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de endosulfan, clorpirifos, fenitrotion y pirifos-metil. Sin embargo, el endosulfan causó la más alta mortalidad (98%) y la menor se obtuvo con malathion (41%).

Villalba (5) realizó un experimento con el objetivo de evaluar el efecto del insecticida endosulfan sobre la mortalidad de adultos y estados inmaduros de la broca del café, utilizando una dosis del producto de 595 gramos de i.a./ha, bajo condiciones de campo. Los resultados mostraron que el endosulfan no tuvo ningún efecto sobre los estados inmaduros de la broca (huevo, larva, pupa), pero sí sobre los adultos. El mayor porcentaje de mortalidad (24.6%), se registró siete días después de la aplicación del endosulfan.

Decazy (3) realizó un estudio con el fin de evaluar la eficacia de insecticidas para el control de la broca del café. Para el efecto, evaluó los insecticidas clorpyrifos-ethyl (Lorsban 4E), fenitrothion (Sumithion) y el dicotophos (Bidrin) a varias dosis, a modo de establecer la dosis mínima eficaz. La eficiencia del clorpyrifos no pasó de un 55%; la del fenitrothion subió hasta un 75% y su residualidad fue de 28 días por lo menos; la eficacia del dicotophos ascendió al 90% y se mantuvo durante más de 28 días.

El dicotophos y el fenitrothion, podrían ser recomendados como productos alternativos al endosulfan, siempre y cuando se haga una aplicación con uno de estos productos y la siguiente aplicación con endosulfan.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos de eficacia y residualidad se realizaron, en la finca La Zulia y en las Haciendas Bonanza y La Pastorita en los municipios de Pereira (Risaralda) y Armenia (Quindío), en lotes de café variedad Colombia y Caturra de 2.5 años de edad y sembrados a una distancia de 1.2m x 1.2m en triangulo y en cuadro y 1.5 m x 1.0 m, respectivamente. //

Las parcelas experimentales, estuvieron conformadas por 5 árboles rodeados de dos surcos borde (5 árboles x 5 surcos) para un total de 25 árboles y la unidad experimental estuvo constituida por un árbol del surco central. De este árbol, se seleccionó al azar una rama de la zona productiva, en la cual se dejaron 50 frutos de 90 a 120 días de desarrollo, y luego se le colocó una manga entomológica.

Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión de presión previa retenida, Triunfo 40-100-10 y una boquilla TX-3 (200 cc/min a 40 PSI). Previa a la aplicación de los productos, los equipos se calibraron para determinar el volumen de mezcla por árbol, el cual fue de 50 c.c, aproximadamente. //

Para la evaluación de la eficacia y residualidad, se utilizó un diseño experimental "Completamente al Azar", con arreglo factorial de los tratamientos, así: Eficacia: 21 y 14 tratamientos, 1 testigo, 4 tiempos de aplicación, con 4 y 6 repeticiones, respectivamente.

Residualidad: 8 y 5 tratamientos, 1 testigo, 5 tiempos de infestación, con 6 repeticiones.

Hasta el momento, se han evaluado la eficacia y residualidad de 35 y 13 insecticidas, respectivamente.

La dosis utilizada para evaluar estos insecticidas fue la recomendada por las diferentes Casas Comerciales productoras de los insecticidas.

Para realizar las infestaciones, se utilizaron 40 frutos secos brocados y disectados en una cara y en otras 200 brocas activas de 24 horas de extraídas.

Las evaluaciones, se llevaron a cabo 3 días después de las aplicaciones y/o infestaciones de los productos químicos, para lo cual se cortaron las ramas con las mangas entomológicas y se contó el número total de frutos y los frutos brocados por rama. Mediante disección de los frutos, se determinó el número de adultos vivos, muertos y su posición dentro del fruto.

RESULTADOS

EFICACIA I

De los diferentes insecticidas evaluados, se pudo observar que los insecticidas: Clorpirifos (Pirifos 48), Endosulfan (Thiodan 35 C.E.), Diazinon (Basudin), Endosulfan (Endosulfan R.P), Endosulfan (Thionil), Clorpirifos (Lorsban 240 E.C), Isazofos (Miral), Fention (Lebaycid) y Pirimifos-metil (Actellic), presentaron las mejores eficacias a través del tiempo y no mostraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, no siempre un mismo producto, tuvo la mayor eficacia a través del tiempo. \)

RESIDUALIDAD II

Al realizar las evaluaciones en los diferentes tiempos de infestación, se pudo comprobar que el insecticida Isazofos (Miral) produjo mortalidades superiores al 90% hasta 15 días después de

realizada la aplicación, presentando una alta residualidad y siendo por lo tanto estadísticamente diferente a los demás insecticidas.

Los demás productos no presentaron mortalidades superiores al 75%, en ninguno de los tiempos de evaluación.

EFICACIA III

En este experimento, se pudo apreciar que los productos más eficaces fueron: El Fenitrotion (Fenothion 50 C.E.) en dosis de 1.5 y 1.2 lts/Ha, el Endosulfan (Thiodan 35 S.C.), Fention (Lebaycid) y Malathion, no presentando diferencias significativas entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos, cuando se realizaron las aplicaciones a los 1, 3 y 8 días. A los 15 días, no se presentaron diferencias significativas entre el Fenitrotion ("1.5", Fenothion 50 C.E) y el Endosulfan (Thiodan 35 S.C).

RESIDUALIDAD III

Cuando se determinó la residualidad de los insecticidas, se pudo comprobar que no hubo diferencias significativas entre los productos evaluados: Fenitrothion (Fenothion 50 C.E) en dosis de 1.2 y 1.5 lts/Ha, Thiodan 35 S.C., Lebaycid E.C 500 y Malathion 57%, 1 día después de realizada la aplicación. A los 3 días, no se presentaron diferencias significativas entre las dos dosis de Fenothion 50 C.E., pero sí con el resto de los productos.

BIBLIOGRAFIA

- 1. BUSTILLO, P. A. E.; ARISTIZABAL B. R; AREVALA M. H; ARIAS M, J. POSADA, F. J; CASTILLO, H. A; CARDENAS, M. R; OROZCO, H. J; URIBE, C. A.** Guía para el manejo de la broca del café en Colombia. Chinchiná (Colombia), CENICAFE, 1992. 13 p. (Mimeografiado).
- 2. BUSTILLO, P. A. E.** Evaluación de otros insecticidas para el control de la broca del café. In : Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Disciplina de Entomología. Chinchiná (Colombia). Informe Anual de Labores, Octubre de 1991 - Septiembre de 1992. Chinchiná (Colombia), CENICAFE, 1992. P.V.

3. **DECAZY, B.** Control de la broca del fruto del café. Guatemala, I.I.C.A. PROMECAFE, 1987. 22 p.
4. **DECAZY, B.** Consideraciones sobre el uso apropiado de los insecticidas en el control de la broca del fruto del café Hypothenemus hampei. In : Taller regional sobre la broca del fruto del café 3. Antigua (Guatemala). 3 - 7 Abril, 1989. p. 125 - 129.
5. **VILLALBA, G. D. A.** Evaluación del efecto del endosulfan sobre la broca del fruto del café en frutos brocados. In : Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Disciplina de Entomología, Chinchiná (Colombia). Informe Anual de Labores, Octubre de 1991 - Septiembre de 1992. Chinchiná (Colombia). CENICAFE, 1992. P.V.

**SIMPOSIO MIP
FLORES**

MANEJO INTEGRADO DE ACAROS EN CULTIVOS DE FLORES

Alfredo Acosta

Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia.

Apartado Aéreo 14490, Santafé de Bogotá.

INTRODUCCION

Este escrito se elaboró sobre la base de: algunos artículos ya publicados, resultados de trabajo de investigación inéditos, además de conocimientos y experiencias particulares acerca del comportamiento de los ácaros del género *Tetranychus*, que son de utilidad, dentro de un manejo integrado.

Las especies de ácaros de importancia económica mas frecuentes, presentes en los cultivos de flores de Colombia, son *Tetranychus urticae* Koch. y *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (acariformes: Tetranychidae). Las colonias de estas dos especies se encuentran en el envés de las hojas, donde pueden pasar desapercibidos por algún tiempo (2 a 4 días) y los síntomas que delatan su presencia, son la aparición de puntos o manchas cloróticas visibles por la haz del follaje, o posteriormente, la presencia de telaraña.

Las especies citadas, por sus propios medios, solo se desplazan caminando, por lo tanto del foco inicial, que usualmente es una planta, pueden pasar a las plantas vecinas, si existen contactos entre estas. Evolutivamente los ácaros de la familia Tetranychidae han desarrollado la posibilidad de producir telarañas, que tejen para defender sus poblaciones sobre las superficies vegetales (en el envés del follaje), pero a la vez, les son útiles como mecanismos de dispersión a nuevas áreas, ya que las telarañas pueden ser llevadas con mucha facilidad de un sitio a otro, por el viento, insectos, aves y el hombre entre muchas otras posibilidades.

En la mayoría de los casos, a partir de una hembra o de algunos pocos individuos, que inician un foco sobre una planta, en el transcurso de dos a tres semanas (normalmente), logran aumentar su progenie abarcando un grupo de plantas, de tal manera que después de algún tiempo, ya hay nuevas y abundantes telarañas, mediante las cuales, los ácaros se descuelgan mas fácilmente pasando con rapidez de una planta a otra o, pueden ser llevados (transportados), por

algún agente biótico o abiótico, como ya se mencionó, a sitios cercanos o distantes, donde nuevamente iniciarán focos.

MANEJO CULTURAL

Cuando este manejo se hace a conciencia, funciona como un manejo preventivo o profiláctico; para el caso de las flores de corte producidas en Colombia, esta es una medida de mucha importancia, a lo largo de todo el tiempo del cultivo. Dependiendo del conocimiento del área cultivada (presencia de los focos de ácaros) además de la disciplina y buen criterio con que se realicen las diferentes labores se evitará significativamente la dispersión de la plaga, mientras se logren dirigir medidas de control, sobre los focos de ácaros, antes que estos se dispersen.

A través de las observaciones realizadas en varias zonas, desde finales de la década 1970-1980 hasta el presente, los problemas ocasionados por plagas de *T. urticae* y *T. cinnabarinus*, de mayor incidencia e importancia económica, se han registrado en las fincas donde hay rotaciones de personal a través del día, y han sido mucho mas graves los problemas cuando se han registrado rotaciones de personal entre diferentes fincas en un mismo día.

En general se puede contar con cultivos mas sanos cuando el personal, es responsable de un área y además, está entrenado para reconocer los ácaros oportunamente, no solo por su presencia, sino también por los síntomas dejados sobre las plantas; pero que además dediquen su tiempo de trabajo de las primeras horas del día a las áreas jóvenes y sanas del cultivo, dejando para las horas finales del día las labores en áreas de plantas de mayor edad o que han sido marcadas como infestadas. Con estos consejos y el buen criterio del personal (entrenado o capacitado) se evitará, la dispersión de los focos, y por consiguiente será mas fácil manejar los focos ejerciendo sobre ellos un control determinado, resultando mas eficiente y económico un control dirigido que el efectuar controles generalizados sobre toda el área cultivada.

Algunas labores culturales como el manejo de malezas, se debe hacer oportunamente, debido a que, además del perjuicio que estos le puedan causar al cultivo por su presencia, también pueden albergar ácaros en proporciones considerables, incluso proporcionando poblaciones mas abundantes de ácaros que los que se podrían multiplicar sobre el cultivo de clavel; un ejemplo registrado, es el de la maleza *Trifolium repens* L. comparada con otras malezas, proporcionaron

diferentes densidades de población de *T. cinnabarinus*, en tiempos diferente (Luna y Acosta, 1987).

La revisión periódica de la infraestructura es una labor que en muchos casos no se realiza, pero cuando es realizada, aunque sea con una periodicidad baja, ayuda mucho en el control oportuno de poblaciones de ácaros, ya que un control químico dirigido sobre: cuerdas, columnas, varas y postes de madera; carretillas, plásticos, alambres y utensilios en general, se evitan reinfestaciones. Algunos resultados como los registrados por Acosta (1992), (tabla 1.), han mostrado presencia de ácaros sobre diferentes estructuras, después de una infestación del cultivo, sugiriendo la importancia del control esporádico pero oportuno en dichos sitios.

TABLA 1. Cantidad promedio de ácaros (*T. cinnabarinus*) encontrados sobre diferentes materiales, bajo condiciones de invernadero, durante época de verano (n = 21; 21 repeticiones), sabana de Santafé de Bogotá. Las cantidades indican promedios de lecturas de 3 años (tomado de Acosta, 1992).

MATERIALES	NUMERO DE ACAROS
Hojas de clavel	27,440 a*
flores de clavel	23,117 b
Encordado para soporte de plantas	2,669 d
columnas	2,491 d
Cuerdas (de diferente tipo)	1,893 de
Travesaños	1,535 e
Postes	0,855 e

* Numeros seguidos por diferente letra indican que hay diferencias significativas al nivel del 0,05.

El cuidado con el traslado de equipos y objetos en general, también puede evitar el traslado de ácaros a sitios que no estaban infestados anteriormente, a menudo se pueden encontrar telarañas con ácaros sobre lonas, equipos de fumigación, e incluso mangueras, que aunque se vean embarradas, después de arrastrarlas por varios sitios pueden estar trasladando ácaros de un sitio a otro.

Durante la cosecha, que es una labor donde las personas están en contacto directo con las plantas, después de revisar el vestido, pueden encontrarse ácaros caminando por cualquier parte (incluso en la parte de la espalda) y siendo mas rigurosos con la inspección, pueden registrarse ácaros en anteojos o en el cabello, lo que sugiere que después de la cosecha es indispensable el baño y cambio de ropa antes de realizar mas labores ese mismo día.

El manejo y acumulación de desechos debe ser una labor que se realice con los mismos cuidados ya sugeridos; cuando los residuos son dejados en el lote, en la medida que el tejido vegetal se va secando, los ácaros lo abandonen y se desplazan caminando hasta alcanzar plantas de malezas o del cultivo, para iniciar colonias nuevas. En otros casos los residuos de cosecha pueden ser retirados, pero si los basureros o botaderos no se manejan adecuadamente, pueden convertirse en focos de propagación; a partir de un botadero, las telarañas y ácaros pueden ser llevados de nuevo hasta las plantas del cultivo, por insectos, por aves e incluso por roedores.

MANEJO FISICO

En este tipo de manejo influye también el conocimiento previo de áreas infestadas o la localización (sitios marcados), de los focos para evitar su desplazamiento. Entre áreas muy infestadas vecinas de áreas "libres" de ácaros. En algunos casos ha resultado positivo el uso de bandas de plástico untadas de aceite; en otros casos las zanjas con agua (cuando es posible) entre invernaderos o entre fincas. han resultado como barreras favorables, impidiendo en gran parte el paso de ácaros. La reparación oportuna de los plásticos de los invernadero, evitan la llegada de trozos de telaraña con ácaros u otros objetos transportados por el viento.

Las experiencias sugieren que, el lavado y el barrido periódicos (entre otras labores), de las áreas libres de plantas, también ayudan a impedir los "puentes de paso" de ácaros entre plantas de cultivo distantes.

El riego por aspersión que solo se hace durante ciertas etapas del cultivo (especialmente etapas tempranas), puede disminuir en un buen porcentaje, las poblaciones de ácaros, pero no de una manera significativa.

MANEJO VARIETAL

Aunque los profesionales dedicados al cultivo de flores en nuestro país, reconocen variedades o cultivares susceptibles o tolerantes al ataque de ácaros, este es un manejo, que prácticamente no se hace. Para los fitomejoradores y para los productores de flores, es mas importante el color, el rendimiento productivo y la belleza en general, antes que las características genéticas y "arquitectónicas" de la planta, que la hagan mas tolerante a daños sanitarios causados por artrópodos o por enfermedades. Por lo anterior no se han encaminado esfuerzos significativos, para saber cuales son los mecanismos de resistencia que le permiten a algunas plantas, tolerar el ataque de ácaros; que principalmente podrfan ser características físicas, químicas o morfológicas.

MANEJO BIOLÓGICO

Hasta el presente, solo un porcentaje pequeño de empresas, han dedicado esfuerzos y han probado el Manejo Biológico para evitar o bajar poblaciones de ácaros; dicho manejo es posible durante las primeras etapas (primeros meses), del cultivo, para las flores que se exportan con follaje, o por períodos de tiempo mayores, cuando la flor se comercializa sin follaje. La oportunidad que se le brinda al manejo biológico, permite usar menor cantidad de agroquímicos, por algún tiempo, evitando el desarrollo de mayor resistencia de las poblaciones de ácaros a los acaricidas y, a la vez permitiendo una dilución aunque sea parcial de dicha resistencia.

En Colombia se han registrado especies de artropodos que ayudan al hombre en el control o manejo de plagas de *Tetranychus* spp., entre ellos se pueden citar como los más importantes: Neurópteros de las familias Emerobiidae y Chrysophidae, Coleópteros de las familias Coccinellidae y Staphiliidae, Hemípteros de la familia Anthocoridae y ácaros nativos de la familia Phytoseiidae.

A nivel mundial el enemigo natural mas promisorio, usado para el control de ácaros del género *Tetranychus*, es el ácaro *Phytoseiulus persimilis* A.H.T. (Acariformes: Phytoseiidae), el cual ha sido probado en la Sabana de Bogotá, en innumerables oportunidades a lo largo de casi dos décadas sin éxito, pero en la actualidad existen esperanzas mas cercanas, ya que por

primera vez esta especie se ha estado adaptando a las condiciones locales en el "Centro de Investigación y Asesorías Agroindustriales" localizado en Chfá (Cundinamarca), se espera que los profesionales del citado centro oficialicen buenas noticias de los logros que tengan o puedan tener.

MANEJO QUIMICO

Este es el tipo de manejo, en el cual los responsables de la empresa floricultora colombiana, han tenido mayor experiencia, movidos especialmente por las normas fitosanitarias portuarias, establecidas por el ICA en nuestro país y por instituciones similares en otros países, que exigen, ausencia de la plaga en el material vegetal que se movilice internacionalmente. En la actualidad es cada vez mas numeroso el grupo de asociaciones y similares dedicados al estudio ecológico y a la defensa ambiental que se están interesando en conocer y analizar, como funciona el mercadeo internacional de vegetales, en algunas partes no hay claridad acerca de su pensamiento y de sus posiciones frente al mercado mundial de flores.

Aunque las pruebas de eficiencia de acaricidas que se han realizado bajo condiciones de laboratorio esporádicamente, no se pueden extrapolar al comportamiento bajo invernadero, deberían repetirse periódicamente con el fin de estudiar y monitorear la evolución de la resistencia de los ácaros a los productos acaricidas (podría ser cada año o cada dos años); simultáneamente se deberían efectuar pruebas de eficiencia de productos con las pruebas del cubrimiento real proporcionado por las distintas marcas y características de los equipos de aspersión, con el propósito de lograr mas conocimientos y realizar correctamente las labores evitando fallas operacionales que afectan el efecto sobre la plaga. Logrando lo citado anteriormente se pueden recordar, sugerir o recomendar, otros detalles como: deben usarse las dosis recomendadas por el distribuidor de cada producto y tener en cuenta la frecuencia de aplicación recomendada; hacer rotación correctas de productos, teniendo en cuenta que al rotar, se este cambiando de grupo químico y de modo de acción del acaricida sobre los ácaros, de tal manera que no nos encarguemos de crear o acelerar procesos de resistencia de ácaros a los productos utilizados para su control, se debe evitar en lo posible, el uso de mezclas de productos con un mecanismo de acción idéntico (el mismo grupo químico).

Se ha observado que, algunos productos tienen una acción "rápida" y controlan individuos, especialmente estados móviles, pero antes de que las hembras alcancen la muerte debido a la

"irritación causada" (o molestias), colocan todos los huevos que tengan disponibles en períodos cortos de tiempo (en pocas horas), de manera que a la siguiente semana aparecen grandes poblaciones, con síntomas de daños graves visibles sobre las plantas. Lo anterior sugiere, que al detectar este fenómeno, en la siguiente aplicación se debe utilizar un producto que tenga acción ovicida.

Como estrategia de gran utilidad dentro del control químico, se debe tratar al máximo de hacer las aplicaciones oportunamente en los focos iniciales y antes de que la plaga se "generalice" en el cultivo; dirigir las aplicaciones a las áreas infestadas (previamente marcadas por los operarios), evitando el énfasis en toda el área cultivada, sin omitir sitios infestados diferentes a plantas. El uso de volúmenes de agua adecuados y con presión adecuada, permitirán desperdicios menores, y un tamaño de gota adecuado, con lo cual se alcanza más fácil el envés del follaje por el fenómeno de redistribución; en muchas ocasiones es necesario dirigir las boquillas de abajo hacia arriba, para alcanzar más fácilmente las colonias de ácaros que siempre están en el envés, intentando romper o impregnar las telarañas; de acuerdo con resultados recientes es allí donde se encuentra un porcentaje muy alto de la plaga (Tabla 2.).

TABLA 2. Porcentaje de adultos de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) sobre las dos caras del follaje de rosa (*Rosa* sp.), bajo invernadero, durante las horas de la mañana (lecturas realizadas durante 35 días; n=35 hojas), (Santafé de Bogotá, 1995).

CARA DE LA HOJA	HORAS			
	6 a.m.	8 a.m.	10 a.m.	12 m.
porcentajes de adultos encontrados				
HAZ	12	8	1	0
ENVES	86	92	99	100

Aunque las poblaciones de estos ácaros están conformadas por generaciones superpuestas, siempre se deben alternar productos que controlen tanto adultos como estados móviles, con productos que tengan alguna acción sobre los huevos y posiblemente sobre estados quiescentes,

es necesario hacer énfasis y lograr buen cubrimiento en el tercio medio que es donde se encuentra, la mayor población de estos ácaros (Tabla 3.).

TABLA 3. Porcentaje de ácaros, adultos y ninfas+larvas, de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval), presente en cada tercio de plantas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) a libre exposición, durante las horas de la mañana (lectura hecha durante 35 días, n=35 plantas, promedio de 3 hojas por cada tercio), (Santafé de Bogotá, 1995).

TERCIO DE LA PLANTA	% INDIV.	HORAS DE LECTURA			
		6 a.m.	8a.m.	10 a.m.	12 m.
INFERIOR					
adultos	8	10	9	8	
larvas+ninfas	25	25	26	25	
MEDIO					
adultos	63	60	56	64	
larvas+ninfas	45	44	43	41	
SUPERIOR					
adultos	29	30	35	28	
larvas+ninfas	30	31	31	36	

Dentro del control químico es necesario recurrir a productos que han dejado de ser utilizados, pues aunque no manifiesten ser muy eficientes, son de gran utilidad dentro de las "rotaciones", con el propósito de retardar la creación de resistencia (selección), de estos ácaros a los acaricidas mas nuevos. También es conveniente probar y utilizar "detergentes acaricidas" fabricados a partir de aceites de origen vegetal. Es importante anotar, que para las pruebas de eficiencia de los acaricidas, se deben hacer las lecturas (evaluaciones de su efecto) hasta las 144 horas después del momento de la aplicación.

CONTROL LEGISLATIVO

La presencia de ácaros sobre las flores que se exportan debe ser cero (0), este estado de ausencia de plaga, ha sido impuesto por las normas de fitosanidad internacional, que se ejecuta en los puertos de salida o de llegada.

Además del ICA, han participado entidades similares de otros países, aunque existen cambios promovidos por: diferentes gobiernos, asociaciones de importadores, asociaciones y grupos ecológicos o de defensa ambiental, que se han conformado en muchos países últimamente.

EL MONITOREO

La experiencia de los profesionales y cultivadores en general, ha permitido ver, que las empresas que dedican tiempo y personal, al reconocimiento y marcaje eficiente de diferentes problemas fitosanitarios, son las que han tenido los menores problemas, a través de muchos años y difícilmente, han sido sorprendidas por brotes de plagas de gran incidencia económica; de manera que los manejos que han ejecutado son mas oportunos y, el costo de los mismos no ha sido exagerado, como el caso de algunos pocos sitios, donde no se hacen monitoreos y las decisiones de manejo o de control se toman cuando el problema ya es muy fuerte y difícil de manejar.

MUESTREO

La experiencia, basada en resultados de varios trabajos realizados, permiten recomendar, como cantidad suficiente, y confiable, cuando la plaga esta establecida de forma endémica en el cultivo, el muestreo de tres camas por nave tomando de cada una de ellas tres o cuatro plantas de las cuales se evalúan tres hojas o foliolos (uno del tercio inferior, uno del tercio medio y otro del tercio superior), para un total de 27 o 36 hojas (o foliolos) por nave; leyendo con la ayuda de un estereoscopio de una lupa de 10 aumentos: número de huevos, número de larvas, número de ninfas (móviles más quiescentes) y número de adultos. Se recomienda leer siempre, la misma área de cada hoja (entre 1 y 2 cm²).

El mismo muestreo es recomendado, para el caso de ataques iniciales y podría servir para tomar la decisión de hacer o no la aplicación de acaricidas en los focos.

REFERENCIAS CITADAS

- 1- Acosta, Alfredo. 1992. DISPERSION MECHANISMS OF CARMINE SPIDER MITE ON CARNATION CROPS AT SANTAFE DE BOGOTA PLATEAU. Revista, Acta Horticulturae. ISHS, Netherlands. 307: 123 - 130.
- 2- Luna, Diego y Alfredo Acosta. 1987. EVALUACION DE LA DISTRIBUCION POBLACIONAL DEL ACARO *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) EN CLAVEL (*Dianthus caryophyllus* L.). Revista, Agronomía Colombiana. IV (1-2): 43-56.

ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS QUIMICAS DE LOS INSECTICIDAS DE ORIGEN VEGETAL EN EL CONTROL DE PLAGAS

Bárbara Moreno-Murillo

Departamento de Química, Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia A.A. 043087 Santafé de Bogotá

El desarrollo económico de diversas regiones de nuestro país, entre ellas la Sabana de Bogotá, está estrechamente vinculado a los cultivos de productos de exportación tales como el café, las frutas y las flores; la floricultura es una actividad de gran importancia económica en el sector agrícola por ser fuente de empleo y generadora de divisas. (Cuadro 1) La implementación de la tecnología extensiva en especies de flores de diverso origen tanto nativas como introducidas, ha exigido como complemento el control químico de las diferentes plagas que atacan cada una de ellas incluidos hongos, bacterias e insectos que causan grave deterioro a los productos afectando su calidad final, su precio y su comercialización. Hace algunos años, los plaguicidas de origen sintético de amplio espectro como el DDT, los derivados organoclorados, organofosforados, piretroides y carbamatos entre otros, se consideraron como una solución a los graves problemas epidemiológicos que afectaban las comunidades en su momento, sin embargo la utilización indiscriminada de estas sustancias ha producido consecuencias graves en salud pública, medio ambiente, suelos, aguas y fauna benéfica, entre los que sobresale la generación de factores de resistencia en los insectos-plagas, en los hongos, así como serios problemas sanitarios en diversos niveles de la cadena trófica.

Cuadro 1

Participación Porcentual de las Importaciones de Flores al Mercado de Estados Unidos Procedentes de Colombia

Flores	1990	1991	1992
Alstroemeria	94.46	96.11	96.76
Clavel	95.95	96.15	96.64
Crisantemo	78.45	82.80	81.39
Gypsophila	37.26	41.36	39.59
Pompón	86.25	87.15	87.68
Rosas	68.61	70.15	69.59
Clavel miniatura	79.95	79.02	88.45
Estatice	38.62	44.37	42.99
Margarita	19.62	4.114	0
Gerbera	73.05	81.44	82.79
Fresia	4.55	6.01	6.10

Fuente : USDA Ornamental Crops, Depto Sistemas ASOCOLFLORES

La interacción planta-insecto se puede analizar desde diversos puntos de vista: uno de estos es la respuesta de la planta a la acción de la plaga, la cual se manifiesta en varios mecanismos defensivos, morfológicos o químicos y otro es el efecto de las plantas y sus productos metabólicos sobre los diversos estados de desarrollo del insecto. La aparición de los denominados factores de resistencia a los pesticidas convencionales, en las plagas que afectan los cultivos florales exige la utilización de productos cada vez más tóxicos, dosis mayores y más frecuentes o sustancias con nuevos modos de acción, lo cual contribuye al deterioro general del entorno ecológico y finalmente no es una solución que permita obtener mejores rendimientos económicos. Lo anterior conlleva a incrementar los esfuerzos en la búsqueda sistemática de medidas de control alternativas; uno de los campos más promisorios para la investigación es reevaluar la potencial eficiencia de productos fitoquímicos para el control de insectos.^[1,5] Así por ejemplo Isman y otros investigadores han demostrado, que el producto natural conocido como azadirachtina, presente en el aceite del árbol del paraíso (neem), afecta el comportamiento de varios estados de desarrollo de numerosas especies de insectos del orden Lepidoptera, el cual actualmente se obtiene en forma comercial^[6].

Los objetivos primarios de nuestra investigación son determinar, evaluar e identificar los principios activos con potencial actividad insecticida, presentes en especies nativas colombianas, y proponer formas de aplicación eficientes, menos contaminantes y más seguras. La industria de las flores se ve afectada por varias especies de hongos, thrips, áfidos, mosca blanca, minadores y ácaros, entre otros; dentro de los insectos que afectan con mayor insistencia los cultivos, están los áfidos, los cuales causan grandes pérdidas en cultivos de rosas, claveles, pompones y otras flores de exportación, bien sea como pestes directas o como vectores de agentes patógenos; las epidemias de virus de transmisión no persistente, son las más difíciles de controlar debido a los cortos períodos de adquisición e inoculación de los áfidos alados, los cuales se distribuyen ampliamente y llegan a la superficie de las plantas en respuesta a estímulos visuales y olfativos; el áfido inserta su estilete en el tejido subepidérmico y chupa la sabia de la planta por el canal del estilete donde están los quimiorreceptores, si la planta es agradable al insecto se continúa el proceso, de lo contrario, el áfido cambia de planta; este corto tiempo es suficiente para la transmisión de diversos virus, por especies o agentes transitorios y los insecticidas corrientes son ineficientes para controlar la dispersión de la plaga. Así, se requiere de una estrategia que limite el acercamiento del áfido a la planta y la prueba del floema, por efectos repelentes o similares^[6].

Las plantas, en su proceso evolutivo, han desarrollado innumerables barreras fisicoquímicas que pueden aprovecharse como insecticidas, antiapetentes, disuasivos de alimentación y oviposición, reguladores de crecimiento, repelentes, atrayentes, etc. Los insecticidas botánicos son productos naturales de las plantas pertenecientes al grupo de los llamados metabolitos secundarios, los cuales cumplen diversas funciones a nivel de género y especie, e incluyen numerosos alcaloides, terpenoides (clerodanos, iridoides), esteroides (whitanólidos, limonoides), derivados fenólicos y otros compuestos menores como amidas, tiofenos, cromenos, cumarinas entre otros.

A manera de ejemplo se incluyen trabajos realizados con algunas especies del género *Ajuga* (Labiatae) caracterizadas por la presencia de diterpenos tipo clerodano y fitoecdisteroides con potencial actividad antialimentaria y de hormona de muda, varios clerodanos son activos contra larvas del gusano trozador *Spodoptera littoralis* cuando se aplica en dietas a dosis de 3 ppm; larvas neonatas de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, presentaron mortalidad total cuando se alimentaron con *A. reptans*, efecto originado por la presencia de ajugalactona y 29- norsengosterona, 2 fitoecdisonas presentes en ésta especie^[7]. Una muestra de aceites esenciales obtenidos de 31 especies pertenecientes a las familias Labiateae, Umbelliferae, Rutaceae, asteraceae y otras se probaron contra adultos de *Sitophilus orizae* presentando retardo en la reproducción, crecimiento y toxicidad fumigante^[8]. El árbol del ginkgo (*Ginkgo biloba*) es el más antiguo árbol viviente, y debe su longevidad al menos parcialmente, a su excepcional resistencia a pestes y microorganismos patógenos; reportes previos sugieren que éste árbol contiene sustancias tóxicas y repelentes a insectos y gorgojos, además presenta escasa herbivoría por parte de numerosos insectos polívoros; extractos de hojas pulverizadas mostraron actividad antialimentaria contra larvas de *Pieris Brassicae*, algunas fracciones son inhibitorias de la ingesta de alimento y otras fueron repelentes a niveles de 25 a 50 ppm; diversas pruebas electrofisiológicas mostraron que éstos extractos estimulan los quimiorreceptores repelentes y los compuestos aislados presentaron efectos antialimentarios para las especies *P. brassicae* y *P. rapae*.^[9]

METODOLOGIA

La parte experimental se desarrollo de acuerdo a las siguientes etapas: Selección del material, secado y molienda, elaboración de los extractos en solventes como: éter de petróleo, etanol, acetato de etilo y agua; concentración y evaluación de los extractos a través de bioensayos simples^[10], de contacto, de ingestión, con dietas natural y artificial, fototoxicidad^[11] de no elección, de libre elección, etc.; fraccionamiento cromatográfico sistemático guiado por bioensayos para localizar las fracciones activas; purificación, identificación y valoración de los principios activos aislados y posterior aplicación en pruebas de invernadero y campo.

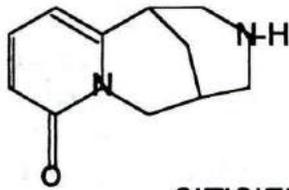
RESULTADOS PRELIMINARES

Colombia posee una gran biodiversidad y se calcula que de un potencial de 400.000 especies vegetales solo se han estudiado desde el punto de vista fitoquímico, cerca del 10%, por lo tanto se dispone de una gran cantidad de material de trabajo. De acuerdo a información bibliográfica y etnobotánica, así como a su uso tradicional, se han realizado estudios y se presentaran resultados obtenidos con especies nativas pertenecientes a varias familias tales como Solanaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Berberidaceae, Clusiaceae, Verbenaceae y Fabaceae entre otras; a esta última pertenece la especie *Dalea caerulea* conocida como "chiripique" y utilizada para espantar pulgas y otros insectos de viviendas rurales.

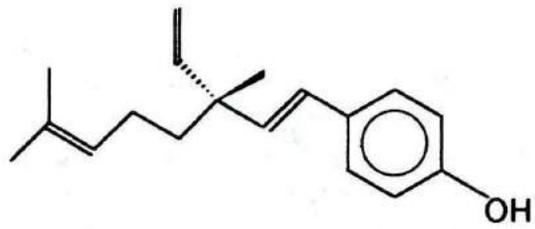
La evaluación de los extractos etéreos y su separación cromatográfica guiada por bioensayos en Laboratorio, condujo a la separación e identificación de 4 flavanonas preniladas y dos fracciones muy activas como larvicidas y pupicidas, sobre varias clases de insectos (*Musca domestica*, *Spodoptera sunia* y *Macrosiphum rosae*), fracciones constituidas por sesquiterpenos y sesquiterpenoles, algunos identificados por Cromatografía de gases (CG) y Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (GC-EM)^[12,13], actualmente en proceso de evaluación en campo.

Entre los minadores de follaje, los causantes de mayores pérdidas son *Liriomiza huidrobensis*, y *L. trifolii*, los cuales afectan cultivos tales como rosa, clavel, crisantemo, *Gipsophila paniculata* (ilusión), dalias y otros; la necesidad de alternativas ha orientado los esfuerzos hacia el Control integrado de Plagas (MIP) y sus diversas estrategias y tácticas culturales entre las cuales se incluye el control con insecticidas de origen vegetal.^[14] Lancheros y colaboradores seleccionaron las más promisorias en propiedades aleloquímicas de un grupo de 14 especies para alomonas y de 9 especies para cairomonas sobre el minador *L. huidrobensis*, mediante cuantificación de mortalidad, daño y determinación de la actividad aleloquímica de los extractos, observándose los mejores resultados con las 4 especies: *Eucaplitus globulus*, *Rosmarinus officinalis*, *Stellaria media* y *Galindoga parviflora*, utilizando como solventes agua y etanol al 95% y aplicando los extractos en cuatro fases definidas por el momento de aplicación del extracto^[15].

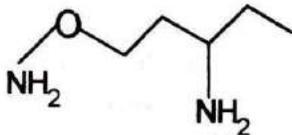
La familia Solanaceae de amplia distribución pantropical produce alimentos, sustancias de aplicación industrial y posee géneros de diversa actividad; el tomate *Lycopersicon esculentum* de notable importancia económica se continúa estudiando bajo diversos aspectos, tales como generación de factores de resistencia, se ha establecido su mapa nuclear de cromosomas, y es útil para los bioensayos, frente a *Heliothis zea* y otros Lepidoptera, que atacan además maíz, algodón y soya. En un estudio exploratorio con varios géneros de esta familia (*Lycopersicon*, *Solanum*, *Capsicum*, *Nicotiana*, *Physalis*, *Petunia*, *Brugmansia*, *Cyphomandra* y *Salpiglossis*), se observó la presencia de factores inhibitorios de crecimiento, efecto más pronunciado en larvas neonatas, donde la mortalidad fue mayor, así como la desviación del desarrollo comparado con los controles fue mas severa.^[16] Las especies del género *Physalis* mostraron factores de resistencia adicional a la del tomate, de naturaleza química, demostrado por el análisis fitoquímico y la incorporación de los componentes en dietas artificiales y se determinaron los valores de dosis efectiva al 50% (DE₅₀) que reduce el peso al 50% del valor del control. Las sustancias activas son de carácter polar, presentaron efecto inhibitorio relevante a concentración de 100 ppm, asociado a la presencia de derivados de tipo withanolidos, lactonas esteroidales características del grupo, enlazadas a varias unidades de azúcares cuya identificación se encuentra en proceso de estudio; uno de los constituyentes se conoce como 4,β-hidroxi-withanolido E, reportado previamente como insecticida^[17,18]



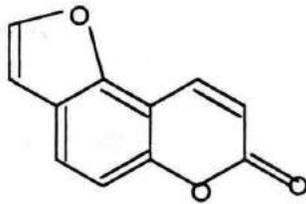
CITISIENE



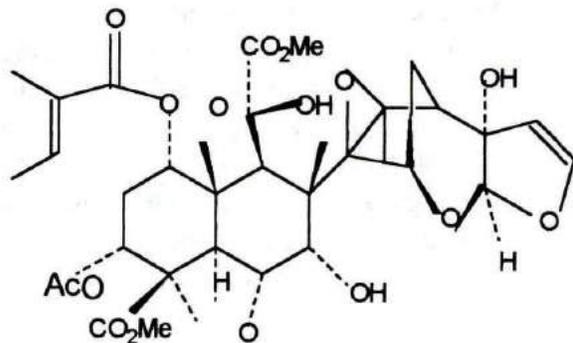
BAKUCHIOL



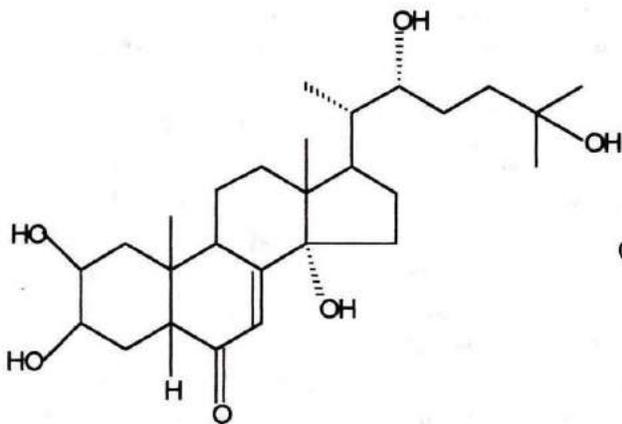
L-CALANINA



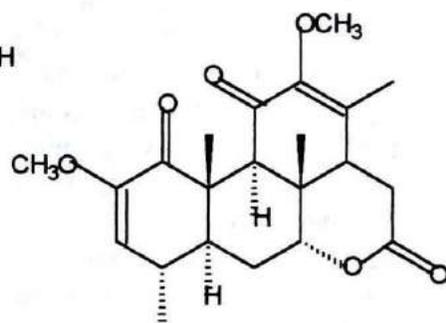
BAKUCHICIN



AZADIRACHTINA



ECDISONA



QUASSINA

REFERENCIAS

- 1 - GRAINGE, M & AHMED, S. (1988) **Handbook of Plants with Pest Control Properties**, New York, John Wiley & Sons. pp 43-373.
- 2 - ALKOFABI, A., RUPPRECHT, J.K., ANDERSON, J.E. MCLAUGHLIN, J. L. & SCOTT, B. (1989) Search for New Pesticides from Higher Plants In **Insecticides of Plant Origin**, Arnanson, J. T. , Philogene, B. J. and Morand, P. Eds. , ACS., Symposium Series 387, Washington D.C. 25- 43.
- 3 - SECOY , D.M. & SMITH, A. (1983) Use of Plants in Control of Agricultural and domestic Pests. **Economic Botany** 37, 28-57.
- 4 - HEAL, R. ROGERS, E.F., WALLACE, R. .T. & STARNES, O. (1950) A survey of Plants for Insecticidal Activity. **Lloydia** 13, 89-162.
- 5 - JACOBSON , M. (1986) ACS Symposium Series 296 American Chemical Society Washington DC 220-232.
- 6 - HUNTER ,W., B. & ULLMAN, D. E. (1992) Effects of the neem product, RD-Repelin on setting behaviour and tranmission of yellow mosaic virus by the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). **Ann. appl. Biol.** 120, 9-15.
- 7 - CAMPS, F. & COLL, J. (1993). Insect Allelochemicals from *Ajuga* Plants. **Phytochemistry** 32, 1361.
- 8 - SINGH, D., SIDDIQUI, M. S. & SHARMA, S. (1989) Reproduction Retardant and Fumigant Properties in Essential Oils Against Rice Weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Wheat. **Journal of Economic Entomology**, Vol. 82 , 3 , 727.
- 9 - FU-SHUN, Y., EVANS, K.A., STEVENS, L. H., VANBECKT, A. & SCHOONHOVEN, L.M. (1990) Deterrents Extracted from the Leaves of *Ginkgo biloba*: Effects on Feeding and Contact Chemoreceptors, **Entomol. exp. appl.** 54. 57-64.
- 10- FERRIGNI, N.R., MC LAUGHLIN, J. L., POWELL, R. G. & SMITH, C.R.(1984) - Use of Potato Disc and Brine Shrimp Bioassays to detect activity and isolate piceatannol as the antileukemic principle from the seeds of *Euphorbia lagascae*. **J. of Natrl. Prod.** 47, 347.
- 11 - ARNANSON, J. T., PHILOGENE, B. J., BERG, C., MACEACHERN, A., LEITCH, L. MORAND, P. & LAM, J. (1986) Phototoxicity of Naturally Occurring and Synthetic Thiophene an Acetylene Analogues to Mosquito Larvae. - **Phytochemistry** 25, 1609.
- 12 - ARANGO, B. A. (1994) Evaluación de la Actividad Insecticida y Estudio de Metabolitos presentes en Extractos de *Dalea caerulea* (Schinz & Theillung) Tesis M.Sc. Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá , pp.
- 13 - ARANGO, B. A. , GONZALEZ, G. J. (1995) Flavanonas Preniladas de *Dalea caerulea*, **Rev. Col. Quim.** 23 (2), 1.
- 14 - LUQUE, J. E. & GONZALEZ , E. A. (1995) Manejo Integrado del Minador (*Liriomyza huidrobensis*; Blanchard) en cultivo de pompón bajo Invernadero En: Memorias del Simposio Internacional "Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Floricultura" **ASOCOLFLORES**, Santafé de Bogotá.p 99.
- 15 - LANCHEROS U.M. (1994) Estudio de posibles Propiedades Aleloquímicas de cuatro especies vegetales y pruebas de trampas amarillas sobre *Liriomyza huidrobensis* (Blanchard) en *Gypsophila paniculata* L. Tesis Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, pp.
- 16 - WAISS, A.C., ELLIGER, C.A., HADDON, W. & BENSON, M. (1993) Insect Inhibitory Steroidal Saccharide esters from *Physalis peruviana* (Solanaceae) **J. of Natrl. Prod.** 56 , 1365.
- 17 - ELLIGER, C. A. & WAISS, A. C. (1989) Insect Growth Inhibitors from Petunia and other Solanaceous Plants. In: **Insecticides of Plant Origin** Arnason J. T., Philogene, B. J. & Morand P. Eds. American Chemical Society Symposium Series 387, Washington DC, 188-205.
- 18 - ASCHER, K., NEMMY, N., ELIYAHU, M., KIRSON, I., & GLOTTER, E. (1980) **Experientia** 36, 998.

**VIVENCIAS DEL MANEJO INTEGRADO DE *Liriomyza huidobrensis*
EN *Gypsophila paniculata* BAJO INVERNADERO**

Judith Sarmiento C.

Directora del Programa de Gypsophila en Flores La Valvanera Ltda.

A.A. 47325 Bogota.

En el manejo de la floricultura se distinguen dos etapas: la primera caracterizada por la utilización de productos de síntesis orgánica, quedando a un lado la **LUCHA BIOLÓGICA O LUCHA NATURAL**. Actualmente, por razones económicas, sanitarias y agronómicas, se este dando paso a la segunda etapa, donde se unen todos los medios de control, químico, biológico, mecánico y cultural que lleven a un manejo mas racional y acorde al medio ambiente. Esta nueva tendencia ha sido desencadenada por varios factores: aumento de la resistencia de las plagas a los químicos, legislaciones de los países compradores, que cada día son mas exigentes en lo que se refiere a la utilización de productos agroquímicos, dosis de residuos de pesticidas en los productos, toxicidad y contaminación al medio ambiente y elevado costo de los insumos químicos.

Dirigiendo nuestro esfuerzo hacia el manejo integrado de plagas, hemos venido trabajando desde hace ya varios años en una de las principales plagas de la floricultura, como es el minador del follaje ***Liriomyza huidobrensis*** (Dipt.: Agromyzidae) en ***Gypsophila paniculata* L.** (Cariophyllaceae), investigando diferentes aspectos como son su biología, fluctuación de la población, niveles de daño económico, monitoreo, enemigos naturales y manejo cultural.

Estos conocimientos nos han llevado a la implementación de un manejo integrado permitiendo tener un mejor control, disminuir los costos de aplicación mediante practicas menos nocivas y dentro de un limite económico viable.

Partiendo de los estudios básicos realizados sobre la biología del minador (Sarmiento y Saray 1986), la dinámica de población y el efecto de su manejo (Saray y Sarmiento 1988), se determinaron los niveles permisibles de la plaga y el numero óptimo de trampas para evaluar la plaga en el cultivo (Sarmiento 1990). Estos trabajos permitieron establecer una metodología para la implementación del MIP contra el minador.

En el presente trabajo quiero resumir los avances conseguidos en esta metodología de Manejo Integrado del minador y presentar los resultados de su implementación durante los últimos tres años.

MONITOREO DE TRAMPAS AMARILLAS

Los monitoreos directos de la población de minador, **Diglyphus**, trips, afidos y otras plagas se realizaron con tableros amarillos de 20 por 20 cm con adherente, divididos en cuadrados de 10 por 10 cm. El número de tableros, determinado de acuerdo al estudio estadístico realizado con los datos de monitoreo de los años 1988 y 1989 (Galindo, 1990), es de 2 tableros por cada 32 camas.

Los tableros son colocados hacia la parte media de cada media nave evitando que estén frente a las trampas de captura, a 60 cm del suelo. Las lecturas se realizaron tres veces por semana tomando en cada lectura un cuadrado de 10 por 10 y anotando el número de adultos de minador, **Diglyphus**, trips y afidos, los datos obtenidos se promedian para determinar el nivel de la población diaria y semanal determinando el tipo de control a realizarse.

Los niveles permisibles de infestación determinados de acuerdo a la edad de la planta y tenidos en cuenta para esta evaluación fueron:

Edad de la planta (semanas)	Niveles permisibles
1 - 6	< 2
7 - 12	< 4
13 - 24	< 8

MONITOREO DE PLANTAS

Semanalmente se monitoreo un 10 % de las camas a evaluar, anotando los datos de grado de infestación por puntos, minas, estrato afectado y nivel de infestación de la

planta en general, junto con estos datos se anota la presencia de otras plagas . De las camas a muestrear se recogen 10 hojas las cuales son llevadas a cámara húmeda y después de 4 días se hace el conteo de estados inmaduros. Para el monitoreo de plantas se establecieron los siguiente niveles permisibles dependiendo también de la edad de la planta.

Edad de la Planta (semanas)	Nivel permisible de Larvas
1- 6	< 0.3
7 -12	< 0.4
13 - 24	<0.6

MANEJO DE LAS POBLACIONES DE BENÉFICOS

Las poblaciones de benéficos existentes en forma natural dentro del invernadero y fuera de el, y que se vieron incrementadas especialmente al final del ciclo fueron trabajadas con jaulas de separación y liberación, recolectando las poblaciones de minador y Diglyphus con la aspiradora para luego pasarlas a las jaulas y llevarlas a otros sitios donde se requerían. Las jaulas están formadas de tubos de cartón de 30 cm de largo y 8 cm de diámetro con mallas de separación a los dos extremos. Este manejo se realizo a todo la largo de la evaluación.

MANEJO CULTURAL

Dentro del manejo cultural, se utilizaron las trampas de captura que consisten en tiras de plástico amarillos de 8 metros de largo por 40 cm de ancho, colocadas en forma de zig- zag a lo largo de la nave, ubicando 4 trampas por cada 32 camas a 80 cm del suelo.

Fuera de la utilización de trampas, se trabajo con aspiradoras diariamente. El tiempo de su uso dependió del grado de infestación de adultos. Otro aspecto importante ha tener en cuenta fue la deshierba y manejo de cortinas de los bloques cercanos.

El análisis realizado con esta metodología se realizó durante tres semestres, tomando como testigo el manejo convencional en el primer semestre de 1992.

CONTROL QUÍMICO

Para este control se utilizaron insecticidas usados comúnmente para el control de minador, tratando de utilizar los más selectivos y menos tóxicos para el **Diglyphus**, haciendo una rotación de acuerdo a su ingrediente activo y tipo de acción.

RESULTADOS

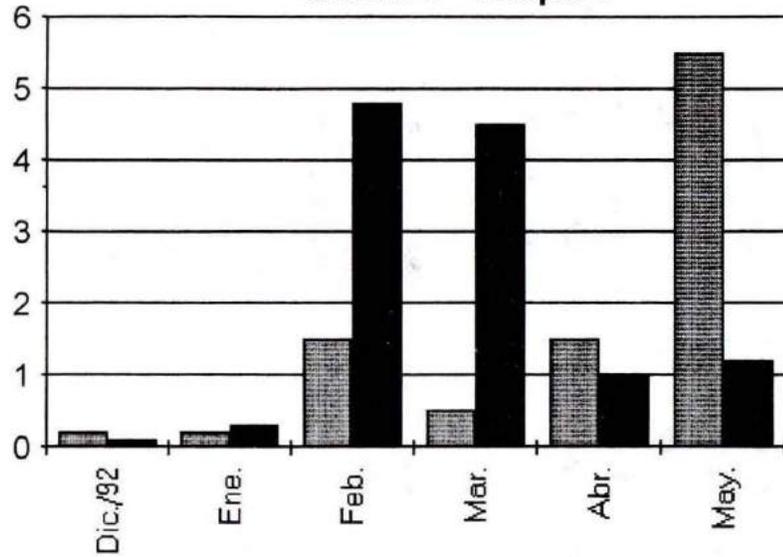
Comparando el costo total del minador por bloques (Tabla 1), donde se incluye mano de obra y costos de insumos se ve que los mayores costos se presentan en el primer semestre de 1992 que es el testigo, comparado con el segundo de 1992 donde se observa una disminución no significativa debida quizá al inicio de la implementación del sistema.

Al comparar con el primer semestre de 1993 para los bloques 5, 12 y 15 se observan diferencias significativas en todos los bloques llegando a reducir los costos en 49%, 71% y 37% respectivamente, lo que muestra las bondades del programa. En el bloque 12 se obtuvieron los mejores resultados debido a que los niveles de minador se mantuvieron dentro del rango permisible a lo largo del ciclo, lográndose obtener también los niveles más altos de la población de *Diglyphus* al hacer un control químico muy bajo. La relación parasitoide-minador fue de 3:1 (Tabla 1- Gráfica 3).

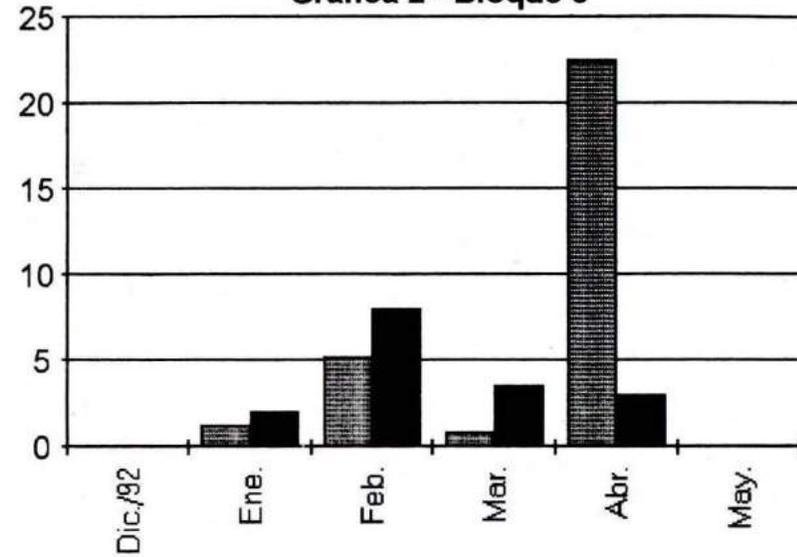
Observando los resultados de los otros bloques se ve que los costos están directamente relacionados con los niveles de la población de minador y otras plagas. En el bloque 4 los mayores costos se presentaron en marzo y abril concordando con el incremento de la población de trips en marzo y de minador en abril (Gráfica 1).

En el bloque 15 se observa claramente que los niveles se mantuvieron por encima de los permisibles lo que hizo necesario una mayor cantidad de aplicaciones para su control (Gráfica 4).

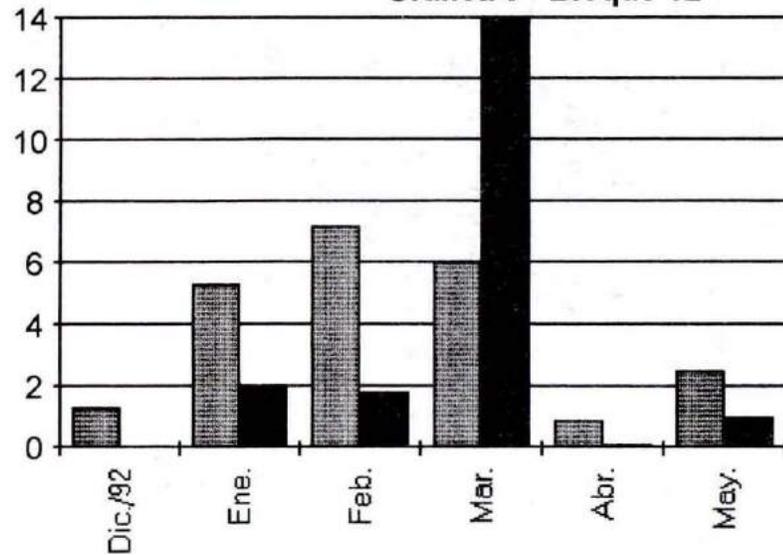
Grafica 1 - Bloque 4



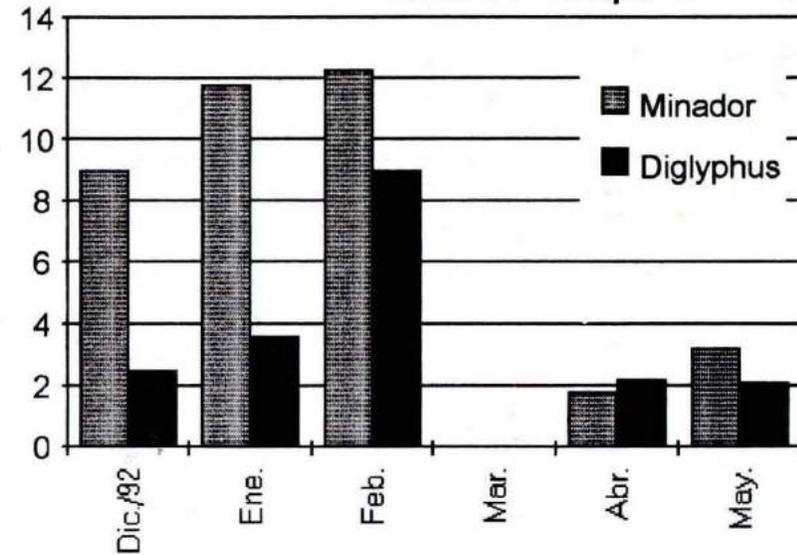
Grafica 2 - Bloque 5



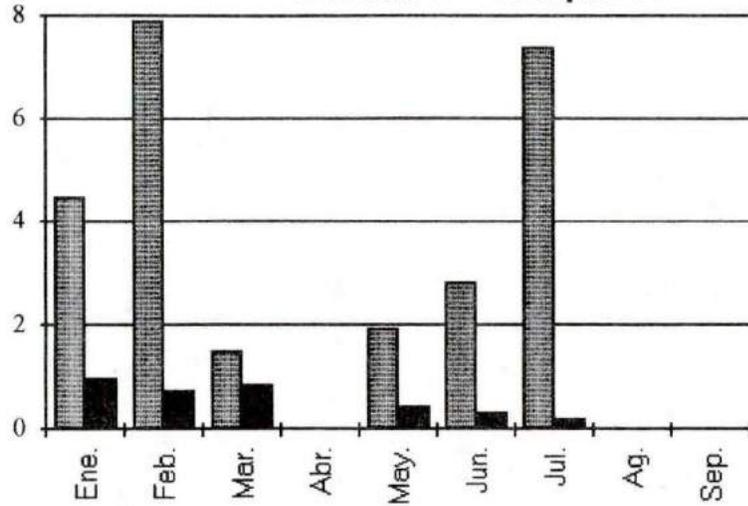
Grafica 3 - Bloque 12



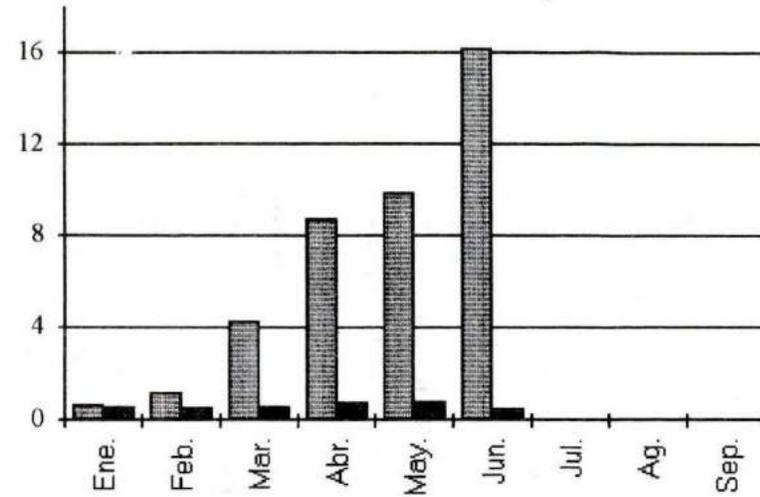
Grafica 4 - Bloque 15



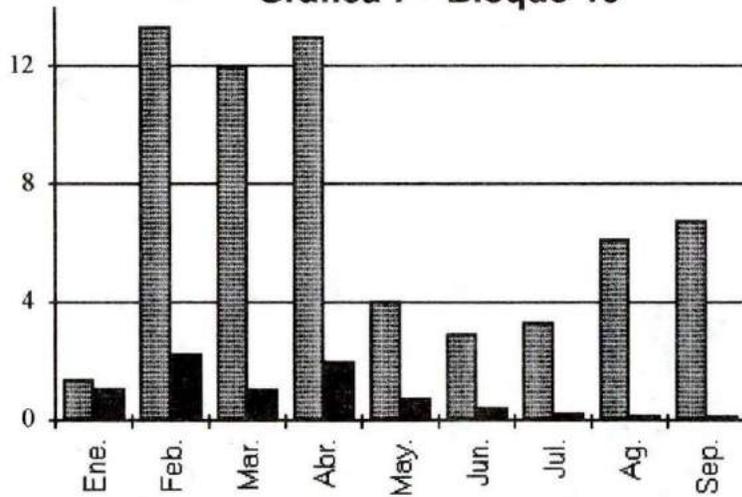
Grafica 5 - Bloque 14



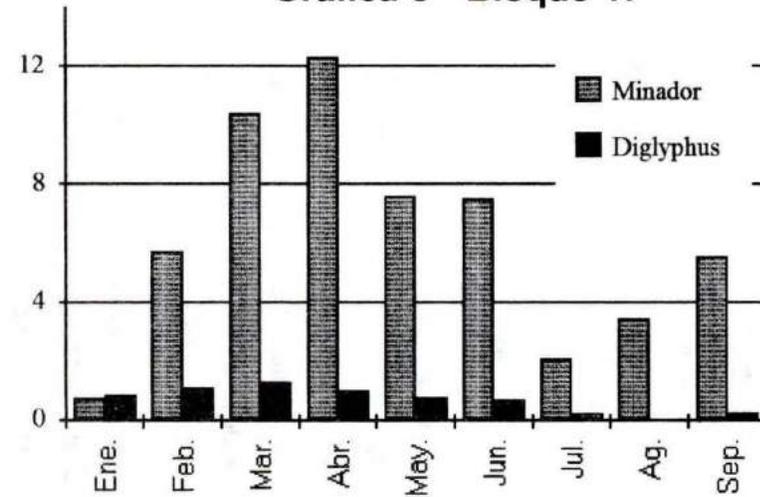
Grafica 6 - Bloque 15



Grafica 7 - Bloque 16



Grafica 8 - Bloque 17



FLUCTUACION DEL MINADOR Y DEL DIGLYPHUS EN GYPSOPHILA DURANTE 1994

Teniendo en cuenta los resultados anteriores podemos ver claramente las bondades del programa llegando a reducir los costos y aplicaciones hasta en un 45.7%.

Al ver los resultados del año 94 comparados con los del año 92 y 93 se observa que con respecto al 92 hubo una disminución en costos del 31% y con respecto al año 93 un incremento del 16% en el costo, esto posiblemente es una respuesta a la interrupción del programa hacia finales del año. A pesar de esto se siguen observando las bondades del programa (Tabla2).

Los resultados anteriores solo se pueden obtener implementando todos los medios propuestos ya que cuando alguno de ellos falla los resultados varían notablemente, llegando a tener incrementos en la población bastante drásticos cuando se interrumpe el manejo abruptamente, haciendo más difícil su control y llegando nuevamente a tener infestaciones que demeriten la calidad de nuestro producto, incremento en los costos y baja de la productividad.

Otro beneficio obtenido con la implementación del programa es la conservación y utilización de las poblaciones naturales de *Diglyphus*, las cuales se vieron favorecidas al bajar las aplicaciones de pesticidas.

Las poblaciones del controlador natural (*Diglyphus*) ayudaron a mantener las poblaciones de minador en los niveles permisibles, como se muestra en el bloque 12 (Gráfica -3), donde la relación parasitoide plaga fue de 3:1, lo que la hace un potencial biológico alto. De acuerdo a estas características, una alternativa favorable es su multiplicación artificial, para proceder a liberarla en el momento más favorable.

Fuera de *Diglyphus*, se han observado otros parasitoides como *Chrysocharis* sp (*Eulophidae*), *Opius* sp (*Braconidae*), y un díptero predador de la familia *Muscidae*.

Tabla 1. Costos de control de minador por Bloque comparando el sistema tradicional y el MIP.

Periodo	Bloque 4 (0.5 ha)		Bloque 5 (1 ha)		Bloque 12 (0.56 ha)		Bloque 15 (2.18 ha)	
	Costos/ha		Costos/ha		Costos/ha		Costos/ha	
\$293,397	Tradicional = \$293,398		Tradicional = \$232,803		Tradicional = \$326,321		Tradicional = \$259,549	
	MIP	reduccion	MIP	reduccion	MIP	reduccion	MIP	reduccion
11/92	182,654	38%	269,638	-16%	313,320	4%	244,371	6%
1/93	166,998	43%	138,304	41%	93,546	68%	164,021	37%

Tabla 2. Porcentaje de reduccion de costos por año mediante el utso de MIP.

AÑO	Costo/Ha.	% reduccion
1992	385.000	
1993	203.000	47
1994	265.000	31

Quiero destacar que para poder lograr un buen resultado en este tipo de manejo, es necesario un cambio de mentalidad del sector floricola, en sus facetas tanto técnicas como operativas. Los elementos tecnicos ya los tenemos, en general lo que ha faltado es la decisión gerencial para imponer su utilizacion, de forma permanente, colocando los recursos necesarios de personal. Solamente entendiendo el proceso en integridad y proyectandolo hacia el futuro, podremos llegar a tener éxito en lo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- Begley, J., 1989. How integrated pest management has reduce pesticide applications at Yoder Brothers. The Society of American Florists. pp. 8-18.
- Carrero, M. 1977 Lucha integrada contra las plagas. Neografis, S.L. Madrid. pp. 63.
- Galindo, R., 1990. Analisis estadistico de la captura de adultos de minador en trampas amarillas en un cultivo comercial de flores. pp 32.
- Sarmiento, J., Saray, P., Acosta, A., 1986. Biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Dipt: Agromyzidae) en *Gypsophila paniculata* L. bajo invernadero comercial. Rev. Colombiana de entomología. 12(2): 17-25.
- Sarmiento, J., Saray, P., Acosta, A., 1988. Efecto del manejo de *Liriomyza huidobrensis* en un cultivo comercial de *Gypsophila paniculata* L. Rev. Colombiana de Entomología, 14(1): 34-42.
- Sarmiento, J., 1990. Evaluacion del monitoreo de *Liriomyza huidobrensis* con trampas amarillas en un cultivo comercial de Gysophila. Resumen XVIII congreso de Socolen. pp 12

**SIMPOSIO
ENTOMOLOGIA
MEDICA**

BIODIVERSIDAD, SISTEMÁTICA Y ENTOMOLOGÍA MÉDICA: Paradigmas inconmensurables?

Daniel Rafael Miranda-Esquivel

Escuela de Biología. U.I.S.

e-mail: dmiranda@uiscol.uis.edu.co. fax: (976) 346149

QUE ES UN PARADIGMA?

La palabra paradigma ha sido usada por Kuhn (1992) para indicar no solo el conjunto de creencias, valores, técnicas, etc., que comparte una comunidad dada, sino también la forma en que tal comunidad genera soluciones a los distintos problemas (modelos, reglas, ejemplos *tipo*). Tal caracterización de una comunidad permite conocer el marco disciplinar de esta y la forma en que se podría relacionar con otras áreas del conocimiento.

Aunque no sigue la visión ortodoxa de plantear inconmensurabilidad entre esquemas teóricos alternativos o en conflicto (Kuhn, 1980), si se puede hablar de inconmensurabilidad cuando un cierto número de marcos disciplinares, tratan del mismo objeto de conocimiento, pero no existe una posibilidad de traducción completa, no de las palabras; ya que las tres áreas poseen un sinnúmero de palabras comunes, que adquieren diferentes significados dependiendo desde la óptica desde donde se mire, sino de la forma como se aborda el problema y como los datos y resultados pueden o no ser usados dentro de las discusiones de los otros dos campos.

LA SISTEMÁTICA COMO PARADIGMA

Originalmente el objetivo de la taxonomía y más tarde de la sistemática, fue el de crear clasificaciones. Aunque este es un punto de inicio, la actual sistemática está más preocupada por generar otro tipo de hipótesis.

La sistemática filogenética busca reconstruir la historia de los organismos basada en el principio de novedad evolutiva compartida, es decir aquella característica homóloga que poseen dos o más especies, que indica que tienen mayor afinidad filogenética entre sí que con cualquier otra especie (Hennig, 1968).

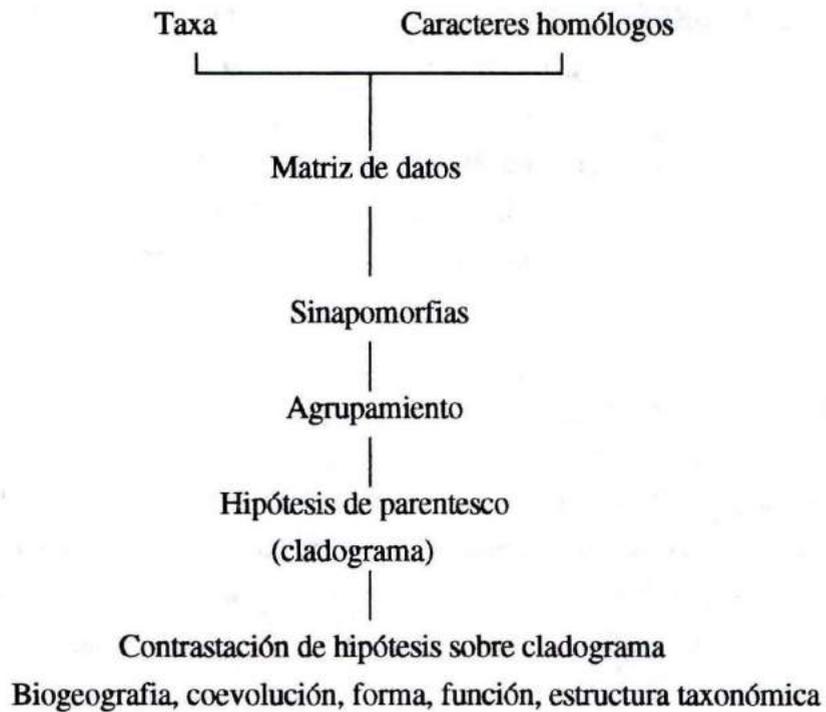


Figura 1. Principios generales del sistema filogenético.

Para un análisis filogenético se realiza una serie de pasos claramente definidos:

-Selección de grupos. Donde se definen las unidades de comparación, bien sea especies dentro de un género o géneros dentro de una familia; o taxa en general que en primera instancia corresponden a cualquier categoría del sistema Linneano de clasificación.

-Determinación de homologías (caracteres homólogos). La filogenia no puede ser realizada con todos los caracteres sino solo con los caracteres homólogos (estructura-ontogenia).

-Delimitación de la polaridad de las homologías. Existen dos tipos de homologías: por novedad evolutiva y por retención del estado primitivo. En el análisis filogenético solo se incluyen las novedades. La polarización de cada estado de carácter se hace por comparación con un grupo externo o por ontogenia.

-Agrupamiento por parsimonia. Una vez se han delimitado los caracteres homólogos y estos han sido polarizados, se agrupan las unidades de acuerdo al principio de parsimonia, se prefiere la

hipótesis que indica el menor número de cambios (Wiley, 1981). El resultado del agrupamiento o hipótesis de parentesco es diagramado como un árbol enraizado, que se denomina cladograma.

-Evaluación de la calidad de la hipótesis de parentesco frente a la información original. Debido a que en general no todos los caracteres son congruentes entre sí, se presentan hipótesis con mayor o menor grado de información, dependiendo del grado de conflicto entre caracteres, tradicionalmente se han utilizado dos índices el de consistencia (C.I.) (Kluge & Farris, 1969) y el índice de retención (R.I.) (Farris, 1991).

El cladograma es utilizado para contrastar distintas características de los organismos, desde su comportamiento hasta distintos aspectos de la coevolución (figura 1).

LA BIODIVERSIDAD COMO PARADIGMA

Quizá el concepto más debatible después de especie es el de biodiversidad. Tal palabra posee distintas dimensiones, bien sea dentro del entorno profesional o campesino (Castaño, 1992), o para conservacionistas, políticos o biólogos, y dentro de estos últimos tampoco existe una definición única: la perspectiva del ecólogo es diferente a la del sistemático, aunque existe una definición operativa para efectos de comunicación.

Desde una perspectiva amplia se considera en primer lugar el acercamiento a la biodiversidad como el de número de especies (a biodiversidad) de un lugar (Longino 1994; May, 1988, 1992), pero la diversidad posee otros componentes: el intercambio de especies entre habitats (b diversidad), que multiplicada por el componente a genera la diversidad total (t diversidad) (Schluter & Ricklefs. 1993; Halftter & Ezcurra, 1992)

Para estimar la a diversidad se evalúa el número de especies en un área [bien sea por censo o por extrapolación (Colwell & Coddington, 1994; Longino, 1994)]. El componente b se obtiene al multiplicar el inverso del número medio de habitats, localidades ocupadas por una especie, por la dimensión del muestreo, el número total de habitats o localidades (Schluter & Ricklefs. 1993).

Esta sobresimplificación debe ser tomada con extremo cuidado, el calcular el número de especies de un sitio presenta múltiples problemas desde la selección de taxa para muestreo, en general artrópodos (Holloway & Stork, 1991), la relación taxa muestreado / taxa focal (Longino, 1994), el modelo de extrapolación (Colwell & Coddington, 1994), la definición de localidad; hasta

el como [notese el cambio de pregunta] se relaciona la diversidad a la distribución (Hanski, *et al.*, 1993), o con la energía (Rosenzweig & Abramsky, 1993; Wright, *et al.*, 1993).

Con una diversidad diferencial entre los distintos grupos se esperaría que existiese una relación entre abundancia del grupo y peligro de extinción (por lo menos indicado a nivel del libro rojo), que indica el grado de conocimiento en un grupo. Sin embargo, tal relación no se cumple (figura 2) y el grupo más diverso es el de menor riesgo de extinción, y es poco probable que tal relación sea cierta.

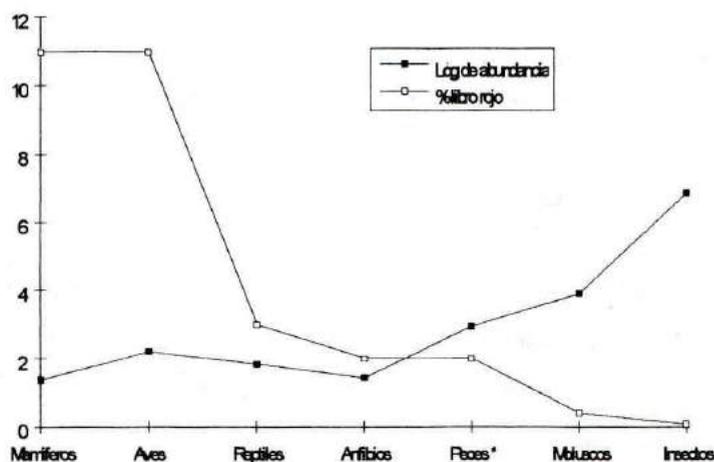


Figura 2. Relación entre abundancia y 'peligro' de extinción. Los datos de abundancia de Crisci, *et al.* (1993), excepto insectos de SA2000 (1994).

LA ENTOMOLOGIA MEDICA COMO PARADIGMA

La entomología médica como paradigma es un tanto más difícil de definir o acotar que la biodiversidad o la sistamática, en primer lugar en algunos casos se confunde o se solapa con la idea de parasitología [ver Science 264:1857-1886] y en otros casos puede ser vista como la determinación de los insectos que tienen interés médico (y quizá veterinario).

Como un inicio se puede conceptualizar que la entomología médica tiene como marco la obtención de parámetros sobre los vectores/pestes que indican el *comportamiento* del insecto y que pueden ser usados en la creación de programas de control, tanto en referencia a situaciones reales o por modelos de simulación como ONCHOSIM (Habbema, *et al.*, 1990; Plaisier, *et al.*, 1990; Remme *et al.*, 1990; Plaisier, *et al.*, 1991; Plaisier, van Oortmarssen, Remme, & Habbema. 1991; Habbema *et al.*, 1992) o SIMON (Davies. 1990; 1993), para el caso de simúlidos. Tales estudios

van desde la determinación específica hasta la dinámica demográfica del vector y su papel en la red parásito-vector(es)-huésped(es).

RELACION SISTEMATICA-BIODIVERSIDAD

La relación entre la filogenia y la biodiversidad ha cambiado en los últimos años desde la inexistencia de relación, más allá de la nomenclatural (Novacek. 1992), a convertirse la filogenia en una forma de visualizar la diversidad como lo es la ecología histórica (Brooks & McLennan, 1991, 1994). En sus etapas iniciales y bajo la perspectiva de la biodiversidad, lo importante era describir/nombrar las especies, este es solo el primer nexo entre taxonomía-biodiversidad y no considera la multidimensionalidad de la idea de diverso. A partir de la entrada en controversia de la idea de ecología histórica se ha creado una nueva perspectiva que utiliza los cladogramas como marco de referencia para la discusión (Schluter & Ricklefs. 1993; Brooks & McLennan. 1994; Eggleton & Vane-Wright. 1994) y que puede ejemplarizarse en dos seminarios, el primero propuesto por la comunidad ecológica (Schluter & Ricklefs. 1993) y el segundo por la comunidad sistemática (Eggleton & Vane-Wright. 1994). Ambas propuestas apuntan a la necesidad de realizar un sincretismo y regresar a una visión unificada ya que la manera más apropiada de ver el problema es utilizar la doble dimensión sistemática - ecología.

RELACION SISTEMATICA-ENTOMOLOGIA MEDICA

La sistemática como marco disciplinar ha penetrado en los problemas médico-entomológicos como relato. Se han construido filogenias para los grupos de interés pero no se ha hecho uso de esta información más allá de la parte nomenclatural.

Los casos de análisis del problema parásito-vector como un asunto de correlación [coevolución o cladogenesis paralela] están lejos de ser tenidos en cuenta, ya que en realidad se ha usado el sesgo reduccionista en la entomología médica, que requiere de la sistemática o más precisamente de la taxonomía, el nombre de la especie y su situación en el sistema linneano, aprovechando los elementos de nomenclatura sobre base filogenética, pero sin ir más allá. Esa poco probable que tal situación se vea modificada en el futuro cercano debido a la inexistencia de hipótesis de parentesco y a la falta de formación en sistemática por parte de los entomólogos médicos.

Debido a los anteriores aspectos parte de la agenda de investigación en entomología médica-sistemática debe contemplar la ampliación de la base de datos en insectos-parásitos ya que parte de las determinaciones a nivel de morfoespecie no son fiables por la presencia de criptoformas

(SA200, 1994). Al incluir información sobre los patógenos de los insectos y la distribución biogeográfica de los grupos se puede plantear la entomología médica como un problema de coevolución [parásito(s)-insecto(s)-patógeno(s) del insecto] y quizá coespeciación, obviamente tal tipo de estudios sugiere hipótesis de parentesco bien soportadas (Brooks & McLennan, 1994); tal esquema hará que los programas relacionados a entomología médica, como el control biológico, tengan un asidero más claro.

RELACION ENTOMOLOGIA MEDICA-BIODIVERSIDAD

Al hacer tal pregunta en una lista de discusión (Entomo-1), las respuestas obtenidas van desde la necesidad de ver la multidimensionalidad de los problemas de entomología médica: el insecto y a quien ataca; la relación con el parásito que transmite (en caso de que se presente tal situación) y los patógenos del insecto. Sin embargo, el mayor énfasis se presentó hacia la idea de especie, sobre todo en el dominio de especies crípticas y su resolución por estrategias no morfológicas, lo que pone en evidencia una mayor a - diversidad, aunque este aspecto ha sido ampliamente tratado (Fernández, *et al.*, 1994, 1995), tal respuesta pone en evidencia la importancia de una fuerte labor taxonómica y la visión por parte de algunos investigadores en entomología médica, de su trabajo como sistemática con un componente de aplicación, pero desde una perspectiva de ciencia básica.

Es más fuerte y notoria la pérdida de diversidad biológica debido al manejo que tradicionalmente se le había dado a los insectos "dañinos" y aunque todos los ecosistemas se han visto afectados por las acciones destructivas (Andrade, 1992), la acumulación de residuos tóxicos y la subsecuente resistencia por parte de los insectos a los plaguicidas, creó un ciclo cerrado [aplicación --> destrucción --> resistencia --> nueva aplicación]. Este dilema es caso del pasado (Kolberg, 1994), pero los efectos a largo plazo son todavía evidentes, las nuevas tendencias de manipulación de ADN pueden desenvocar en una situación similar (Lewontin, 1991).

LA POSIBLE SINTESIS

No es fácil el punto de encuentro, aunque evidentemente se maneja un lenguaje mínimo la relación esta dada por el acercamiento a la sistemática la cual se convierte en punto de encuentro. La sistemática no solo genera las herramientas practicas (determinación de especies y categorías supraespecíficas), sino que da el marco conceptual donde la entomología médica genera información útil para la biodiversidad y viceversa.

Tanto el problema [desconocimiento de nuestra diversidad y destrucción de recursos] como su solución corresponde a una situación multifactorial; sin embargo se hace necesario acotar un posible esquema de respuesta, que en pocas palabras es un cambio de actitud (Foster, 1995; Gentry, 1992).

El desconocimiento de la a diversidad puede ser aliviado si se amplían las estrategias de muestreo-recolección de datos en campo para incluir recolectas bajo protocolo encaminadas a estimar, al menos en forma limitada, la entomofauna (o quizá la artropofauna) del área involucrada. Los inventarios son una necesidad para poder plantear cualquier tipo de estrategia (Hernández, 1992). Tal labor debe ir ligada a un plan nacional o local de facilidades para almacenaje y distribución de muestras y más importante aún, la formación de personal para labores de determinación, desde paratonomía a trabajo exclusivamente sistemático (Tablas 1 y 2).

Parte de la integración conceptual puede darse con las actuales redes de información: internet con las listas de discusión y los newsgroups, software, artículos en formato electrónico, entre otros que hacen parte de la vía de comunicación no solo para tener directorios actualizados de expertos nacionales o internacionales en los distintos grupos, para labores de determinación de material y bases de datos de especímenes/áreas, sino la posibilidad de presentar pre-prints de los distintos artículos.

La reducción de la biodiversidad es evidente que requiere una fuerte labor educativa, no solo hacia abajo, sino también hacia arriba. La mayor diversidad, a nivel de número de especies, es la de insectos y los entomólogos deben crear y participar en foros, campañas divulgativas, planes y estrategias para reducir los causales de la pérdida de diversidad biológica.

Es como primera y final instancia el plantear un FORO para oír, hablar y preservar lo que nos motiva, los insectos.

Tabla 1. ESTRATEGIA PARA EL CONOCIMIENTO Y PRESERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. Labores generales

REALIZACION DE INVENTARIOS	
FORMACION	PARATAXONOMIA
	SISTEMATICA
ESTABLECIMIENTO DE REDES DE COMUNICACION	
GENERACION DEL SOPORTE FISICO Y LOGISTICO PARA EL INTERCAMBIO DE ESPECIMENES E INFORMACION	
DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE MUESTREO/RECOLECCION/MANIPULACION DE LA INFORMACION	
ANALISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS BIOTAS [A TODAS LAS ESCALAS]	
ESTABLECIMIENTO DE CAMPAÑAS EDUCATIVAS [FOROS, GRUPOS DE DISCUSION, ETC.]	

Tabla 2. ESTRATEGIA PARA EL CONOCIMIENTO Y PRESERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. Labores de sistemática

REFINAMIENTO DEL MAPA DE UNIDADES BIOGEOGRAFICAS TERRESTRES DE COLOMBIA (Hernández, <i>et al.</i> , 1992a) SOBRE UNA BASE CLADISTICA
REFINAMIENTO DEL MAPA DE CENTROS DE ENDEMISMOS DE COLOMBIA (Hernández, <i>et al.</i> , 1992b)
REALIZACION DE LA LISTA DE INSECTOS [ARTROPODOS] EN PELIGRO DE EXTINCION

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, G.I. 1992. Biodiversidad y conservación en Colombia. pp. 25-42. En: (M. CARDENAS Ed.). Nuestra diversidad biológica. CEREC. Bogotá.
- BROOKS D.R. & D.A. McLENNAN. 1991. Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology. University of Chicago press. Chicago.
- BROOKS, D.R. & D.A. McLENNAN. 1994. Historical ecology as a research programme: scope, limitations and the future. pp. 1-27. En: (P. EGGLETON & VANE-WRIGHT, R.I. Eds.). Phylogenetics and ecology. Academic press. San Diego.
- CASTAÑO, G. 1992. El manejo de la biodiversidad por parte de las comunidades campesinas de la región central del Valle del Cauca. pp. 146-173. En: (M. CARDENAS Ed.). Nuestra diversidad biológica. CEREC. Bogotá.
- CRISCI, J.V. McINERNEY, J.D. & McWETHY, P.J. 1993. Order & Diversity in the living world: Teaching taxonomy & systematics in schools. NABT; Reston.
- DAVIES, J.B. 1990. Computer simulation of the long term effects of vector control and drug treatment regimes on onchocerciasis in a village community in Sierra Leone. *Acta Leiden*. **59**:231-233.
- DAVIES, J.B. 1993. Description of a computer model of forest onchocerciasis transmission and its application to field scenarios of vector control and chemotherapy. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **87**:41-63.
- EGGLETON, P. & VANE-WRIGHT, R.I. 1994. Introduction. pp. ix-x. En: (P. EGGLETON & VANE-WRIGHT, R.I. Eds.). Phylogenetics and ecology. Academic press. San Diego.
- FARRIS, J.S. 1991. Excess homoplasy ratios. *Cladistics* **7**:81-91.
- FERNANDEZ, F., HOYOS, J.M., & D.R. MIRANDA ESQUIVEL. 1994. Biodiversidad, extinciones y el problema de la especie. Colombia. *Ciencia y Tecnología* **12**(4):6-12.

- FERNANDEZ, F., HOYOS, J.M., & D.R. MIRANDA ESQUIVEL. 1995. Especie: Es o son? *Innovación & Ciencia* **IV**(1):32-37.
- FOSTER, L. 1995. Involving academic scientists in conservation research: perspectives of a plant ecologist. *Ecological applications*. **5**:209-214.
- GENTRY, A. 1992. El significado de la biodiversidad. pp. 13-24. En: (M. CARDENAS Ed.). *Nuestra diversidad biológica*. CEREC. Bogotá.
- HABBEMA, J.D., E.S. ALLEY, A.P. PLAISIER, G.J. VAN OORTMARSSSEN, & J.H. REMME. 1992. Epidemiological modelling for Onchocerciasis control. *Parasitology today*. **8**:99-103.
- HABBEMA, J.D., A.P. PLAISIER, G.J. VAN OORTMARSSSEN, & J. REMME. 1990. Prospective evaluation of onchocerciasis control strategies. *Acta Leiden*. **59**:387-398.
- HALFFTER, G. & EZCURRA, E. 1992. Que es la biodiversidad? In: *La diversidad biológica de Iberoamerica I*. p. 3-24. En: (Halffter, G. Ed.) CYTED-D. Mexico.
- HANSKI, I., KOUKI, J., & HALKKA, A. 1993. Three explanations of the positive relationship between distribution and abundance of species. p. 108-116. En: (Ricklefs, R.E. & Schluter, D. Eds.) *Species diversity in ecological communities*. University of Chicago press. Chicago.
- HENNIG, W. 1968. *Elementos de una sistemática filogenética*. EUDEBA. Buenos Aires.
- HERNANDEZ, J. 1992. Una síntesis de la historia evolutiva de la biodiversidad en Colombia. pp. 270-287. En: (M. CARDENAS Ed.). *Nuestra diversidad biológica*. CEREC. Bogotá.
- HOLLOWAY, J.D. & STORK, N.E. 1991. The dimensions of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. p. 37-62. En: (HAWKSWORTH, D.L. Ed.) *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in sustainable agriculture*. CAB International. London.
- KLUGE, A.G. & J.S. FARRIS. 1969. Quantitative phyletics and the evolution of anurans. *Syst. Zool.* **18**:1-32.

- KOLBERG, R. 1994. Finding 'Sustainable' ways to prevent parasitic diseases. *Science* **264**:1859-1861.
- KUHN, T.S. 1980. Incommensurability and paradigms. pp. 194-208. En: (R. CARNAP Ed.). *Challenges to empiricism*. Methuen & Co, Ltd. London.
- KUHN, T.S. 1992. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica; Bogotá.
- LEWONTIN, R.C. 1991. *Biology as ideology*. HarperPerennial, New York.
- LONGINO, J.T. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. *Biology International* (28):3-13.
- MAY, R.M. 1988. How many species are there on earth? *Science* **241**:1441-1449.
- MAY, R.M. 1992. How many species inhabit the earth? *Scientific American* **267**:42-48.
- NOVACEK, M.J. 1992. The meaning of systematics and the biodiversity crisis. pp. 101-108. En: (N. ELDRIDGE Ed.). *Systematics, Ecology and the biodiversity crisis*.
- PLAISIER, A.P., G.J. VAN OORTMARSSSEN, J.D. HABBEMA, J. REMME, & E.S. ALLEY. 1990. ONCHOSIM: a model and computer simulation program for the transmission and control of onchocerciasis. *Comput. Methods Programs Biomed.* **31**:43-56.
- PLAISIER, A.P., G.J. VAN OORTMARSSSEN, J. REMME, E.S. ALLEY, & J.D. HABBEMA. 1991. The risk and dynamics of onchocerciasis recrudescence after cessation of vector control. *Bull. World Health Organ.* **69**:169-178.
- PLAISIER, A.P., G.J. VAN OORTMARSSSEN, J. REMME, & J.D. HABBEMA. 1991. The reproductive lifespan of *Onchocerca volvulus* in West African savanna. *Acta Trop. Basel.* **48**:271-284.

- REMME, J., G. DE SOLE, K.Y. DADZIE, E.S. ALLEY, R.H. BAKER, J.D. HABBEMA, A.P. PLAISIER, G.J. VAN OORTMARSSSEN, & E.M. SAMBA. 1990. Large scale ivermectin distribution and its epidemiological consequences. *Acta Leiden*. **59**:177-191.
- ROSENZWEIG, M.L. & ABRAMSKY, Z. 1993. How are diversity and productivity related? p. 52-65. En: (R.E. RICKLEFS & SCHLUTER, D. Eds.). *Species diversity in ecological communities*. Univ. of Chicago Press.
- SCHLUTER, D. & RICKLEFS, R.E. 1993. Species diversity. An introduction to the problem. pp. 1-12. En: (R.E. RICKLEFS & SCHLUTER, D. Eds.). *Species diversity in ecological communities*. Univ. of Chicago Press.
- SA2000 1994. *Systematics Agenda 2000: Charting the biosphere*. Technical report. SA2000. New York.
- WILEY, E.O. 1981. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics*. John Wiley and Sons, New York.
- WRIGHT, D.H., CURRIE, D.J., & MAURER, B.A. 1993. Energy supply and patterns of species richness on local and regional scales. p. 66-74. En: (R.E. RICKLEFS & SCHLUTER, D. Eds.). *Species diversity in ecological communities*. Univ. of Chicago Press.

ESTUDIOS SOBRE TABANOS (DIPTERA: TABANIDAE) DE COLOMBIA

Mauricio Barreto*, Maria Elena Burbano & Pablo Barreto***

*Departamento de Microbiología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali

**Secretaría de Salud del Putumayo, Mocoa, Putumayo.

Resumen

El presente trabajo informa, de acuerdo con la literatura disponible, la cantidad de géneros (30), especies (245), subespecies o formas (5), que se han registrado para Colombia. Se pone de presente la importancia médica y veterinaria que pueden tener los tábanos.

Summary

In accordance with available literature, figures of genera (30), species (245), subspecies or forms (5), that have been registered in Colombia, are given. Medical and veterinary importance of tabanids are briefly discussed.

Los tábanos pertenecen a una familia del suborden Brachycera con una distribución cosmopolita. Se encuentran desde el nivel del mar hasta alturas de 5,000 m y en climas templados y tropicales. Su tamaño varía entre 5 y 10 mm en las especies pequeñas, y hasta 30 mm en las grandes. El sexo se puede determinar por el aspecto de los ojos, en los machos por lo general son holópticos (juntos) y en las hembras son dicópticos (separados). Los ojos pueden ser de un solo color o presentar manchas, bandas en zig-zag o bandas horizontales de distintos colores. Esta coloración desaparece poco tiempo después de la muerte y como es importante en la identificación de algunas especies, se deben hacer esquemas que indiquen los colores y los patrones observados. Casi todas las especies son hematófagas, pero las únicas que pican y chupan sangre son las hembras. Los machos se alimentan de azúcar en las flores o en la savia de los árboles y no pican. Las hembras de algunas especies, además de usar la sangre como fuente de proteínas para la producción de los huevos, también utilizan el azúcar de origen vegetal en sus dietas. Los sitios de cría son acuáticos o semiacuáticos y los huevos se depositan en masas de 200 a 1.000. El número de estadíos larvarios varía aún en la misma especie y puede haber de seis a 13 mudas. La mayoría de las especies requieren un período largo de maduración, de varios meses e incluso años. Sin embargo, en las zonas tropicales es posible tener dos o tres generaciones por año. Las larvas de casi todas las especies son carnívoras y varias, por lo menos en el laboratorio, son caníbales. El estadío de pupa dura de una a tres semanas y el adulto vive de dos a cuatro semanas. Los tábanos son buenos voladores y además del hombre atacan micos, equinos, bovinos, rumiantes, anfibios, reptiles y

aves. Se ha incriminado a varias especies de tábanos como vectoras de parásitos del hombre y los animales.¹⁻⁴

CLASIFICACION

El sistema de Mackerras⁵⁻⁷ ha sido el más utilizado. En él la familia se divide en cuatro subfamilias: Pangoniinae, Scepsidinae, Chrysopsinae y Tabaninae. Sin embargo, algunos autores como Fairchild⁸ no reconocen la subfamilia Scepsidinae y la consideran como una tribu (Scepsidini) de Chrysopsinae. En el Cuadro 1 se mencionan las tribus presentes en la región Neotropical¹. Se estima que las tribus de Pangoniinae son las más primitivas, las de Chrysopsinae intermedias y las de Tabaninae las más recientes^{4,7}.

En Colombia se encuentran cada una de las subfamilias y tribus del Cuadro 1, con excepción de Myceteromyiini y Scepsidini que aparecen en Chile, Argentina, Uruguay y Brasil.

CUADRO 1 - FAMILIAS Y TRIBUS PRESENTES EN LA REGION NEOTROPICAL

Pangoniinae	Chrysopsinae	Tabaninae
Myceteromyiini	Chrysopsini	Diachlorini
Pangoniini	Rhynomyzini	Tabanini
Scionini		
Scepsidini		

CRONOLOGIA DE LOS ESTUDIOS EN COLOMBIA

1846. En el siglo pasado el país fue localidad tipo por lo menos para 17 especies⁹. Los primeros registros corresponden a las descripciones de Macquart para *Esenbeckia prasiniventris*, *Scione albifasciata*, *S. incompleta* (Pangoniinae), *Chrysops incisus* (Chrysopsinae), *Catachlorops quadrimaculatus*, *C. testaceus*, *Di cladocera macula*, *D. rubiginipennis*, *Philipotabanus fascipennis* y *Tabanus colombiensis* (Tabaninae).

1850. Otras descripciones⁹ posteriores, con material de 1868. Colombia, las hicieron Walker y Schiner.

1946. En el único trabajo sobre tábanos que incluye a toda Colombia, Bequaert y Renjifo¹⁰ informaron sobre las publicaciones de Röder 1886, Ricardo 1902, Enderlein 1925, Szilady 1926, Dunn 1929, Kröber 1925 a 1940, Antunes 1937, Patiño-Camargo 1940 y Renjifo 1944. En tales trabajos se hicieron varias adiciones a la fauna de tábanos del país. En la contribución de Bequaert y Renjifo¹⁰ hay una lista de 129 especies, llaves para géneros y algunos subgéneros, localidades y datos sobre distribución. Cerca de la mitad de los nombres que se utilizaron han cambiado. En 1974 se hizo una nueva publicación¹¹ con la nomenclatura taxonómica actualizada.

1969. Como parte de los estudios sobre artrópodos hematófagos del Río Raposo, Buenaventura, Valle del Cauca, Lee *et al*¹², registraron 44 especies, de las cuales 13 se informaron por primera vez en Colombia. No se aislaron virus de ninguno de los 370 grupos inoculados en ratones que correspondieron a 3,090 tábanos, pertenecientes a 14 especies.

1971. En el catálogo de la familia Tabanidae, Fairchild⁹ informa para la Región Neotropical cerca de 956 especies, de las cuales 178 estaban registradas para Colombia.

1972. Page¹³, investigó la transmisión de tripanosomas en el ganado de Montería, Córdoba. Encontró una infección de 3.4% en siete especies de tábanos.

1979. Wilkerson¹⁴ publicó el trabajo sobre tábanos más completo hasta ahora realizado para una región de Colombia. No sólo describió e ilustró 36 especies nuevas, sino que también desarrolló llaves para los géneros, los subgéneros y las especies registradas en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Cauca. Incluyó las descripciones de estas especies e ilustró más de la mitad con fotografías de las alas o con dibujos de algunas de las partes importantes en la identificación, como las antenas, los palpos, la proboscis, la frente (frons), la cabeza, etc. Para cada una de las 158 especies estudiadas, dio la información disponible sobre los sinónimos, los registros previos, los sexos conocidos, la distribución en otros departamentos de Colombia y diversos países, así como las variaciones morfológicas y sus aspectos taxonómicos, los estados inmaduros, la abundancia, la actividad, como también, los lugares, las fechas, las horas y los métodos de captura utilizados en el estudio. Además, presentó una lista de los tábanos de Colombia con 29 géneros y 226 especies y formas, e incluyó 12 especies de posible presencia en el país.

1981. En un aporte muy valioso sobre tábanos que atacan a caimanes, Medem¹⁵ registró seis especies no mencionadas en la lista de Wilkerson¹⁴ y que pertenecen a los géneros *Diachlorus*, *Catachlorops*, *Phaeotabanus* y *Tabanus*.

1983. Fairchild¹⁶ y Wilkerson & Fairchild¹⁷ en las revisiones del complejo *lineola* y el subgénero *Esenbeckia*, describieron nuevas especies de Colombia y adicionaron otras al país.

1984. Posteriormente Fairchild¹⁸ registró por primera vez para Colombia seis especies de *Tabanus*, tres de ellas nuevas.

1985. El mismo autor¹⁹, agregó dos especies de *Leucotabanus* y suprimió la presencia de otra en el país. Gorayeb & Rafael²⁰ informaron *Betrequia ocellata* en Leticia. Con este registro se incrementó a 30 el número de géneros en Colombia. *Betrequia* se asigna a la tribu Rhynomyzini. Hernández & Salazar²¹ en su tesis sobre los tábanos del centro de Caldas (Manizales, Chinchiná, Neira, Palestina y Villamaría), mencionaron 20 especies. Para 18 de ellas se amplió la distribución en el territorio nacional. La época de mayor captura fue de julio a septiembre y la mayor actividad se registró entre las 10:00 y las 14:00 horas.

1986. Fairchild & Wilkerson²² revisaron el género *Stypommisa* y dieron nuevos registros para Colombia.

1988. Otte et al²³ encontraron una correlación positiva entre la incidencia de *Trypanosoma vivax* y las poblaciones de tábanos en la costa norte de Colombia.

1991. Otte & Abuabara²⁴ con experimentos realizados en Montería, Córdoba, demostraron que *Tabanus nebulosus* es capaz de transmitir de forma mecánica el *Tr. vivax* entre bovinos con parasitemia alta y animales susceptibles.

Con base en la lista de Wilkerson¹⁴ y los trabajos posteriores¹⁵⁻²² se elaboró el Cuadro 2, donde están los géneros y el número de especies, subespecies o formas de los tábanos de Colombia. Es seguro, que con estudios próximos esas cifras se aumentarán y ampliará su distribución.

Con este breve resumen bibliográfico es posible apreciar cómo ha ido en ascenso el conocimiento sobre los tábanos del país. Sin embargo, aún quedan muchas brechas que es indispensable llenar con investigaciones sobre los criaderos, la morfología de los estadios inmaduros, la distribución altitudinal y las relaciones con las zonas ecológicas que tienen tanta diversidad en Colombia, los registros para las distintas divisiones administrativas, las fluctuaciones poblacionales, las horas de mayor actividad, las preferencias alimentarias, la capacidad vectorial, el comportamiento reproductivo, los nemátodos y otros patógenos que los atacan y las posibles medidas de control. Hasta ahora, la identificación de los tábanos en Colombia depende por completo de la morfología;

sin duda, el empleo de técnicas nuevas ayudará a definir los posibles complejos de especies y la posición taxonómica de algunas poblaciones de tábanos presentes en el país.

CUADRO 2 - GENEROS Y NUMERO DE ESPECIES Y SUBESPECIES O FORMAS DE LOS TABANOS DE COLOMBIA

SUBFAMILIA	GENERO	No. DE ESPECIES	No. DE SUBESPECIES O FORMAS
Pangoninae	<i>Esenbeckia</i>	15	-
	<i>Fidena</i>	9	1
	<i>Scione</i>	19	-
	<i>Pityocera</i>	2	-
Chrysopsinae	<i>Chrysops</i>	16	1
	<i>Betrequia</i>	1	-
Tabaninae	<i>Dasybasis</i>	2	-
	<i>Stenotabanus</i>	11	-
	<i>Himantostylus</i>	1	-
	<i>Diachlorus</i>	6	-
	<i>Hemichrysops</i>	1	-
	<i>Bolbodimya</i>	6	-
	<i>Selasoma</i>	1	-
	<i>Chlorotabanus</i>	3	-
Tabaninae	<i>Phaeotabanus</i>	6	-
	<i>Spilotabanus</i>	2	-
	<i>Acanthocera</i>	1	-
	<i>Dichelacera</i>	16	-
	<i>Catachlorops</i>	15	1
	<i>Dasychela</i>	3	-
	<i>Di cladocera</i>	16	-
	<i>Stibasoma</i>	6	-
	<i>Cryptotylus</i>	2	-
	<i>Philipotabanus</i>	17	-
	<i>Stypommisa</i>	10	-
	<i>Leucotabanus</i>	4	-
	<i>Pseudocanthocera</i>	1	-
	<i>Lepiselaga</i>	2	-
	<i>Poeciloderas</i>	2	-
<i>Tabanus</i>	49	2	
TOTAL	30	245	5

REFERENCIAS

1. Chainey, J.E. Horse flies, deer-flies and clegs (Tabanidae) Pp. 310-332. In Lane, R.P. & Crosskey, R.W. (Eds.) *Medical Insects and Arachnids*. The Natural History Museum, Chapman & Hall, London, 1993.
2. Kettle, D.S. *Medical and Veterinary Entomology*. John Wiley & Sons, New York, 658 pp, 1984.
3. Harwood, R.F. & James, M.T. *Entomology in human and animal health*. Macmillan Publishing Co, New York, VI + 548 pp, 1979.
4. Krinsky, W.L. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies. (Diptera: Tabanidae). *J. Med. Entomol.* 1976, 13: 225 - 275.
5. Mackerras, I.M. The classification and distribution of Tabanidae (Diptera). *Aust. J. Zool.* 1954, 2: 431 - 454.
6. Mackerras, I.M. The classification and distribution of Tabanidae (Diptera) II. History: morphology: classification: subfamily Pangoniinae. *Aust. J. Zool.* 1955, 3: 439 - 511.
7. Mackerras, I.M. The classification and distribution of Tabanidae (Diptera) III. Subfamilies Sceptidinae and Chrysopinae. *Aust. J. Zool.* 1955, 3: 583 - 633.
8. Fairchild, G.B. Notes on Neotropical Tabanidae XII. Classification and distribution, with keys to genera and subgenera. *Arq. Zool. São Paulo.* 1969, 17: 199 - 255.
9. Fairchild, G.B. *A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States*. 28. *Family Tabanidae*. Museu de Zoologia, Universidad de São Paulo. 163 pp, 1971.
10. Bequaert, J.C. & Renjifo, S. The Tabanidae of Colombia (Diptera). *Psyche* 1946, 53: 52 - 86.
11. Bequaert, J.C. & Renjifo, S. The Tabanidae of Colombia (Diptera). *Cespedesia* 1974, 3: 140 - 172. (Con anotaciones por P. Barreto).

12. Lee, V.H., Fairchild, G.B. & Barreto, P. Artrópodos hematófagos del Río Raposo, Valle, Colombia III. Tabanidae. *Caldasia* 1969, 10: 441 - 458.
13. Page, W.A. Feeding behavior and trypanosomatid infections of some tabanids and Culicidae in Colombia. *J. Ent. (A)* 1972, 47: 1 - 13.
14. Wilkerson, R.C. Horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Colombian departments of Chocó, Valle and Cauca. *Cespedesia* 1979, 8: 87 - 443.
15. Medem, F. Horse flies (Diptera: Tabanidae) as ectoparasites on caimans (Crocodylia: Alligatoridae) in eastern Colombia. *Cespedesia* 1981, 10: 123 - 147.
16. Fairchild, G.B. Notes on Neotropical Tabanidae (Diptera) XIX. The *Tabanus lineola* complex. *Miscell. Publ. Ent. Soc. Amer.* 1983, 57: 1 - 51.
17. Wilkerson, R.C. & Fairchild, G.B. A review of the South American species of *Esenbeckia* subgenus *Esenbeckia* (Diptera: Tabanidae). *Jour. Nat. Hist.* 1983, 17: 519 - 567.
18. Fairchild, G.B. Notes on neotropical Tabanidae (Diptera) XX. The larger species of *Tabanus* of eastern South America. *Contrib. Amer. Ent. Inst.* 1984, 21(3): 1 - 50.
19. Fairchild, G.B. Notes on neotropical Tabanidae (Diptera) XVIII. The genus *Leucotabanus* Lutz. *Myia* 1985, 3: 299 - 331.
20. Gorayeb, I.S. & Rafael, J.A. Tabanidae (Diptera) of Amazonia III. Description of the male of *Betrequia ocellata* Oldroyd, with comments on Rhinomyzini in the New World. *Myia* 1985, 3: 333 - 340.
21. Hernández, C.E. & Salazar, J.A. *Tabanidae del Centro de Caldas*. Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Caldas, Manizales, 172 pp, 1985.
22. Fairchild, G.B. & Wilkerson, R.C. A review of the neotropical genus *Stypommisa* (Diptera: Tabanidae). *Contrib. Amer. Ent. Inst.* 1986, 22(5): 1 - 61.

23. Otte, M.J. Abuabara, J.Y., Nieto, M.I. & Gutiérrez, J.R. Incidence of *Trypanosoma vivax* infection on three cattle farms on the north coast of Colombia. *Proc. 5th Int. Symp. Vet. Epid. Econ.* 1988, Pp 104 -106.
24. Otte, M.J. & Abuabara, J.Y. Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horse fly *Tabanus nebulosus*. *Acta Tropica*, 1991, 49: 73 - 76.

ACTIVIDADES DE VIGILANCIA PARA UNA LOCALIDAD CON TRANSMISION O RIESGO DE TRANSMISION DE TRIPANOSOMIASIS AMERICANA O ENFERMEDAD DE CHAGAS : MODELO PILOTO PARA ANTIOQUIA

Marta Wolff*, Rafael Valderrama** & Yolanda Lopez*

*Grupo Entomología. Laboratorio Departamental de Salud Pública.
Cra 51A No 62-42. Medellín.

**Lab. de Entomología. Dpto. de Microbiología y Parasitología. Facultad de Medicina,
Universidad de Antioquia. AA 1226. Medellín.

INTRODUCCION

La Tripanosomiasis americana o Enfermedad de Chagas fué descubierta a principios del siglo por el médico brasileño Carlos Chagas, mientras trabajaba en una campaña antimalárica; se notificó por primera vez en 1909 (Briceño, L. y Cols. 1990). Desde entonces, la enfermedad se empezó a registrar en la mayoría de los países de América y hoy, ampliamente distribuída, se extiende desde California, en el sur de los Estados Unidos, hasta el Norte de Chile y Argentina. Se estima que aproximadamente unos 90 millones de personas están en riesgo de infectarse y que cerca de 20 millones han estado o están en contacto con el parásito (OMS, 1987).

Esta enfermedad se comporta como una zoonosis en la que intervienen tres componentes biológicos: un protozoo parásito (*Trypanosoma cruzi*), un insecto vector (**reduvidos : Triatomíneos**) como hospedador invertebrado y varios mamíferos silvestres como hospedadores silvestres. La acción del hombre sobre el ecotopo natural al construir sus viviendas con materiales vegetales como las hojas de las palmas, al talar y adentrarse en los bosques y al cazar animales silvestres, ha modificado la relación endémica natural de estos tres componentes pues, por un lado, ha introducido o permitido que los insectos se acerquen a las viviendas y paralelamente, por otro lado, les ha desplazado o alejado la fuente de alimento, quedando entonces éste como alternativa de alimento para suplir las necesidades del vector. (Wolff y cols., 1994, Briceño y cols., 1990).

Al contrario de lo que se observa con varios animales silvestres que, aun cuando infectados con *T. cruzi* no sufren la enfermedad, este protozoo es altamente patógeno para el organismo humano, hecho que indica que el hombre es un intruso reciente en el ecosistema y la biocenosis de los triatomíneos. (Sherlok, 1979)

El parásito presenta diferentes formas en cada uno de los hospedadores y el paso por ellos es indispensable en su ciclo de vida. Los insectos vectores, tanto adultos (machos y hembras) como ninfas (cinco estadios), son hematófagos obligados; se alimentan en las horas de la noche en forma silenciosa y al finalizar la ingestión se produce un reflejo defecatorio. En los insectos infectados la materia fecal lleva una cantidad variable de formas móviles parasitarias infectantes (**tripomastigotes metacíclicos**), que tienen capacidad de penetrar a través de las mucosas (ojos, nariz y boca) o por escoriaciones en la piel del hombre o de otros hospederos vertebrados. Estas formas pueden invadir tejidos de los sistemas retículo endotelial, nervioso y muscular estriado, en donde adquieren la forma no flagelada de amastigote; allí se dividen y pasan a la circulación periférica como tripomastigotes, formas infectantes para los triatomíneos que se alimenten de un hospedero infectado. (OMS, 1987, Manwell, 1968).

En la Enfermedad de Chagas ocurren dos fases clínicas diferentes: una fase aguda, con gran número de parásitos, y una fase crónica subclínica, en la cual los estadios tisulares y circulantes del parásito son difíciles de detectar. En la fase aguda se presenta fiebre, linfadenopatías y miocarditis; también se puede desarrollar el signo de Romaña o chagoma de inoculación, infiltrado inflamatorio de la región periocular, después de la picadura del insecto infectado cerca del ojo; esta fase se puede detectar en menores de edad principalmente. La fase crónica se manifiesta con agrandamiento y fibrosis de la masa muscular cardíaca. (Rey, 1991, Botero y col., 1984, Rodhain y col., 1985).

El tratamiento de esta enfermedad no es fácil: solo en la fase aguda tiene efecto el tratamiento farmacológico contra el parásito circulante, con medicamentos que pueden generar efectos secundarios adversos; en la fase crónica no se cuenta con un tratamiento satisfactorio. Por esta razón, el manejo de la enfermedad se ha orientado principalmente al control de los insectos vectores. De los que se conocen más de 100 especies en forma silvestre, aun cuando solo algunas como vectoras efectivas de la enfermedad al hombre, y al mejoramiento de las condiciones socioculturales de las personas que habitan las regiones de mayor prevalencia, tales como sustitución de los materiales de construcción de las viviendas, disposición adecuada de excretas y basuras, manejo de animales domésticos, creencias, organización de la comunidad, manejo de las tierras, etc. (Briceño, 1990).

En Colombia no existen disposiciones institucionales orientadas a la vigilancia epidemiológica de la enfermedad de chagas, ni programas oficiales de prevención y control. La magnitud y prevalencia del problema solo se conocen en forma fragmentaria. Antioquia, por ejemplo, se consideraba hasta 1988 como una región libre de la enfermedad, pero a través de varios trabajos

de investigación realizados recientemente, se demostró no solo que existe la enfermedad, sino también que varias especies de triatomíneos que se han encontrado infectadas en condiciones naturales, pueden ser vectoras eficientes por su nivel de asociación con el hombre; tal como ocurre en el país, tampoco existe para Antioquia un programa de vigilancia de la enfermedad.

En el modelo piloto que se propone se incluyen los componentes del mismo (estratificación del área a vigilar y diagnóstico del problema, fases de intervención y control y de vigilancia preventiva) y las actividades a realizar en cada uno caso.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que el *Trypanosoma cruzi*, la infección y la enfermedad de chagas fueron reconocidos hace más de 80 años, la importancia de este problema en salud de humana está mal definida. Para conocer el impacto real de la Tripanosomiasis americana como un problema de salud pública, se debe evaluar tanto la prevalencia de la enfermedad en muestras de la población humana tomadas al azar, como la prevalencia de la infección por *T. cruzi* en muestras de poblaciones de triatomíneos infectados que llegan a las viviendas.

La mayoría de los estudios de prevalencia de la enfermedad en Colombia se han realizado por necropsias en segmentos seleccionados de la población, como en hospitales. Para conocer con mayor aproximación la realidad epidemiológica de esta enfermedad se deben efectuar estudios de prevalencia en muestras representativas de las poblaciones humanas bajo riesgo. Es necesario, por lo tanto, establecer programas de evaluación sobre la evolución de la enfermedad a través de la observación controlada de la población humana y de los animales domésticos (gatos, perros) que pueden actuar como reservorios, lo mismo que por medio de la vigilancia permanente de los vectores que lleguen a las viviendas o a sus proximidades.

OBJETIVO

En un modelo como el que se propone, el objetivo debe estar dirigido a realizar la vigilancia de la Enfermedad de Chagas mediante la búsqueda y detección de vectores, reservorios silvestres y hospederos afectados (hombre o animales domésticos) involucrados en el ciclo del *Trypanosoma cruzi*, en una región donde se ha diagnosticado la presencia de éste parásito, ejecutando los procedimientos técnicos y operativos requeridos.

PROPOSITO

En el mismo sentido del objetivo, el propósito debe dirigirse a orientar las medidas preventivas y de control que se requieran para disminuir el riesgo de transmisión de la enfermedad a los habitantes de una localidad donde confluyan el vector, el reservorio silvestre y el parásito *Trypanosoma cruzi*.

COMPONENTES DEL MODELO

Los componentes de un modelo de vigilancia como éste, se pueden agrupar de acuerdo a una estrategia secuencial y ordenada de actividades que van desde la estratificación inicial del área, hasta la fase final de vigilancia permanente y preventiva.

Tales componentes son:

1. Definición y estratificación del área.
2. Estructura del sistema.
3. Fase inicial de diagnóstico y vigilancia.
4. Fase de intervención y control
5. Fase de vigilancia permanente y preventiva
6. Registro de la información

En el caso específico del departamento de Antioquia, estos componentes se concretan así:

1. Definición y estratificación del área a vigilar

Relieve. El 80% del relieve del departamento de Antioquia es montañoso, característica fisiográfica importante que tipifica muchos comportamientos del hombre y de los animales y que influye en la presencia de varios sucesos terrestres naturales. Las alturas promedio del relieve oscilan entre los 300 msnm, en los valles del Río Magdalena y Atrato, y los 4100 msnm, en los páramos de Frontino y Urrao en la Cordillera Occidental y de Santa Inés en la Cordillera Central.

Pisos vegetativos. Considerando este parámetro, el Departamento se puede estratificar en seis pisos vegetativos:

1) Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), en la región del valle del Rfío Atrato. Este piso se caracteriza por lluvias de 400 mm. en promedio por año y temperatura promedio entre 22 - 30 °C

2) Bosque húmedo Tropical (bh-T), en la vertiente occidental del Rfío Magdalena, Urabá y al Noroeste del Departamento. La temperatura promedio es de 25- 30 °C y la pluviosidad anual de 2000 a 4000 mm.

3) Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), piso que se extiende sobre las vertientes de las Cordilleras Occidental y Central y las laderas de los Rfíos Medellín y Porce, con alturas promedio entre 1000 y 2000 msnm, temperatura media de 24 °C y promedio anual de lluvias entre 2000 y 4000 mm.

4) Bosque húmedo Premontano (bh-P), en este piso se encuentran los valles del Rfío Medellín y las laderas del Cañón del río Cauca, con alturas de 900 a 2000 msnm, un promedio de lluvias de 1000 - 2000 mm/año y una temperatura promedio de 18- 24 °C

5) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB), localizado entre los 1900 y 2900 msnm., con temperatura promedio de 12 - 18 °C; en este piso se encuentra la región Oriental, la altiplanicie de Santa Rosa de Osos, Belmira y los Farallones del Citará.

6) Páramo, piso que va desde los 3800 msnm, con temperatura de 4 - 12 °C y precipitaciones de 3000 a 4000 mm.; comprende una pequeña área de la Cordillera Occidental (Páramo de Frontino).

Area a vigilar. La vigilancia entomológica de las especies sospechosas o comprobadas como vectoras de chagas en otros departamentos, específicamente de *Panstrongylus geniculatus*, se efectuará en principio en aquellas veredas y/o parajes de los pisos vegetativos de bosque muy húmedo premontano (bmh-p) y bosque húmedo premontano (bh-p), entre los 9000 y los 2000 msnm, donde se haya observado la presencia previa del insecto en la cercanía o dentro de las viviendas. Esta región, que comprende los municipios de Amalfi, Yolombó, Remedios, Segovia, Anorí, Cisneros, Vegachí, Yalí, San Roque, Santo Domingo, San Carlos y San Rafael, se dedica principalmente a los cultivos de café, plátano, caña de azúcar, frutales y maíz.

2. Estructura del sistema de vigilancia

Duración. El sistema de vigilancia debe ser permanente, por medio de monitoreos periódicos y de muestreos dedicados a la búsqueda activa de los insectos por personal calificado; se debe impulsar la participación activa de la comunidad e involucrar a las unidades de salud.

Cobertura. Se debe cubrir con prioridad aquellas áreas en las cuales se haya notificado la presencia de triatomíneos en las viviendas o en sus inmediaciones.

Area libre. Se considera como área libre de vectores aquella en la que no se detecte su presencia por un periodo de 3 años después de las acciones de control.

3. Fase inicial de diagnóstico y vigilancia

En ésta fase se realiza el diagnóstico y vigilancia de todos los componentes del ciclo de transmisión como la distribución geográfica de los vectores, de los reservorios silvestres y domésticos, de los habitantes y de sus viviendas.

3.1. Diagnóstico y Vigilancia de la distribución geográfica de los vectores en la zona.

Una vez definida la totalidad del área para vigilancia, se procederá a determinar la distribución de los triatomíneos en la región, mediante la realización de **Muestreos Entomológicos**, de la siguiente forma:

Inicialmente, durante 1 año con periodicidad bimestral, se realizarán muestreos entomológicos en la zona sometida a vigilancia para la búsqueda y captura de triatomíneos, en estaciones determinadas como unidades de muestreos ubicadas en el intradomicilio, el peridomicilio y el extradomicilio. Los muestreos se realizarán por Auxiliares de Salud ambiental, Promotor de Saneamiento, Promotor Rural de Salud y/o profesional del área de Entomología Médica del Laboratorio Departamental de Salud Pública (LDSP), mediante la utilización de métodos como la captura manual en el intra, peri y extradomicilio, trampas de luz, cebos y biosensores.

Las estaciones de muestreo podrán ser ubicadas en los siguientes lugares:

Intradomicilio: Alcoba, cocina, corredores.

Peridomicilio: lugares de reposo de animales domésticos (Gallineros, marraneras, establos).

Extradomicilio: Cavernas, cuevas o madrigueras de animales, rocas, nidos de aves, troncos de árboles.

Los triatomíneos capturados serán empacados, rotulados y remitidos vivos a la Sección de Entomología Médica del LDSP, siguiendo las instrucciones para empaque y remisión de muestras, según se describe a continuación: los insectos capturados vivos se deben empacar en frascos de boca ancha, los cuales llevan en el fondo un trozo de papel absorbente húmedo y un trozo de cartón doblado en acordeón que llegue hasta la parte superior del frasco, el cual se cubre, luego de introducir los insectos, con muselina, o con tela fina o con un trozo de media de seda que permita la respiración de los insectos, pero que evite la salida de éstos y la entrada de otros insectos diferentes, para garantizar que los insectos capturados se conserven vivos hasta la llegada al Laboratorio. Se recomienda utilizar un frasco diferente por vivienda y por lugar de captura (intra - peri - extradomicilio) y que los frascos se transporten dentro de recipientes de icopor que contengan un trozo de gasa húmeda en el fondo. Los triatomíneos toleran hasta 15 o más días de ayuno en buenas condiciones de humedad y temperatura.

Los biosensores se ubican dentro de las viviendas, tres por vivienda; uno en el corredor, otro en una habitación y el último en la cocina. Cada biosensor consiste de una caja de cartón grueso de aproximadamente 60 cm de largo por 3-5 cm de alto; en su interior llevan papel grueso (o cartón) plegado, con orificios que permitan el desplazamiento de los insectos dentro de la caja y que les proporciona refugio. El papel del biosensor, lo mismo que los insectos vivos, muertos y/o las exuvias de los triatomíneos serán remitidos a la Sección de Entomología del LDSP: los ejemplares vivos en la forma indicada anteriormente, los ejemplares muertos y las exuvias en un frasco seco, con tapa que evite la entrada de humedad y/o de otros insectos, y debidamente rotulado como se indicó; el papel del biosensor será cambiado por uno nuevo y se colocará, sin alterar su forma, dentro de una bolsa plástica limpia bien cerrada y se enviará a la Sección de Entomología.

Se recomienda que la inspección y cambio de los papeles de los biosensores se haga cada mes durante el primer año y cada tres meses en los años siguientes y que la realice un funcionario de la Unidad Local de Salud (Promotor de Saneamiento ó Promotor Rural de Salud) ó una persona de la vivienda debidamente entrenada.

En la Sección de Entomología Médica los ejemplares serán identificados y, en los insectos vivos, se determinará la infección por flagelados, con el propósito de detectar los posibles vectores incriminados en la transmisión de *T. cruzi* en la región.

3.2. Diagnóstico y vigilancia de los posibles reservorios silvestres y domésticos de *Trypanosoma cruzi* en la región.

Inicialmente, a la totalidad de animales domésticos de la región a vigilar (perros, gatos) se les aplicará una encuesta de reservorios y se les tomará una muestra de sangre en tubo seco, para obtener los sueros respectivos y determinar en ellos la presencia de títulos de anticuerpos para *Trypanosoma cruzi*, lo mismo que para realizar hemocultivos en los medios NNN o de Sneider y gota gruesa.

Estos procedimientos permitirán determinar si la infección de los reservorios es antigua, con el primero, o reciente, con los otros dos.

Los sueros, cultivos y placas con la gota gruesa serán transportados a las Secciones de Entomología Médica y Parasitología del LDSP para su correspondiente procesamiento.

Para la búsqueda de reservorios silvestres se instalarán trampas, bimensualmente durante un año, cada 1 o 2 semanas, con el propósito de capturar animales silvestres de la región, los cuales serán trasladados a un bioterio de la ciudad de Medellín que ofrezca las condiciones adecuadas de bioseguridad, donde serán estudiados por un médico veterinario.

3.3. Diagnóstico y vigilancia de la Infestación de las viviendas de la localidad por triatomíneos.

Inicialmente se realizará mediante la aplicación de una encuesta entomológica a la totalidad de las viviendas del área a vigilar, en donde a la vez se realizarán los respectivos muestreos en el intradomicilio y peridomicilio para la búsqueda de triatomíneos. Los insectos capturados serán remitidos a la Sección de Entomología Médica del LDSP siguiendo las instrucciones de empaque y remisión, allí serán identificados y estudiados para la búsqueda de infección por flagelados; en aquellas viviendas en donde se haya reportado la presencia del insecto se instalarán 2 biosensores. Estos biosensores permiten la detección pasiva longitudinal de triatomíneos en las viviendas, pudiéndose detectar la domiciliación de las especies cuando se encuentran huevos y/o estadios ninfales en su interior. Un biosensor se evalúa como positivo cuando se encuentran insectos vivos, heces, exuvias ó huevos dentro de él; se deben efectuar revisiones periódicas durante 1 - 2 años, según la metodología expuesta anteriormente. El uso de biosensores en forma continua permite la

detección de insectos en domicilios con baja densidad de triatomíneos, y que serían negativos a la detección por captura manual hora/hombre.

3.4. Diagnóstico y vigilancia clínica y epidemiológica a los habitantes de la localidad.

A la totalidad de habitantes de la región se les aplicará una encuesta clínico-epidemiológica, con el propósito de describir las variables de persona, lugar, condiciones higiénico-ambientales y aspecto clínico, entre otras, que permitan conocer los aspectos que condicionan o favorecen la transmisión en la zona.

Se visitará la totalidad de las viviendas del área de influencia. A cada persona se le realizará un examen clínico y a aquellas que presenten taquicardia, signo de romaña, chagoma de inoculación y adenopatías, lo mismo que a los menores de 10 años, se les realizará un estudio completo que consiste en toma de sangre para serología, gota gruesa y hemocultivo y se les aplicará una prueba de xenodiagnóstico. Además, se determinará el título de anticuerpos en suero por Inmuno Fluorescencia Indirecta (IFI) a toda la población, con el propósito de detectar la prevalencia de la enfermedad en la zona y los casos positivos.

4. Fase de intervención y control

Una vez conocido los aspectos biológicos, ecológicos y entomológicos involucrados en la transmisión o riesgo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* a los habitantes del lugar, se procederá a determinar las medidas de intervención requeridas y adecuadas para prevenir la presentación de casos de Enfermedad de Chagas en la región y para controlar algunos de los factores de riesgo que potencializan o conllevan a la transmisión de la enfermedad en la región.

La intervención se realizará por parte de la Unidad Local de Salud con el apoyo y asesoría de la Sección de Entomología Médica del LDSP (III Nivel de Referencia) y de la Dirección de Salud Ambiental (Nivel Central de Referencia).

El riesgo de infección humana por *T. cruzi* está directamente relacionado con la densidad de triatomíneos en la vivienda, por lo tanto las acciones de control y prevención están centradas en el intra y en el peridomicilio.

El control químico de los triatomíneos comprende las fases de ataque, consolidación y vigilancia. Las acciones de ataque se dirigen a la disminución de la población de triatomíneos domiciliarios. La consolidación se continúa inmediatamente con el propósito de mantener los efectos logrados

por el insecticida detectando y tratando los focos residuales y las reinfestaciones, y la vigilancia se mantiene en los casos en donde la población de triatomíneos permanece baja. El esquema de tratamiento químico debe ser seleccionado de acuerdo a las características del área a tratar, a la densidad de vectores presentes y a los estadios a tratar (ovicidas y adulticidas).

En los lugares en donde se presente domiciliación de triatomíneos y se detecte resistencia a alguno de los químicos aplicados, se recomienda el control biológico, para lo cual se ha propuesto el uso de microhimenópteros, arañas, nemátodos, hongos, gregarinas y virus, organismos que deben ser bien evaluados antes de su aplicación.

Posterior al control se debe efectuar una evaluación entomológica, la cual se efectúa mediante búsqueda de los triatomíneos en las viviendas. Los resultados se expresan mediante indicadores entomológicos.

Existen varios **indicadores de riesgo de transmisión** que permiten una oportuna evaluación y seguimiento del sistema de vigilancia en una zona:

1. Que el insecto vector esté presente. La presencia del vector es condición suficiente para la vigilancia, para lo cual se hace indispensable el conocimiento de la dispersión del insecto en el área a vigilar, ya sea paraje, vereda o municipio. La dispersión se calcula por la fórmula:

$$\text{Dispersión} = \frac{\text{No. de localidades infestadas}}{\text{No. de localidades investigadas}} \times 100$$

2. Que el insecto vector esté infectado. La infección natural en el insecto es un elemento de alerta que orienta en la definición de las acciones a seguir. Se calcula por la fórmula:

$$\text{Índice de Infección} = \frac{\text{No. de insectos infectados}}{\text{No. de insectos estudiados}} \times 100$$

3. Que el insecto vector colonice la habitación humana. La infestación domiciliaria y peridomiciliaria permite conocer la distribución y el grado de concentración del vector dentro de determinada área o lugar. Se estima mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice de Infestación domiciliaria} = \frac{\text{No. Domicilios con triatomíneos}}{\text{No. Domicilios evaluados}} \times 100$$

$$\text{Indice de infestación Peridomiciliaria} = \frac{\text{No. de peridomicilios infestados}}{\text{No. de peridomicilios investigados}} \times 100$$

$$\text{Indice de colonización} = \frac{\text{No. de domicilios con ninfas de triatominos}}{\text{No. de domicilios con triatominos}} \times 100$$

$$\text{Indice de densidad} = \frac{\text{No. de triatomíneos capturados}}{\text{No. de domicilios evaluados}}$$

$$\text{Indice de hacinamiento} = \frac{\text{No. de triatomíneos capturados}}{\text{No. de domicilios con triatomíneos}}$$

$$\text{Infección relativa} = \frac{\text{Casa con triatomíneos positivos}}{\text{Casas con triatomíneos}}$$

Estos indicadores informan sobre el avance, permitiendo monitorear las actividades.

5. Fase de Vigilancia permanente y preventiva

5.1. Vigilancia Entomológica

Los índices permiten el mantenimiento de una vigilancia continua; se interpretan de la siguiente forma:

- Si el índice de infestación es menor del 10%, solo se tratan las viviendas positivas y las que se encuentren en un radio de 50 metros alrededor de éstas.
- Si el índice está entre el 10% y el 30%, se evalúa la totalidad de las viviendas y se tratan las positivas.
- Si el índice es superior al 30%, se trata la totalidad de las viviendas.

La vigilancia continua se puede realizar mediante el uso de 2 a 3 biosensores por vivienda, los cuales deben ser revisados cada tres meses (Manual CIDEIM), tal como se explicó. Esta vigilancia se debe hacer inmediatamente después de terminar la fase de diagnóstico y vigilancia inicial y

simultáneamente con la fase de intervención y control, para lo cual se realizarán las siguientes acciones:

Encuesta entomológica y de reservorios. Esta actividad será realizada por el Auxiliar de Saneamiento y Promotor rural de salud del área a vigilar. Consistirá en la aplicación de las encuestas entomológica y de reservorios a cada una de las viviendas de la región en vigilancia, con periodicidad trimestral en las viviendas positivas y semestral en las viviendas negativas, con los respectivos muestreos. La detección de infestación permanente ó temporal en las viviendas deberá conducir a la captura inmediata, o en los días posteriores, de los triatomíneos de la vivienda, con el propósito de remitirlos para su respectiva identificación a la Sección de Entomología del LDSP.

El hallazgo de infestaciones nuevas implicará la realización de la fase inicial de diagnóstico y vigilancia en la vivienda y la aplicación de las medidas de intervención.

A los animales domésticos se les tomará muestra de sangre, para separar el suero que deberá ser remitido refrigerado al LDSP para su procesamiento, y gota gruesa para su coloración y lectura.

5.2. Vigilancia a reservorios domésticos

La información sobre reservorios se incluirá dentro de una encuesta; se les tomará muestra de sangre para IFI y gota gruesa. Esta acción será realizada por personal de la Unidad Local (Promotores rurales de salud) con la coordinación de la Sección de Entomología del LDSP, cada trimestre en aquellas viviendas donde se registre la presencia de triatomíneos y cada semestre en las viviendas negativas. Las muestras serán enviadas a la Sección de Entomología, según el procedimiento que se indica: luego de tomar 5 ml de sangre se separa el suero y se congela para su envío; los frascos se deben colocar verticalmente en un pequeño recipiente de icopor o en un termo con enfriadores; las gotas gruesas deben ser precoloreadas con Azul de metileno.

Si en una vivienda se detecta presencia de triatomíneos y reservorios domésticos positivos, se impartirá la recomendación pertinente.

Puesto que la **participación de la comunidad en la vigilancia** es una garantía de éxito del programa, se capacitará a algunos de los habitantes de la vivienda con el propósito de que realicen periódicamente la búsqueda mensual de triatomíneos en el intra y en el peridomicilio y de que notifiquen en forma inmediata la infestación (permanente ó temporal) de la vivienda a la

promotora rural de salud, o en su defecto a la Unidad de Salud Local, procurando a su vez el transporte de los triatomíneos, que serán remitidos por la Unidad Local a la Sección de Entomología Médica del LDSP. Para ésta acción se utilizarán biosensores.

5.3. Vigilancia Clínica y Epidemiológica de los habitantes de la localidad

Se realizará mediante las siguientes acciones:

a. Aplicación de una encuesta clínica cada seis meses a los habitantes de aquellas viviendas de la región de vigilancia que presenten antecedentes de infestación permanente o temporal, detectada en el muestreo entomológico, con el propósito de determinar la presentación de posibles casos nuevos de la enfermedad en la región. La encuesta será llenada por un médico. La presentación de signos o síntomas sospechosos de la enfermedad en un paciente, es criterio suficiente para que se remita a la Unidad Local, en donde se le tomarán los exámenes de laboratorio para el diagnóstico y, en caso requerido, se enviará al Nivel II o III de referencia.

b. Participación de los habitantes en la vigilancia clínica. Mediante actividades educativas dirigidas a los habitantes de la región en vigilancia, se darán a conocer los principales signos y síntomas de la enfermedad, que deberán convertirse en objeto de autocuidado personal y familiar, con el propósito de motivar la consulta precoz y oportuna, ante la sospecha de la infección aguda por *Trypanosoma cruzi* en los adultos o niños de la vivienda.

6. Registro de la información

El registro sistemático y ordenado de la información, lo mismo que su conservación y archivo, posibilitará despejar dudas, corroborar datos, mirar prospectiva y retrospectivamente la evolución de las actividades, entre otras opciones. Para consignar la información que se genere, se deben elaborar formularios ágiles y comprensibles, debidamente identificados y sometidos a una prueba piloto.

BIBLIOGRAFIA

ALZATE, G., BOTERO, F., RAMIREZ, L.E. 1988. Tripanosomiasis Americana en perros: Informe de un caso. Rev. Actualidades Biológicas. Vol. 17 (63): 28-31.

- BERNAL, G., HERNANDEZ, N., DE MORENO, E. y Cols. 1990. Características geográficas Antioquia. Inst. Agustín Codazzi. pp. 49-56.
- BRICEÑO-LEON, R. 1990. La Casa Enferma. Sicología de la Enfermedad de Chagas. Ed. Acta Científica Venezolana Consorcio Ediciones capriles. C.A. Caracas pp 149.
- BOTERO, D y RESTREPO, M. 1984. Parasitosis humanas. Ed. CIB. Medellín. pp 379.
- DA ROCHE e SILVA. E.O., Rehder de Andrade, J., RODRIGUEZ, V.L. 1978. Investigacao de foco, umadas atividades das campanhas de controle dos transmissores da tripanossomiase americana. Rev. Saude publ. S. Paulo. 12: 425-431.
- D'ALESSANDRO, A.1974. El problema de la enfermedad de chagas en el Hemisferio Occidental. Bol. Oficina Sanitaria Panamericana. pp. 242 - 247.
- ESPINAL, L.F. 1985. Geografía Ecológica del departamento de Antioquia (zonas de vida formaciones vegetales) del departamento de Antioquia. Rev. Fac. Nacional Agronomía. Medellín. pp 106.
- FORATTINI, O., SOARES-BARATA, J.M., DELLATORRA, C. e BURALLE, G. 1982. Notas e informacoes. Nota sobre domiciliacao de *Panstrongylus megistus* no litoral sul do Estado de Sao Paulo, Brasil. Rev. Saud. Publ., S. Paulo. 16: 127-132.
- FUNDACION CENTRO INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO E INVESTIGACIONES MEDICAS. Fundación CIDEIM. 1994. Manual de Entomología Médica para Investigadores de America Latina. Ed. Bruno L. Travi y James Montoya Lerma. Co-editor J. Bruce Alexander. Cali. Colombia. pp. 217 - 280.
- MANWELL, R. 1968. Introduction to Protozoology. Dover publications. New York. p 395-407.
- OPS/PNSP/92-18. OPS/HPC/HCT/93.2. Rev. Soc. Brasileira de Med. Trop 26(suplemento III):7-13. 1993.
- PETANA, W. 1978. La Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) en el Caribe. Bol. Of. Sanit. Panam. 85 (4): 300-305.

REY, L. 1991. Parasitologia. Ed Guanabara Hoogan. S.A. R.J.

RODHAIN, F., PERES, C. 1985. *Precis D'entomologie Medicale et Veterinaire*. Maloine SA. Paris.

SHERLOCK, J.A. 1979. Trypanpsoma cruzi e Doenca de chagas. Ed Guanabara. R.J. p 42-88.

WOLFF, M., ARBOLEDA, J., GONZALEZ, C., MANOTAS, L., RUEDA, A. 1994. Estudio tripanosomiasis Americana. Municipio de Amalfi, Vereda Montebello. Bol. Epid. Ant. año XIX: 302-305.

W/H/O. 1987. Meeting on Research needs in the field of chagas's disease vector control.

ESTRATEGIA DE ATENCION PRIMARIA PARA EL CONTROL DE MALARIA URBANA EN BUENAVENTURA. ESTUDIO ENTOMOLOGICO EN UN AREA MALARICA DE LA COSTA PACIFICA COLOMBIANA

V. A. Olano*, G. Carrasquilla** & F. Méndez***

* Laboratorio de Entomología, Instituto Nacional de Salud, Avenida Eldorado Carrera 50, CAN, Santa Fe de Bogotá, D.C.

** Médico Epidemiólogo, División de Salud, Fundación FES, Carrera 5a 6-05, Cali - Valle.

*** Médico Epidemiólogo, Secretaría Departamental de Salud del Valle, Edificio de la Gobernación, Carrera 8 Calle 10, Cali - Valle.

La malaria humana o paludismo, enfermedad la cual constituye un grave problema de salud pública en Colombia, es una parasitosis producida por protozoarios del género **Plasmodium** y transmitida en la naturaleza sólo por la picadura de mosquitos hembras del género **Anopheles**. Este género pertenece a la subfamilia Anophelinae (Diptera: Culicidae) la cual involucra un poco más de 400 especies en el mundo, de las cuales aparecen registradas 41 en Colombia, según el Servicio de Erradicación de la Malaria (SEM) (Suárez, 1988). Para el Litoral Pacífico se han registrado 21 especies de **Anopheles**, de las cuales las especies **Anopheles (N) albimanus**, **Anopheles (N) punctimacula**, **Anopheles (K) neivai** y **Anopheles (N) nuñeztovari** han sido reportadas en la cabecera municipal de Buenaventura (Barreto, 1971; Fajardo, 1983; Gast-Galvis, 1943; Quiñones, 1987; SEM, 1957).

En esta ciudad, considerada como el principal puerto colombiano sobre la Costa Pacífica se venía registrando un alto número de casos de malaria urbana (576 en el año de 1987, 3296 y 2017 casos en los años de 1991 y 1992 respectivamente) (Méndez, 1994), razón por la cual se inició un proyecto para la aplicación de la estrategia de atención primaria para el control de malaria en el área urbana de Buenaventura, el cual comprende el diagnóstico e intervención integral teniendo en cuenta aspectos epidemiológicos, entomológicos, de servicios de salud y de conocimientos, creencias y prácticas de la comunidad con relación a malaria. Entre los objetivos del estudio entomológico figuran el determinar cuáles son las especies de anofelinos que están transmitiendo los diversos **Plasmodium**, conocer la distribución de estas especies, sitios de cría de las formas inmaduras, comportamiento de las formas adultas y evaluación de diferentes medidas de intervención para un control integral de los anofelinos (control físico, biológico).

La localidad de Buenaventura se encuentra a 7 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 28°C; la precipitación media anual es de 7789 milímetros (Diccionario Geográfico Agustín Codazzi, 1971). Su área municipal es de

6078 Kms² y dista 142 kilómetros de la ciudad de Cali. Su actividad económica gira alrededor del movimiento portuario. Tiene minas de oro, platino y carbón; la explotación forestal, pesca marina y fluvial son también de

importancia económica. Aun cuando la agricultura no está muy desarrollada se encuentran plantaciones de cacao, caña de azúcar y arroz.

Esta investigación se está realizando en el área urbana de Buenaventura y en el área rural cercana (localidades de Sitronella, Zacarías, Gamboa, La Jaci, La Gloria y Variante Madroñal) y comprende un estudio entomológico descriptivo realizado entre junio de 1993 y mayo de 1994, y las medidas de intervención y vigilancia entomológica iniciadas durante 1994 las cuales se continúan durante 1995.

La búsqueda de las formas inmaduras (larvas y pupas) de los anofelinos se llevó a cabo inspeccionando todos los criaderos potenciales (naturales y artificiales) para estos mosquitos. Se utilizó la metodología de la OMS (WHO, 1975) la cual, consiste en sumergir un cucharón diez veces en la colección que se está investigando por m² de superficie. Las larvas recolectadas y rotuladas se guardaron en cápsulas con alcohol al 70%. Todos los registros entomológicos se consignaron en formularios diseñados para esta investigación. En el laboratorio el material recolectado se procesó utilizando la metodología de Forattini, 1962, y se identificó por medio de las claves de Suárez, 1988 y Cova García 1961.

Para muestrear poblaciones de adultos se utilizaron diferentes metodologías: capturas con trampa Shannon, capturas en abrigo animal, capturas en humanos, capturas con cebo animal y capturas con trampa CDC (Luz). Se seleccionaron lugares de muestreo en los diferentes barrios del área urbana y en el área rural cercana, de acuerdo al número de casos de malaria, como también a la presencia de criaderos cercanos al lugar escogido para la captura. Para la identificación del material recolectado se utilizaron las claves taxonómicas de Suárez, 1988 y Cova García, 1961. Se organizó la colección de referencia. El resto del material recolectado e identificado se está procesando por la técnica de ELISA para determinar su infectividad con **Plasmodium**.

Se encontraron en el área urbana de Buenaventura un total de 469 criaderos potenciales para **Anopheles**, de los cuales en 28 se encontraron formas inmaduras de estos mosquitos. De

estos, 26 se encontraron en la comuna 12 (área urbana) la cual presenta el mayor número de casos de malaria en Buenaventura. En el área rural (Sitronella, Zacarías y Gamboa) se encontraron 20 criaderos positivos de un total de 80 potenciales. El 76% del total de larvas recolectadas en la zona urbana correspondió a la especie **Anopheles albimanus**. Los estanques para peces y/o camarón, excavaciones para minería y lagunas figuran como algunos de los hábitats más importantes para esta especie. En la localidad de Sitronella el 98% de las formas inmaduras recolectadas correspondió a la especie **Anopheles nuñez-tovari**; las charcas de agua lluvia, lagunas y estanques para peces y/o camarón fueron los lugares en los cuales se halló con más frecuencia este mosquito. Larvas de la especie **Anopheles (K) neivai** se encontraron en una bromelia (quiche) de un total de 27 examinadas. Las especies **Anopheles albimanus** y **Anopheles nuñez-tovari** se consideran en Colombia vectores primarios de malaria; la especie **Anopheles neivai** se considera vector secundario (Carvajal, 1989; Fajardo, 1987; Herrera, 1987; Muñoz, 1947).

Seis especies de **Anopheles** adultos fueron recolectadas en el área urbana de Buenaventura **Anopheles albimanus**, **Anopheles nuñez-tovari**, **Anopheles neivai**, **Anopheles rangeli**, **Anopheles aquasalis** y **Anopheles triannulatus**. La primera de las especies mencionadas presenta el mayor porcentaje de hembras recolectadas (90%). Resultados diferentes se encontraron en la localidad de Sitronella, en donde el mayor porcentaje de anofelinos recolectados correspondió a la especie **Anopheles nuñez-tovari** (79%). Esto estaría acorde con la distribución observada para las formas inmaduras. Con relación a la densidad de adultos/Mes, la especie **Anopheles albimanus** presentó durante el mes de marzo de 1994 la más alta tasa de picadura, mientras la especie **Anopheles nuñez-tovari** en Sitronella presentó la mayor densidad durante el mes de febrero de 1994. Las dos especies mencionadas presentan una mayor actividad de picadura en las primeras horas de la noche. Al comparar la fluctuación de la densidad de **Anopheles albimanus** con relación a las lluvias, se encontró que cuando aumentan las lluvias se presenta una disminución de la densidad en los siguientes dos meses (correlación negativa).

Con relación a la determinación de la infectividad de las especies de **Anopheles** recolectadas se ha encontrado un lote de **Anopheles albimanus** positivo con **Plasmodium vivax**. No se ha procesado todo el material recolectado.

Medidas de intervención físicas en criaderos de anofelinos (drenaje, rellenos, limpieza de malezas), se están desarrollando en el área urbana y rural con participación activa de la

comunidad, como también se está evaluando agentes biológicos tales como el **Bacillus thuringiensis** y el **Bacillus sphaericus** GRISELESF cepa 2362.

El proyecto APLICACION DE LA ESTRATEGIA DE ATENCION PRIMARIA PARA EL CONTROL DE MALARIA URBANA EN BUENAVENTURA, hace parte del Programa TDR/RSG financiado por el Grant (920405) de la Organización Mundial de la Salud y por la Fundación FES de Cali. En el estudio entomológico el Instituto Nacional de Salud y la Unidad Administrativa Especial de Campañas Directas (antiguo SEM) han sido entidades cofinanciadoras. La Universidad del Valle, la Fundación para el desarrollo integral campesino FUNDIC, la Scretaría Municipal, el Hospital regional y la Unidad Ejecutora de Saneamiento de Buenaventura son otras instituciones que están participando en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barreto P. 1971. Distribución de mosquitos **Anopheles** en el departamento del Valle del Cauca. Acta Médica del Valle. 2: 45.
- Carvajal H., Herrera M.A de, Quintero J., Alzate A., Herrera S., 1989. **Anopheles neivai**: a vector of malaria in the Pacific lowlands of Colombia. Transactions of the Royal Society of Trop. Med. and Hygiene. Vol. 83 (5): 609.
- Cova García, P. 1961. Notas sobre los anofelinos de Venezuela y su identificación. 2da. Edición.
- Diccionario Geográfico de Colombia. 1971. Instituto Geográfico "Agustin Codazzi". Tomo I.
- Fajardo, P., Barreto P., Suárez M.F. 1983. Anofelinos de Córdoba (Buenaventura) Colombia. Vol 14 (2y3): 99
- Fajardo, P., Alzate, A., 1987. **Anopheles nuñez-tovari** como vector de malaria en el bajo Calima, Buenaventura. Colombia Médica. Vol. 18 (1):14-18.
- Forattini O.P. Entomlogia Médica. 1962. Vol 1.
- Gast-Galvis A. 1943. Biología y distribución geográfica de los anofelinos en Colombia. Rev. Fac. Med. Vol. 12: 53

- Herrera S., Suárez M.F., Sánchez G.I., 1987. Uso de la técnica inmuno-radiométrica (IRMA) en **Anopheles** de Colombia para la identificación de esporozoitos de **Plasmodium**. Colombia Médica. Vol. 18 (1): 1.
- Méndez F., Carrasquilla, G., 1994. Epidemiología de la Malaria en el área urbana de Buenaventura. Análisis de la ocurrencia en el período 1987-1993. En preparación.
- Muñoz F. 1947. **Anopheles (K) neivai** como vector de malaria en el municipio de Buenaventura. Tesis de grado en Ciencias de la Educación. Bogotá.
- Quiñones M.L., Suárez M.F., Fleming G.A., 1987. Distribución y bionomía de los anofelinos de la Costa Pacífica de Colombia. Colombia Médica, Vol. 18 (1): 19.
- Servicio de Erradicación de la Malaria. 1957. Plan de Erradicación de la Malaria. Ministerio de Salud. Bogotá. Vol. II.
- Suárez, M.F., Quiñones, M.L., Fleming, G.A., 1988. Revisión de algunos aspectos entomológicos de malaria en Colombia (Documento interno Servicio Erradicación de la Malaria).
- Suárez, M.F., Quiñones, M.L., Robayo, M.A. 1988. Clave para determinación taxonómica de larvas y adultos hembras de los principales anofelinos de Colombia. Dirección de Campañas Directas. Ministerio de Salud.
- World Health Organization, 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria. Part I.

DIFICULTADES Y DESAFIOS EN EL CONTROL DE VECTORES DE ENFERMEDADES EN COLOMBIA

Marco F. Suárez

Instituto de Inmunología del Valle, Universidad del Valle, Cali

Se reconoce que las estrategias de control de las enfermedades transmitidas por insectos, han tenido un éxito limitado. Sin embargo, el público espera que las autoridades de salud respondan al control de estas enfermedades y al manejo de las epidemias de una manera enérgica y competente. En esta presentación quiero destacar las dificultades y los desafíos en el control de vectores de enfermedades en Colombia, enfatizando en Malaria y Dengue.

Mientras la Malaria y el Dengue se expanden en silencio, en Colombia, no estamos enfrentando el control de estas enfermedades con suficiente coraje y energía. Es visible la falta de liderazgo, el cual contrasta con la pobre gestión, la cual justifican en la asignación insuficiente de recursos, olvidando que ante una gerencia caótica, nunca alcanzarán los recursos. Todo esto aunado a los cada vez menos recursos humanos capacitados, menguando la calidad de lo poco que permanece, luego de la desbandada, producto de la descentralización. Podría decirse que hay un progresivo sentido de impotencia e impaciencia por las fallas de la sociedad moderna, representada en los organismos de salud, para detener el flujo creciente de estas enfermedades.

¿Cómo se justifica que un país donde están presentes enfermedades como la Malaria, el Dengue, La Fiebre Hemorrágica del Dengue, la Leishmaniasis, Fiebre Amarilla, Onchocercosis y la Enfermedad de Chagas no se estén preparando los profesionales necesarios para enfrentar esta situación? Las universidades colombianas, en el mejor de los casos ofrecen en sus curriculum durante la preparación de profesionales relacionados con éstos asuntos, una clase, usualmente dentro de la cátedra de parasitología, para cubrir todos los aspectos entomológicos de estas enfermedades. Es más, los programas de postgrado de las Escuelas de Salud Pública de universidades como la Nacional, el Valle y Antioquia, orgullosas de sus programas de vanguardia y la calidad de sus egresados, no incluyen en su pensum cátedras sobre los aspectos entomológicos de estas enfermedades y menos sobre las estrategias de control y los métodos de evaluación de tales medidas.

Paralelo a este panorama, estamos asistiendo a la clausura del Servicio de Erradicación de la Malaria (SEM) y a la implementación de programas locales de "control" en cumplimiento

del mandato de descentralización. Al proceso de descentralización se le sumó la prohibición del uso del DDT en el control de los vectores de malaria en las áreas técnicamente recomendables y la carencia de recursos humanos competentes en todos los niveles, para asumir cabalmente la responsabilidad encomendada al nivel local.

Además de estas consideraciones conceptuales que tienen que ver más con la política, existen otras dificultades de carácter técnico. Las estrategias de control siempre estuvieron cimentadas en el control químico y las evaluaciones sustentadas en las coberturas operacionales. En los últimos años ha aumentado el discurso para prestar auténtica atención a la educación en salud y enfatizar más la participación comunitaria para el manejo del ambiente en el control de los vectores. Sin embargo, para llevar a la práctica esta modalidad, no existe una receta, por lo que pocos se atreven a incursionar con decisión y a invertir en la valoración de esta estrategia de control y además, los resultados no son inmediatos. No obstante, hay que reconocer también que los tiempos han cambiado. La invasión de la privacidad limita las acciones de control dentro de la vivienda por agentes extraños a la comunidad. Aunque en Colombia hay esfuerzos aislados muy valiosos en esta vía, todavía prevalece el discurso. De todas maneras, la apreciación sobre los logros, esta basada en parámetros entomológicos como la reducción de los índices de larvas o el porcentaje de mosquitos adultos eliminados, en el caso del Dengue. Sin embargo, inexplicablemente han recibido escasa atención 2 tópicos relevantes. Primero, el desconocimiento de metas que indiquen hasta cuánto debe suprimirse un vector para controlar la enfermedad. Por ejemplo en dengue, solamente tenemos una idea imprecisa del límite al cual se debe reducir la población del mosquito *Ae. aegypti*, de tal modo que podamos prevenir la transmisión epidémica. Más aún, en áreas donde el dengue es endémico, la eliminación exitosa del vector hará que este límite sea un objetivo más difícil de alcanzar. Esto se debe, a que al proteger al huésped humano se reduce la inmunidad colectiva y así se reduce la población mínima de vectores necesaria para la transmisión epidémica. El ejemplo más citado es el de Singapur (WHO, 1991)), en donde a pesar de ser uno de los lugares con el mejor y más efectivo método de control de dengue en el mundo, se presentaron recientes epidemias con mínimas poblaciones de vectores, lo que ilustraría este efecto. En segundo lugar, en términos prácticos, cualquier metodología que no venga acompañada de un riguroso análisis de costos no tiene sentido. Debe calcularse e incluirse en el análisis de las estrategias de control, el desembolso de capital, la depreciación de los equipos, las facilidades de infraestructura, el almacenamiento de los insumos, el mantenimiento, los combustibles, los salarios y los beneficios marginales, además de cualquier otro gasto relevante. Para nadie es un secreto, cómo mucha programación de actividades en el SEM, entre las cuales estaban el rociado con insecticidas,

fracasaron por la interrupción laboral forzadas por huelgas exigiendo el pago oportuno de salarios. Tampoco es desconocido el pobre mantenimiento de los equipos y la inoportunidad en la disposición de los insumos. La pregunta es si todas estas dificultades ampliamente diagnosticadas van a ser resueltas por el mero hecho de la descentralización de las actividades de control de las enfermedades transmitidas por vectores.

Las dificultades y desafíos planteados en el control de vectores ha sido una preocupación constante acrecentada periódicamente por el incontenible aumento de estas enfermedades. Halstead (1988), subrayó varios factores responsables del fracaso para iniciar o implementar exitosamente los programas de erradicación o control de *Ae. aegypti*, los cuales son válidos para otros vectores. Señaló, además de los limitados recursos financieros, otros factores como el deseo de encontrar soluciones fáciles, el deterioro de las destrezas técnicas y gerenciales; el aumento de la extensión del problema, la corta memoria de los humanos y las expectativas de fracaso, los cuales también encajan en el contexto colombiano. Explicó cada punto. En el primero indicó cómo el control de *Ae. aegypti* parece saturado de soluciones simplistas para un problema complejo. Estas soluciones son manifiestas en la fácil asunción de que el público puede ser educado sin mayores esfuerzos en el control y comportamiento de los vectores. Y es así, como se introducen afiches a color, cartillas, pautas de radio y televisión independientemente del programa global e integral de control de vectores. Además, estos esfuerzos educativos no son evaluados adecuadamente, y cuando lo hacen, los resultados no son alentadores. Otra solución facilista ha sido el uso casi indiscriminado, de insecticida aplicado como adulticida a volumen ultra reducido, VUR, (Ultra Low Volume, en inglés), desde aviones o en unidades montadas en carros. Concluye, que el insecticida aplicado por VUR bajo estrictas condiciones controladas y bajo el rigor de las investigaciones, puede ser efectivo en algunas áreas residenciales, pero, cuando es aplicado en los programas rutinarios de control con poca o ninguna evaluación, sin el suficiente rigor, las aplicaciones VUR de adulticidas han defraudado por sus resultados inestables. Adicionalmente, cada día se demuestra que el VUR no es una arma milagrosa. El debate sobre la bondad y las limitaciones de este método continua. De todos modos, dadas algunas limitaciones observadas, su utilización requiere una esmerada planeación, una meticulosa aplicación y una cuidadosa evaluación después del rociado.

Con relación al deterioro en las destrezas técnicas, Halstead (1988), nos recuerda y evoca con nostalgia las famosas brigadas de trabajadores de las campañas anti-*aegypti* de los años 30 y 40 como ejemplo de grupos humanos competentes y experimentados. Numerosos investigadores han hecho notar que los especialistas competentes en control de vectores han

desaparecido del liderazgo de las campañas anti-*aegypti*. Es más, se acabaron las campañas de este tipo.

Hay que reconocer que el escenario donde ocurre la transmisión de Malaria y Dengue se ha ampliado. Varios factores se han sumado para hacerlo más crítico, entre los que se destacan la explosión demográfica, la urbanización y colonización desorganizadas, la ineficiente gestión de los organismos encargado de intervenirlo, y los propios factores específicos de cada enfermedad entre los que se cuentan la resistencia a los insecticidas o el nivel de inmunidad de la poblaciones expuestas a la enfermedad.

Cuando menciona la corta memoria de los humanos, Halstead (1988), se refirió al olvido sistemático de aplicar estrategias y tareas que demostraron su utilidad en el pasado. Reconoce que la especificidad de las técnicas usadas, la disciplina y la organización paramilitar de las campañas fueron las características claves en las cuales se centró la estrategia de erradicación del *Ae. aegypti* en Latinoamérica. Señaló, cómo se ignoraron los pilares que hicieron posible la erradicación, la cual se sustentó en 3 fases, a saber: campañas de limpieza inicial y eliminación de los criaderos accesibles; eliminación de los criaderos en lugares escondidos y menos accesibles y el mantenimiento de un permanente servicio centinela para buscar y eliminar oportunamente la reinfestación. Esta añorada época no volverá entre otras razones, por las nuevas conductas sociales y los costos prohibitivos que hacen que la estrategia esté fuera de contexto en los actuales días. En aquella época el 25 a 30% de la fuerza laboral estaba dedicada a inspeccionar el trabajo que otros hacían. Hoy en el mejor de los casos las acciones están encaminadas a un tratamiento focal alrededor del lugar donde surgieron los casos de dengue.

Refiriéndose a la expectativa de fracaso, Halstead (1988) anotó como se olvidan fácilmente los logros alcanzados en los programas de control de mosquitos, mientras los fracasos no. Este estigma es transmitido quizá de la monumental estrategia de erradicación de Malaria de la tierra. La interminable guerra de guerrillas contra la Malaria instigó la voluntad de los gobiernos a emprender otros programas de control de vectores y retardó el surgimiento de planificación científica de estos programas. La historia del SEM estuvo llena de ejemplos de proyectos que fueron imposibles de evaluar a nivel local y nacional.

En todo esto puede notarse un contrasentido en las estrategias generales de control de estas enfermedades en los actuales días. Mientras de un lado, las agencias financiadoras internacionales respondiendo a la iliquidez, recomiendan que los pocos recursos sean volcados

al tratamiento y al manejo del paciente; los organismos de salud intentan estimular y propiciar acciones tímidas de prevención, más como una secuela de las conductas recomendadas en el pasado. En medio de las bondades de la descentralización, que aún están por verse, en el caso del manejo de la Malaria y Dengue el proceso de descentralización en la fase actual, aborta de entrada cualquier acción preventiva, entre otras razones porque el escaso personal capacitado que permanece en la nueva estructura local, apenas alcanza a cubrir la labor bomberil de apagar los brotes sucesivos que se van sucediendo, sin tener tiempo de pensar en las acciones preventivas. De todos modos, el éxito en llevar a cabo los propósitos de descentralización dependen del soporte político del más alto nivel y de la genuina actitud de cambio en el enfoque que pueda en el nivel local manejar un esquema flexible, costo-efectivo, y sostenible adaptado a las condiciones locales, respondiendo a las capacidades locales para evaluar y seleccionar las medidas de control adecuadas. Guardemos la esperanza de lograrlo con las acciones que se vienen realizando.

Cualquier enfoque dirigido a controlar las enfermedades transmitidas por vectores requiere con urgencia incorporar al quehacer cotidiano, claras acciones de evaluación continua. Sólo así podremos ajustar las intervenciones y conocer el impacto de estas acciones. La evaluación debe incluir todos los componentes del control de vectores, tales como la capacitación, las relaciones con la comunidad, la coordinación, las redes de trabajo, el flujo y seguimiento de la información, el costo beneficio de las medidas aplicadas, la supervisión y por supuesto la ejecución misma de las medidas decididas. En la planificación de cada etapa de un proyecto de esta naturaleza, debe tenerse en mente que los fracasos en el control de vectores, usualmente obedecen a la inadecuada estimación de los costos, la logística, la falta de entrenamiento en todos los niveles, la falta de interés del personal y la comunidad, la falta de equipo y de repuestos, la carencia de insecticidas y la falta de conocimiento sobre la biología y ecología de los vectores del lugar donde se realizan las acciones. Este planteamiento es recogido en la conferencia ministerial sobre Malaria reunida en Amsterdam en octubre de 1992. En dicha conferencia se expresó la urgente necesidad de comprometer en el control de Malaria a todos los gobiernos, a los trabajadores de la salud y del desarrollo, y a la comunidad mundial. Aquí se enumeran solamente los 4 elementos técnicos de soporte para respaldar la Estrategia Global de Control de Malaria para fortalecer el nivel local, así:

- proveer un diagnóstico temprano y oportuno;
- planear y ejecutar medidas preventivas y sostenibles, incluyendo el control de vectores;
- predecir y detectar epidemias, contenerlas y prevenirlas,

- fortalecer la capacidad local en investigación básica y aplicada que permita y promueva la evaluación de la situación de malaria en particular los determinantes ecológicos, sociales y económicos de la enfermedad. (WHO, 1993).

Esta estrategia parece responder a la escasez de recursos y enfoca el tratamiento de Malaria desde una perspectiva global de salud, para lo cual es entendible priorizar la atención individual del enfermo y dejar a un segundo plano las actividades preventivas.

El gran desafío en el control de vectores de enfermedades está en convencer a la dirigencia del país en el gobierno, incluyendo las universidades, de la necesidad de incorporar decididamente la disciplina de la entomología médica como un instrumento para el abordaje integral, del control de estas enfermedades. Desde la perspectiva meramente entomológica se requiere educar y emplear más entomólogos dedicados a la entomología médica, personal dedicado al control; realizar investigaciones para clarificar los complejos de especies, el comportamiento y la ecología característica de los vectores, que pueden mejorar la aplicación de las medidas de control existentes, e investigar métodos alternativos de control incluyendo nuevos productos. Sin la intención de presentar un panorama pesimista necesitamos establecer las metas operacionales soportadas con el análisis económico para decidir si esas metas son alcanzables. Sólo así podremos llegar a una evaluación real y consecuente aplicación de las metodologías disponibles. De no hacerlo, seguiremos condenados a continuar respondiendo anárquicamente, aplicando metodologías importadas recomendadas por las multinacionales que desean vender sus productos. Se han cometido todos los errores pero poco hemos aprendido de ellos. Es aún hora de corregir. Si tan solo se empezara a evaluar cada acción emprendidas y usáramos los resultados en la planificación, estaríamos dando un gran paso en el mejoramiento del nivel de vida deteriorado por estas enfermedades.

Referencias

Halstead S.B. 1988. *Aedes aegypti*: Why can't we control it? **Bull Soc. Vector Ecol.** 13(2):304-311.

World Health Organization. 1991. Dengue in Singapore. **WHO Weekly Epidemiological Record** 14: 99-101.

World Health Organization. 1993. Global Malaria control. **Bull WHO** 71:281-284.

APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR VECTOR CONTROL

C.F.Curtis

London School of Hygiene & Tropical Medicine
London WC1E7HT, England

This paper discusses appropriate technology in the sense used by E.F.Schumacher in "Small is Beautiful", i.e. technology usable by self-reliant village communities with minimal capital expenditure and imports.

Impregnated bednets for malaria vector control

In most tropical countries malaria is by far the most important vector borne disease. In Colombia important work has been done on malaria control by vaccination (Patarroyo et al., 1988; Valero et al., 1993) and by biological control of Anopheles larvae (Rojas et al., 1987). I will be discussing the use of insecticide impregnated bednets for protection against Anopheles adults, but this should not be considered as a method in competition with vaccination or larval control - especially in areas of intense transmission, the integration of these methods may prove to be necessary if the problem of malaria is to be solved.

Bednets were recommended by Ross as a means of malaria prevention soon after his discovery of the mosquito transmission of malaria. However, until the last decade, little was done to attempt to measure the amount of protection that they gave. It well known that where bednets are in use in villages, they are often torn or are used in such a way that mosquitoes can enter or bite through them - indeed entomologists have long known that if they want samples of blood fed Anopheles, the place to look is in villagers' bednets. For this reason attempts were made over the last several decades with DDT or organophosphate insecticides to treat nets to make them a chemical, as well as a physical, barrier. However, it is only with the discovery of pyrethroid insecticides with their rapid effects on insects and high safety margin for humans, that net impregnation has become a practical proposition (Curtis, 1991). It has also been realised that because mosquitoes are attracted to bednets by the carbon dioxide and body odour of sleepers inside them, impregnated nets become baited traps which can kill large numbers of mosquitoes. This can be done for a relatively small expenditure on insecticide to apply a residue

to a few tens of square metres of a family's nets, as opposed to more than a hundred square metres if one carries out conventional spraying of the walls and roof of their house. Netting is a suitable surface to retain an insecticide residue for months, whereas some insecticides are rapidly absorbed by mud walls and some species of *Anopheles* (e.g. *An.nuneztovari*) feed indoors but do not rest on walls. Thus they avoid residues sprayed on walls but would make contact with them on nets in their attempts to reach sleepers.

In several of the village scale trials with impregnated bednets (e.g. Magesa et al., 1991; Jana-Kara et al., 1995) reductions in the population density of the malaria vectors has been demonstrated. In some cases, also, the proportion infective with sporozoites has declined, presumably because of reduction in the proportion living long enough for completion of the sporogonic cycle, and/or because of (i) diversion of mosquitoes to bite animals, from which they cannot pick up human malaria species, (ii) diversion from children to adults (preliminary evidence for this has been obtained by Quiñones et al., in prep.), because of different times at which they go to bed: this may have an effect on the sporozoite rate because adults tend to carry fewer infective gametocytes, (iii) direct effects of sub-lethal doses of pyrethroids on developing *Plasmodium*. For all these reasons the mass adoption of impregnated bednets in a community is to be encouraged because even if one is outside a net the vectorial capacity of the local mosquitoes will have been reduced by their contacts with other people's nets.

The relative importance of the personal protection to the individual net user and the mass killing effect of widespread net use is difficult to evaluate and the question may be summed up by asking "would you prefer to be the only one in a village with a bednet or the only one without one?". Of course it is best to take advantage of both effects and use a net carefully throughout the hours at which mosquitoes bite and encourage a concerted programme of net introduction and impregnation by one's neighbours.

The effectiveness and persistence of different pyrethroid treatments and of different fabrics (cotton or synthetic, bednets or curtains, closely woven or broad mesh netting etc) has been studied by bioassays or with experimental huts. In the former technique, mosquitoes are made to walk on treated fabrics and subsequently scored for mortality. For experimental hut studies structures are used which allow one to trap a proportion of the mosquitoes exiting during the night and dead mosquitoes are protected from scavenging ants etc. so that they can be collected in the morning and observed for whether or not they succeeded in blood feeding during the preceding night. We have used a DNA profiling technique to compare the bloodmeals of fed mosquitoes found in our huts with the blood of the sleepers in the huts. This indicated that the

majority of the mosquitoes had fed on the sleepers in the huts and only a few had fed elsewhere and entered the huts after feeding (Gokool et al., 1994).

Our conclusion (Curtis et al., in press) about different pyrethroids is that a range of compounds can be used with almost equal effect, but the dosage required may differ by a factor of 20 or more. Some of the modern highly potent pyrethroids remain effective for more than a year's domestic use with occasional washing of the net. Vigorous washing of nets rubs off a proportion of a pyrethroid deposit and where frequent washing of nets is the norm it may be best to advise the application of a low dose after each wash to compensate for what has been washed off (Lines, in press). Another possibility is the use of a net into the fibres of which a pyrethroid has been incorporated before weaving of the net (the Olyset net made by the Sumitomo company). After the surface layer of insecticide has been washed off, heating to a temperature achievable in tropical sunshine is reported to be necessary to bring back an adequate deposit of insecticide from the inside to the surface of the fibre. We are carrying out a long-term evaluation of these nets in domestic use. If they are as effective as claimed and are not too expensive they would largely avoid a major problem with sustaining long term impregnated bednet programs - the need to re-impregnate nets every 6-12 months.

We have not found curtains around the open eaves of a hut are as effective as bednets, but other projects in Africa have obtained good results with them. They would be expected to be advantageous where the vector species bites at a time when people are indoors but not yet in bed, as may be the case with species such as An.albimanus.

Comparisons of synthetic and cotton netting show that a given mosquito mortality is achievable at a lower dose of most pyrethroids on synthetic, than on cotton nets. Cotton absorbs more liquid than synthetic fabrics. Thus the same concentration of an emulsion could be used for dipping synthetic or cotton nets - the latter would absorb more, but also need more for the same insecticidal power. This would ease the organisation of a dipping programme where a community owned a mixture of different types of net.

Some people complain about the discomfort of sleeping under a net in a hot climate. For them a net with a 4 mm mesh may be more attractive. Our experiments show that mosquitoes can readily penetrate such netting if it is unimpregnated, but are much impeded by such netting if it is impregnated or has incorporated insecticide. Because such netting provides no physical barrier to mosquitoes, the careful maintenance of the chemical barrier is absolutely essential if the net is not to give a misleading sense of security.

The largest use of insecticidal nets is in China where millions of nets owned by villagers have been treated with deltamethrin annually since about 1987. In Sichuan Province the treatment is done by spraying in situ, but other provincial programmes prefer to take the nets down and to dip them in an aqueous mixture of the insecticide at a dilution calculated to give the desired dosage (15 mg/sq metre) after the net has dried. Remarkable reductions in incidence of P.vivax infections in Sichuan Province and of P.falciparum infections in Hainan Island have been reported (Curtis, 1991).

Because of the millions of nets treated in China, and because of the extensive use of the same compounds in agriculture one might expect a severe risk of resistance. So far our tests on both vector species (An.sinensis and An.anthropophagus) in Sichuan and Hubei Provinces have been re-assuring (Kang et al., submitted). Tests of several hundreds of each species on the W.H.O. discriminating dosage gave 100% mortality. Furthermore, observation of the time for knockdown of mosquitoes walking on a treated net indicated similarity between mosquitoes from areas where nets have been treated annually for 7 years and areas with no malaria and therefore no net treatment programme (about 10 minutes median knockdown time in each case). This does not mean that mosquitoes cannot evolve pyrethroid resistance - we have an artificially selected resistant strain of An.stephensi under study and, in China, a laboratory strain of Culex quinquefasciatus has a greatly delayed knockdown time, reportedly as a result of keeping it in a factory which manufactures anti-mosquito vaporising mats and where the mosquitoes were therefore exposed to volatile pyrethroids over a period of up to three years (Kang et al., submitted).

In Hainan Island, China, and also in the Solomon Islands (Kere et al., in prep.) control of malaria with impregnated bednets has been reported where DDT house spraying was failing. In Assam, India, Jana-Kara et al (1995) have reported a rise in malaria incidence in 3 villages where DDT spraying had been withdrawn, no such trend in 6 villages where untreated nets were introduced, but a marked downward trend in 3 villages where treated nets were introduced.

In research projects comparing nets and spraying, one can generally ensure a high percentage coverage with the designated treatment in each village. However, under operational conditions the question of acceptability to the population of each method becomes crucial. On the whole impregnated bednets are popular with village populations, whereas DDT spraying is not. This may be especially because DDT no longer kills nuisance insects and may even irritate bedbugs and exacerbate the problem, whereas pyrethroid impregnated bednets are very effective against

all nuisance insects so far tested. The question of possible evolution of pyrethroid resistance by bedbugs needs to be kept under review. In Latin America, the possible usefulness of impregnated bednets against Triatomines would seem to be an important question.

Better results are obtained with pyrethroids than with DDT house spraying, but, surprisingly, a direct comparison of house spraying or net treatment with the same pyrethroid compound has not yet been reported. We plan such a comparison in an area of Tanzania with intense malaria transmission, and with multi-drug resistance, over the next few months.

In The Gambia there have been a series of well designed trials of impregnation of nets which are already widely owned in villages. After demonstrating impacts on prevalence of malaria fever, a trial was conducted by Alonso et al. (1993) of the impact on child mortality. Attempts were made by "verbal autopsies" to establish the cause of child deaths, but this was difficult and the main data quoted are for deaths from any cause. These normally peak at the end of the rainy season, which is the only time with appreciable malaria transmission. In a group of villages in which nets were impregnated, the rainy season peak of deaths was completely eliminated whereas in the control villages with widespread use of nets, but without impregnation, the usual rainy season peak was seen. Comparison of the villages indicated a 63% reduction in annual child mortality as a result of net treatment. It had never been thought that such a large fraction of deaths were due to malaria, but there were no other lethal mosquito borne diseases and it appears that the immuno-suppressing effect of malaria infection was preventing many children surviving other conditions such as pneumonia and diarrhoea. Major reduction of the malaria morbidity was enough to allow many children to overcome the effects of these other major child-killers.

Following this remarkable result the Gambian Government has set up a National Bednet Impregnation Programme. This is operated by Village Health Workers. Monitoring of the impact of the first year's operations by D'Allessandro et al. (1995) showed good results in four of the five regions of The Gambia, but for so far unexplained reasons, no impact on infant mortality in the fifth region. Nevertheless, the overall average was a 25% reduction in mortality. The cost per death averted was calculated to be comparable to well-known cost-effective interventions such as measles vaccination. However, the overall cost of net impregnation of \$150,000 was considered beyond the means of the Ministry of Health and an attempt to make the villagers pay for the insecticide was unsuccessful. A large proportion of the cost of the programme was for purchase of the permethrin used for impregnation. This is one of the earlier generation of pyrethroids which requires a relatively high dose. Urgent attention is now being given to lower dose compounds which could probably make this programme more affordable. The problem of

affordability is even more difficult in the many tropical countries where net ownership is much lower than in The Gambia.

The Gambia is only on the fringes of the African malaria problem. Trials are going on in areas such as lowland Tanzania where people receive an average of more than one sporozoite infective positive bite per night and where they build up immunity after suffering many life threatening attacks in childhood. Even if short term impacts can be achieved in such conditions there is reason to fear that this may cause loss of immunity with the threat of attacks of cerebral malaria in older children. Therefore it is suggested that one might integrate malaria vaccination with the use of bednets in the hope that vaccination will replace natural immunity and the bednets will help the vaccine to work by cutting down the normally saturating level of transmission.

Polystyrene beads for mosquito larval control

Mosquito larvae require access to air for respiration and oil has long been used to suffocate the larvae. However, oil is destroyed by bacterial action and is not easily spread on highly polluted water. An alternative type of layer which suffocates larvae is one formed from a floating layer of polystyrene beads. These are not bio-degradable and will form a permanent layer on confined breeding sites such as wet pit latrines, septic tanks, cess pits and water tanks. Such layers have been observed to remain intact for five years or more, but are lost if the site floods. Therefore this method is unsuitable for drains, surface puddles etc. In addition to their effect in suffocating larvae and pupae, they also inhibit further egg laying on the water surface. Expandable polystyrene is widely manufactured for use in the packaging and thermal insulation industries. The beads may be most conveniently transported in their unexpanded state and expanded near where they are required by placing them for a few minutes in boiling water. A layer of expanded beads about 1 cm thick is required, i.e. 10 litres per square metre of water surface. This weighs about 400 gms and costs about \$1.5 which is cost effective provided that one can be confident that the site will remain unflooded and undisturbed for several years.

In the town of Makunduchi, Zanzibar, Tanzania, polystyrene beads were tested for control of Culex quinquefasciatus which were a major pest in the town, as well as being the vector of Bancroftian filariasis (Maxwell et al., 1990). The biting rate was monitored in bedrooms throughout the town for a year with the use of light traps, and surveys were carried out of all pit latrines for the presence of water and of mosquito breeding. A mean of 68 bites per person per night was estimated and 530 of the 1781 pits were found to be breeding sites for at least part of the year. Over a 3 month period in 1988 all these problem pits were treated with polystyrene

bead layers. Over the subsequent year the biting rate dropped by 98.2%. Now the pits in the town are surveyed twice a year to check that the layers are still intact and to find newly dug pits or newly wet pits which require treatment. In this way the mosquito control has been maintained. In 1988, mass treatment of the human population of 12,000 people was carried out with di-ethyl carbamazine against filarial infection which was at a level of 49%. This treatment has not been repeated but had an initial effect of reducing the infection rate to 10%. In the subsequent five years it has declined further to 3% in 1993 due, we believe, to the mosquito control programme preventing re-infection.

Cx quinquefasciatus mosquitoes are a major urban nuisance even in areas where they are not vectors of filariasis. Public opinion understandably demands control of this nuisance and in Dar es Salaam, Tanzania, it was considered necessary to meet this demand to gain public confidence in the malaria control programme which was using an organophosphate. This was effective against its Anopheles target, but not against the far more numerous Culex nuisance mosquitoes which few people distinguished from malaria vectors. An integrated programme of polystyrene treatment of pits and use of the insect growth regulator pyriproxyfen, in more open breeding sites reduced biting by 46-77% (Chavasse et al., 1995).

Where Aedes aegypti breed in tanks etc., polystyrene beads may be useful against it. This would only be feasible where the water outlet is at the bottom. Where water is dipped through the surface, householders would certainly not tolerate application of a floating layer of beads.

Traps for House Flies

It has been generally accepted that House Flies have some role in mechanical transmission of various pathogens and there is now good evidence that they can have a significant role in transmission of diarrhoea due to Shigella (Levine and Levine, 1991). The main evidence comes from two trials of the effects of House Fly control in two developed countries with warm climates - the southern USA and Israel.

The trials in the USA were done in the late 1940s when DDT was still effective against House Flies. The more recent trials in Israel have mainly used simple yeast baited traps as their means of reducing House Fly populations (Cohen et al., 1991). The trials were conducted in two military camps and used a "cross over" design to compensate for any inherent differences between the camps or seasons in prevalence of shigellosis. For the first half of one summer, camp A had fly control and camp B did not. For the second half of the summer, B had the

control measures and A did not. In the next year, B had the control measures for the first half of the summer and A had them in the second half. In the first half of each summer, the amount of shigellosis was highly significantly less where there was fly control. In the second halves of each summer there was no significant difference between the camps. Overall, the rates were 4.2% without control and 1.5% with control and this difference was significant. Because of the careful trial design it is possible to be confident of the overall value of fly control, even though the detailed results suggest that it only had a significant benefit at one season.

In developing countries there are likely to be important routes for Shigella transmission other than flies. It is therefore important to carry out corresponding tests of fly control in several such countries - one is already in progress (D.Chavasse, pers.comm.). If results similar to those of Cohen et al.(1991) are obtained it might promote house flies to the status of the most important insect vector of disease outside the heartland of holoendemic malaria in tropical Africa, where there seems no doubt that the Anopheles vectors of malaria are "public enemy number 1".

References

- Alonso, P.L., Lindsay, S.W., Armstrong, J.R.M., Conteh, M., Hill, A.G., David, P.H., Fegan, G. & Greenwood, B.M. (1991) The effect of insecticide treated bed nets on mortality of Gambian children. *Lancet* 337, 1499-1502.
- Chavasse, D.C., Lines, J.D., Ichimori, K., Majala, A.R., Minjas, J.N. & Marijani, J. (1995) Mosquito control in Dar es Salaam, II. Impact of expanded polystyrene beads and pyriproxyfen treatment of breeding sites of Culex quinquefascistus.
- Cohen, D., Green, M., Block, C., Slepon, R., Ambar, R., Wasserman, S.S. & Levine, S. (1991) Reduction of transmission of shigellosis by control of house flies. *Lancet* 337, 993-997.
- Curtis, C.F., ed. (1991) *Control of Disease Vectors in the Community*, Wolfe, London.
- Curtis, C.F., Myamba, J. & Wilkes, T.J. (in press) Comparison of different insecticides and fabrics for anti-mosquito bednets and curtains. *Med.Vet.Ent.*
- D'Allessandro, U, Olaleye, B.O., McGuire, W., Langerock, P., Bennett, S., Aikins, M.K., Thomson, M.C., Cham, M.K., Cham, B.A. & Greenwood, B.M. (1995) Mortality and

- morbidity from malaria in Gambian children after introduction of an impregnated bednet programme. *Lancet*, 345, 479-483.
- Gokool, S., Curtis, C.F. & Smith, D.F. (1993) Analysis of mosquito bloodmeals by DNA profiling. *Med.Vet.Ent.* 7, 208-215. Jana-Kara, B.R., Wajihullah, Shahi, B., Vas Dev, Curtis, C.F. & Sharma, V.P. (1995) Deltamethrin impregnated bednets against Anopheles minimus transmitted malaria in Assam, India. *J.Trop.Med.Hyg.* 98, 73-83.
- Kang Wanmin, Gao Bin, Jiang Huixian, Wang Hao, Yu Tao, Yu Pinhong, Xu Bozhao & Curtis, C.F. (submitted) Tests for possible effects of selection by domestic pyrethroids in culicine and anopheline mosquitoes in Sichuan and Hubei, China. *Ann.Trop.Med.Parasitol.*
- Levine, O.S. & Levine, M.M. (1991) Houseflies as mechanical vectors of shigellosis. *Rev.Inf.Dis.* 13, 688-696.
- Lines, J.D. (in press) Making insecticide treated fabrics widely available - technical issues and choices. IDRC/WHO-TDR initiative "Towards a strategic implementation agenda on insecticide impregnated bednet interventions".
- Magesa, S.M., Wilkes, T.J., Njunwa, K.J., Mnzava, A.E.P., Myamba, J., Kivuyo, M.D.P., Hill, N., Lines, J.D. & Curtis, C.F. (1991) Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria, 2. Impact on mosquito populations. *Acta Tropica* 49, 97-108.
- Maxwell, C.A., Curtis, C.F., Haji, H., Kisumku, S., Thalib, A.I. & Yahya, S.A. (1990) Control of Bancroftian filariasis by integrating therapy with vector control using polystyrene beads in wet pit latrines. *Trans.Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 84, 709-714.
- Patarroyo, M.E., Amador, R., Clavijo, P., Moreno, A., Tascon, R., Franco, M.A., Murillo, L., Ponton, G. & Trujillo, G. (1988) A synthetic vaccine protects against challenge with asexual blood stage of *P.falciparum* malaria. *Nature* 332, 158.
- Rojas, W., Northrop, J., Gallo, O., Montoya, A.E., Montoya, F., Restrepo, M., Nimnich, G., Arango, M. & Echavarría, M. (1987) Reduction of malaria prevalence after introduction of Romanomermis culicivorax in larval Anopheles habitats in Colombia. *Bull.Wld.Hlth.Org.* 65, 331-336.

Valero, M.V., Amador, L.R., Galindo, C., Figueroa, J., Bello, M.S., Murillo, L.A., Mora, A.L., Patarroyo, G., Rocha, C.L., Rojas, M., Aponte, J.J., Sarmiento, L.E., Lozada, D.M., Cornell, C.G., Ortega, N.M., Rosas, J.E., Alonso, P.L. & Patarroyo, M.E. (1993) Vaccination with Pf66, a chemically synthesised vaccine, against Plasmodium falciparum malaria in Colombia. Lancet 341, 705-710.