

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 44

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1994

NUMERO 2

CODEN:TURRAB 44(2):77-128

Fall armyworm and neotropical cornstalk borer on sorghum and maize intercropped with legumes in Honduras. M. T. Castro, H. N. Pitre, D. H. Meckenstock	77
Porcentajes de daño por insectos en fustes de especies maderables. H. E. Giganti	87
Factores en la germinación de dos especies anuales forrajeras de la región semiárida argentina. D. E. Fresnillo F., O. A. Fernández, C. A. Busso	95
Respuesta de <i>Brachiaria brizantha</i> a roca fosfórica en suelos vírgenes y encalados. I. López de Rojas, O. Martínez R.	100
Delineation of agricultural systems in a major tropical area of cacao production (Barlovento, Venezuela) by means of multivariate analysis. M. Barrios, L. Arias, J. J. San José	105
Assessment of different insecticides for the suppression of an outbreak of <i>Leucoptera coffeella</i> in Jamaica. J. C. Reid, D. E. Robinson	112
Heat treatment for enhanced responsiveness of dormant axillary buds of pineapples. V. F. A. Broomes, F. A. McEwan	117
Comercialización de leche y carne de caprinos en la comarca lagunera, México. G. Hoyos F., H. Salinas G.	122
Reseñas de libros	94, 116



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Fall Armyworm and Neotropical Cornstalk Borer on Sorghum and Maize Intercropped with Legumes in Honduras¹

M.T. Castro*, H.N. Pitre*, D.H. Meckenstock**,

ABSTRACT

The effects of intercropped legumes on densities of fall armyworm -FAW- (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)) and neotropical corn stalk borer -NCSB- (*Diatraea lineolata* (Walker)) on sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and maize (*Zea mays* (L.)) were studied in central Honduras in 1986 and 1987. Sorghum and maize intercropped in the same hill were compared with intercropped sorghum-maize-pigeonpea in 1986 at Rapaco, El Paraíso, and with sorghum-maize-cowpea in 1987 at Rapaco and El Zamorano, Francisco Morazán in 1987. Infestations of FAW on sorghum and maize were similar for plots with or without pigeonpea in 1986. In 1987 sorghum and maize with cowpea had lower infestations of FAW than the intercropped system without cowpea at both locations. Infestations of NCSB were not affected by intercropping pigeonpea or cowpea with sorghum and maize. Numbers of adults and eggs of the predaceous earwig (*Doru taeniata* (Dohrn)) were similar in plots with or without pigeonpea in 1986, but they were higher in plots with cowpea in 1987. Parasitoids were not influenced by cropping system.

Key words: Sorghum, maize, legumes, intercropping, insects.

RESUMEN

Se estudiaron los efectos de leguminosas intercaladas en el grado de infestación del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)) y del lepidóptero (*Diatraea lineolata* (Walker)), en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) y maíz (*Zea mays* (L.)) en Honduras, en 1986 y 1987. Se compararon los cultivos intercalados de sorgo y maíz en el mismo lugar con el de sorgo-maíz-gandul, en 1986 en Rapaco, El Paraíso, y de sorgo-maíz-caupí en 1987 en Rapaco y El Zamorano, en Francisco Morazán. Las infestaciones de gusano cogollero en sorgo y maíz fueron similares en los lotes con o sin gandul en 1986. En 1987, el cultivo intercalado de sorgo-maíz con caupí presentó infestaciones más bajas de gusano cogollero que en aquel sin caupí en ambos sitios. Las infestaciones de gomosis de maíz no fueron afectadas por la asociación gandul o caupí con sorgo y maíz. El número de adultos y de huevos de tijeretas (*Doru taeniata* (Dohrn)) fueron similares en los lotes con o sin gandul en 1986, pero fueron más altos en los lotes con caupí en 1987. Los parasitoides no fueron influidos por el sistema de cultivos intercalados.

¹ Received for publication on November 12, 1992.

We gratefully acknowledge R.W. Carlson, P.M. Marsh, S.R. Shaw and N.E. Woodley, Systematic Entomology Laboratory, USDA, for making the parasitoid determination, and thank R.L. Brown, F.M. Davis and J.C. Schneider for their critical reviews of the manuscript. The research was supported in part by the government of Honduras, the United States Agency for International Development (USAID), and the International Support Program (INTSORMIL), USAID development grant DAN 1254-G-00-0021-00, with participation by Project *Manejo Integrado de Plagas* in Honduras, *Escuela Agrícola Panamericana* (EAP), Tegucigalpa, Hond. Voucher specimens of all insect species were deposited in Mississippi Entomological Museum in the Department of Entomology at Mississippi State University. The views and interpretations in this publication are those of the authors and should not be attributed to USAID. This article was partially prepared as Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station publication no. J-7989.

* Department of Entomology, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State University, Mississippi State, MS 39762, USA.

** Visiting Assistant Professor, Department of Soil and Crop Science, Texas A & M University, at the *Escuela Agrícola Panamericana*, Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Hond.

INTRODUCTION

Cropping systems in the tropics commonly include the practice of growing two or more crops in the same space with some overlap of their growing period (intercropping) (Willey 1979). Crop associations may consist of cereal-cereal or cereal-legume systems (Diaz 1982, Willey 1979). In southern Honduras, more than 90% of the sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, is intercropped with maize, *Zea mays* (L.) (Anonymous 1974). Field bean, *Phaseolus vulgaris* L., is a preferred plant protein in southern Honduras and it may be intercropped with maize or sorghum. However, it does not grow well in this area because of inadequate rainfall. Maximum yields of legumes in southern Honduras have been reported at 674 kg/ha for field bean, 1089 kg/ha for pigeonpea, *Cajanus cajan* L., and 2115 kg/ha for cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walpers (Anonymous 1986). Cowpea and pigeonpea appear to be the most promising legumes

for intercropping with sorghum and maize in the hot, dry region of southern Honduras. Because of their drought tolerance and high yield potential, they are alternatives to *P. vulgaris* in this region.

Intercropped cereals and legumes have been recognized to have yield advantages over monocultures. Such combinations include maize-beans (Francis *et al.* 1982a,b; Paul *et al.* 1987a,b), sorghum-beans (Paul *et al.* 1987a,b), sorghum-cowpea (Faris *et al.* 1983; Davis *et al.* 1985; Willey 1982), and sorghum-pigeonpea (Willey 1982). The traditional intercropping practices of the subsistence farmer are considered desirable in terms of their efficient resource use, improved farmer nutrition (cereal plus legume), and reduced pest infestation and insects damage.

The insect pests in intercropped sorghum-maize-legume systems in Honduras have not been investigated. Data for cereal-cereal and cereal-legume cropping combinations show that some reduction in insect numbers may be encountered in these intercropped systems in comparison with monocultures. In Africa, sorghum intercropped with millet had lower infestations of stem borer larvae than sorghum in monoculture (Adesiyun 1983). In southern Honduras, sorghum intercropped with maize had lower larval infestations of fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), than sorghum in monoculture (Castro *et al.* 1989). Efficiency of cropping systems, in terms of resource use, is expected to be greater when crops differ in growth periods or habits because of partitioning of the time or type of resource demand.

Differences in plant morphology or physiology under intercropping also may result in lower numbers of insect pests. Some species of insect pests were observed in lower numbers when certain cereals were intercropped with legumes. In Colombia, intercropped maize and beans were infested with lower numbers of FAW than monocropped maize (Altieri 1980). The earlier that beans were planted relative to maize, the greater was the reduction in infestation of maize. Similar observations were made in Nicaragua (Van Huis 1981). Intercropping cowpea with maize and sorghum reduced the incidence of stem borers on cereals in Kenya (Omolo and Seshu Reddy 1985). Infestations of chrysomelid beetles were reduced on squash and beans when intercropped with maize, a non-host plant, in Costa Rica (Risch 1981).

Two of the most important insect pests of sorghum and maize in southern Honduras are the FAW (Koone and Banegas 1958; Andrews 1988) and the neotropical cornstalk borer (NCSB) (Koone and Banegas 1958). The impact of these pests and the role of natural enemies in relation to pest populations has not been defined in most agricultural systems in this area. The interactions of crop and non-crop vegetation with insects in intercropping systems creates interesting biological relationships, some of which can be beneficial to crop production (Willey 1979). This study was conducted to determine infestations of FAW and NCSB and related natural enemies in cropping systems in which legumes were intercropped with sorghum and maize in Honduras.

MATERIALS AND METHODS

Study 1

Sorghum-maize and sorghum-maize-pigeonpea intercrops (treatments) were planted on 16 June 1986 in 27 x 27 m plots at Rapaco in the Department of El Paraíso, Honduras. Treatments were arranged in a randomized complete block design (four replications). Sorghum seed (6-9) and maize seed (4-6) were planted in the same hill (*casado*) in both treatments, each hill separated by 1 m, and pigeonpea seeds (3-5) were planted at 0.5 m between every other sorghum-maize hill in each row (to reduce competition between the cereals and pigeonpea). Rows were 27 m long and were separated by 0.8 m. The improved *maicillo criollo* sorghum (TAM428 x Porvenir)-bk (with high yield potential), *Planta Baja* maize (early maturity type), and ICPL-290 pigeonpea (adapted to Honduras) varieties were used. Plots were fertilized with 60 kg/ha of 18-46-0 and kept weed free (manually) throughout the growing season. No herbicides or other agrochemicals were used in the study plots.

Twenty plants each of sorghum and maize were randomly sampled for insects in each treatment plot weekly from 14 July (seedling stage) to 21 November (milk stage of sorghum). Whole plants were examined visually using a destructive sampling technique (Castro *et al.* 1989). The number of leaves per plant was recorded to relate plant phenology to insect numbers. Number of FAW larvae, larval size class (= instar), and number of eggs and adults of the predaceous earwig *Doru taeniata* (Dohrn) per plant were recorded. Stalk

samples were taken from 22 August (mid-whorl) to 11 November (flowering). Stalks were dissected to determine the presence of NCSB larvae. Sample size and frequency of sampling for stalk borers were the same as for the FAW. Larvae were placed in 1 oz plastic cups containing an artificial diet (Bio-Mix 9781, Bio-Serv, Inc.) and held at room temperature to observe diapause condition and record emergence of parasitoids. Pigeonpea was not sampled because the insects emphasized in this study do not infest this crop. Crop yields were measured at normal harvest.

Comparisons among means were made for cropping systems and crop species. Data were analyzed with orthogonal comparisons or with F tests (Steel and Torrie 1980). Analyses were performed separately for data collected on each sample date.

Study 2

Sorghum-maize and sorghum-maize-cowpea plots were planted 14 June 1987, using the same plot size, management, and planting arrangement for sorghum and maize describe for the preceding study at the same location. Fertilizer was not used in 1987 in order to have conditions similar to those found on subsistence farms. Cowpea seeds (3 - 5) were planted in two hills 0.33 m apart between the sorghum-maize hills (each hill of cowpea was 0.33 m from the cereal seed in the same row). The same sorghum and maize varieties were used as in 1986 and the cowpea variety was BG401172. Cowpea was inoculated with cowpea specific *Rhizobium* (Nitragin) at twice the recommended dose. Cowpea was used in 1987 because of its higher yield potential and better protein quality than pigeonpea. Procedures for sampling plants, examination for insects, and analysis of the data were as described for Study 1.

Study 3

Sorghum-maize or sorghum-maize-cowpea treatment plots were planted in a tilled field between 5 July 1987 (sorghum and maize) and 18 July (cowpea) to observe the effect of cowpea plant age on insect infestations. Plots were 9 m x 10 m in a randomized complete block design with four replications. The test was located at El Zamorano, Department of Francisco Morazán. An untilled, adjacent field was planted with these same crops using the same experimental design as

that in the tilled field. Untilled fields are representative of the hill-side farming practiced by many subsistence farmers in Honduras. The varieties used were EIME 133 sorghum (improved *maicillo* with high yield potential), *maicito* maize (early maturing native cultivar) from Pespire, Honduras and IT81D-1020 cowpea (similar grain size and color as the field bean, a preferred food crop of subsistence farmers). Cowpea was inoculated with a cowpea specific *Rhizobium*. Sorghum-maize hills were separated by 1 m; two hills of cowpea were planted between the sorghum-maize hills as described in Study 2. Rows were 10 m long and 1 m wide.

Insects were sampled by selecting 12 plants at random in each of the eight treatment plots in the tilled and untilled areas. The destructive plant examination technique was used. Data were taken on the number of FAW larvae and *D. taeniata* adults and analyzed as in Study 1. Comparisons between tilled and untilled plots were made with paired T-tests.

RESULTS AND DISCUSSION

FAW was the most common foliage feeder, NCSB was the principal stalk borer, and the earwig *D. taeniata* was the most common insect predator observed in the study fields. *D. taeniata* preys on both FAW (Sequeira 1986) and NCSB (Jones *et al.* 1989). These species were emphasized for intercrop systems and host comparisons in this study.

Study 1

Numbers of FAW were similar on sorghum plus maize (combined analysis) whether intercropped with pigeonpea or not throughout most of the 1986 test period except for 14 July when plots with pigeonpea had greater infestations (Fig. 1). Larvae of FAW were not detected on sorghum after 22 August, even though sorghum was in the whorl stage through late October. At the time of maximum FAW infestation (14 - 21 July), most of the larvae on sorghum (Fig. 2a) and maize (Fig. 2b) were small (1st and 2nd instars) to medium (3rd and 4th instars). By 15 August, the larvae on maize were large (5th and 6th instars), while on sorghum, only 15% of the larvae were large. Ashley *et al.* (1985) reported that the number of first instar FAW larvae is significantly negatively correlated with maize plant height. As the maize plant matures, it becomes less attractive to

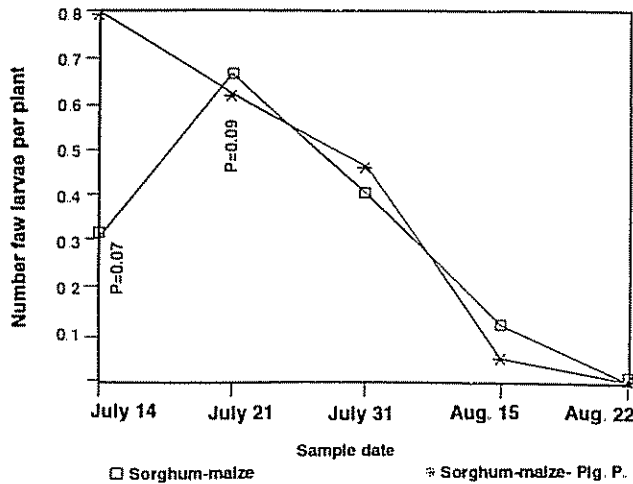


Fig.1. Number of fall armyworm (FAW) larvae per sorghum and maize plant (plant species pooled) in sorghum - maize-pigeonpea (-Fig.P) intercrop plantings (Rapaco, Hond., 1986).

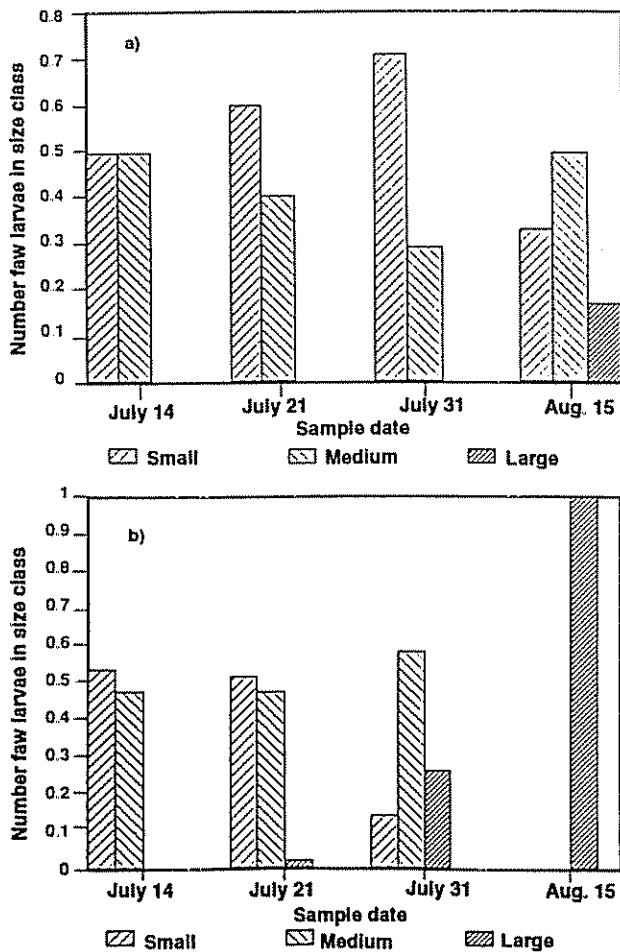


Fig. 2. Size of fall armyworm (FAW) larvae on a) sorghum and b) maize. Larvae size class: Small (1st and 2nd instars), medium (3rd and 4th instars), large (5th and 6th instars), (Rapaco, Hond. 1986).

FAW for oviposition; thus, fewer, early instar larvae can be expected to be found on the older plants. This agrees with the observations of this study that fewer early instar were found on the plants as they matured.

In studies in southern Honduras (Castro *et al.* 1989), FAW was observed to have two generations on sorghum. Results from this study indicate that FAW developed through only one complete generation on sorghum in central Honduras. Perhaps lower temperatures in central compared to southern Honduras were responsible for this slower development of the insect.

Numbers of FAW per plant in the two systems, with and without pigeonpea, were lower on sorghum than on maize from 14 July to 31 July. Infestations of FAW on maize exceeded 1 larva per plant (L/P); whereas, on sorghum, peak infestation was close to 0.25 L/P. Ovipositing females mainly are responsible for host-plant selection, but larvae also may detect plant odors and move from one plant to another (Visser 1986). This activity was recorded for the noctuid *S. littoralis* (Boisd.) which responded to compounds present in cotton leaves (Khalifa *et al.* 1973). In olfactometer tests FAW larvae have been shown to orient more frequently to bermuda grass than to zoysia grass (Chang *et al.* 1985). Other observations indicate that lepidopterous larvae may be attracted to host plants from distances up to only 4 cm, but the adult is more sensitive to odors (Visser 1986). Studies show that FAW females lay more eggs on maize than sorghum even when grown together (Van Huis 1981). It is apparent that increased oviposition on maize over sorghum is, in part, responsible for the observed higher incidence of FAW larvae on maize than on sorghum.

The presence of pigeonpea did not affect sorghum stalk infestation by NCSB (Fig. 3a), and few differences between the two cropping systems were seen in the occurrence of this pest on foliage (Fig. 3b). The highest number of NCSB larvae on the foliage of sorghum plants was recorded on 9 - 16 October. While infestation by NCSB on sorghum foliage decreased (Fig. 3b), the number of borer larvae in sorghum stalks increased (Fig. 3a). Larvae of NCSB infested maize stalks more heavily than sorghum throughout the season, even after maize maturity (late August) (Fig. 4).

Farmers intercropping sorghum and maize in Honduras generally do not remove maize stalks after maturity. Although it is not known if stalk removal reduces

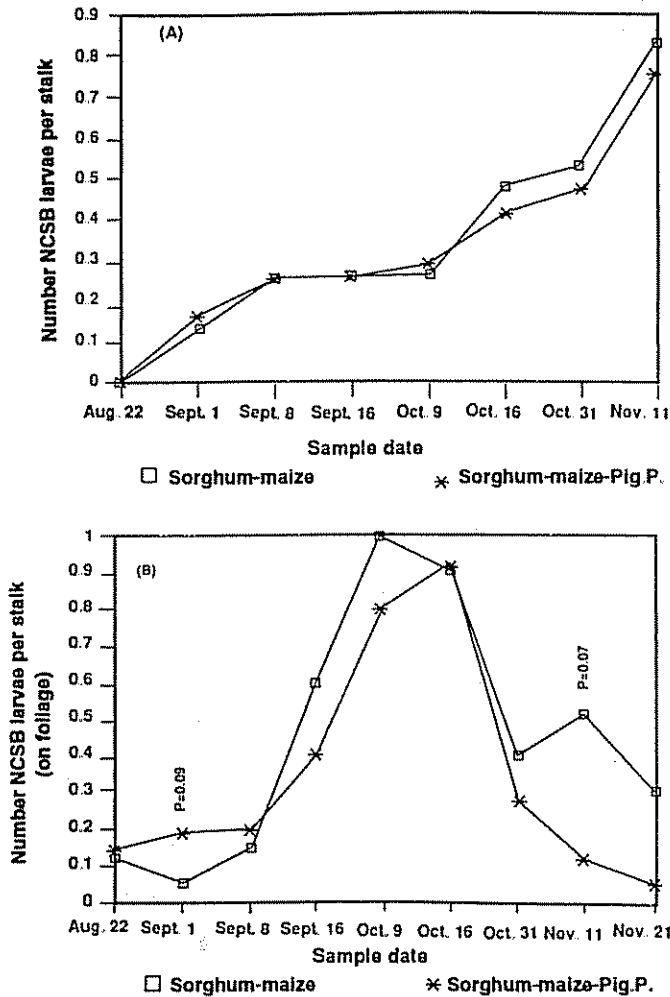


Fig. 3. Number of neotropical cornstalk borer (NCSB) larvae per sorghum a) stalk and b) foliage in sorghum maize or sorghum-maize- pigeonpea (-Pig.P.) intercrop planting (Rapaco, Hond. 1986).

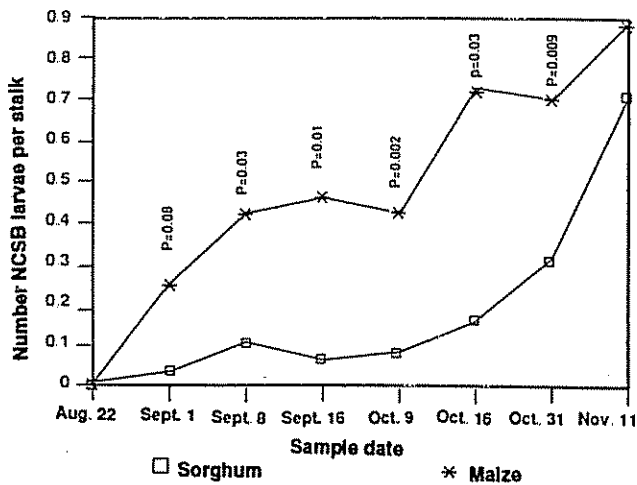


Fig. 4. Number of neotropical cornstalk borer (NCSB) larvae per sorghum or maize stalk in combined sorghum-maize and sorghum-maize- pigeonpea (-Pig.P.) intercrop planting (Rapaco, Hond. 1986).

or increases infestation of borers in sorghum, larvae of NCSB are known to survive in aestival diapause (Kevan 1944) during January through May (Andrews 1984) in the stalks. In 1986 at Rapaco, about 65% of the diapausing (aestivating) larvae were found in the middle third of the plant (stalk position) in both cropping systems. This suggests that the traditional practice of stovering the crops during the dry period can result in high mortality of the stalk borers in the diapause stage; consequently, the subsequent population of borers may be smaller.

Infestation of maize ears by NCSB reached 0.7 larvae per ear in both intercropping systems. Numbers of FAW were lower than NCSB in maize ears, but no significant effects of pigeonpea intercropping on the total number of either pest in the ears were observed.

No differences were observed between numbers of adult *D. taeniata* per plant in the cropping systems with and without pigeonpea, indicating that intercropping pigeonpea with sorghum and maize did not influence numbers of this predator in the system. However, numbers of *D. taeniata* adults per plant (D/P) were generally significantly greater on maize than on sorghum. Two peaks in numbers (numbers for two systems) of *D. taeniata* were observed in the cropping systems, the first (4.9 D/P) following maize pollination and the second (2.9 D/P) following sorghum pollination. This may be attributed to pollen abundance, which provides an alternate food source for the earwigs. Similar observations were made by Sequeira (1986). The density of *D. taeniata* egg masses in the system without pigeonpea was equal to that with pigeonpea. The number of *D. taeniata* egg clutches per plant was higher on maize (1.7 clutches) than on sorghum (0.5 clutches) at maize pollination and highest on sorghum at sorghum pollination.

Number of *D. taeniata* increased in mid-to late August, during which time FAW numbers were declining to near zero levels and maize pollination was taking place. The increase in number of *D. taeniata* adults appeared to be independent of the infestation of FAW larvae but was more closely related to availability of the pollen source.

Chelonus insularis Cresson (Braconidae) was the most common parasitoid of FAW larvae and parasitized 60% - 66% of the larvae during mid-late July in Rapaco. Other parasitoids encountered (percent parasitization) included *Eiphosoma viticolle* Cresson (Ichneumonidae)

Table 1. Yields in sorghum-maize, sorghum-maize-pigeonpea and sorghum-maize-cowpea systems (Rapaco, Hond., 1986 and 1987).

System ^a	Yield (t/ha)			
	Sorghum	Maize	Pigeonpea	Cowpea
1986				
S-M	1.3a ^b	2.3a	-	-
S-M-P	1.1b	2.4a	0.3	-
1987				
S-M	- ^c	0.6a	-	-
S-M-C	- ^c	0.4a	-	0.3

a. System: S-M= Sorghum-maize; S-M-P= Sorghum-maize-pigeonpea; S-M-C= Sorghum-maize-cowpea.

b. Means followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ level with Duncan's multiple range test.

c. Sorghum not harvested.

(2% - 5%), *Rogas vaughani* Muesebeck (Braconidae) (4%), and *Archytas marmoratus* (Townsend) (Tachinidae) (4%). The nematode *Hexameris* sp., which is a common parasitoid of FAW larvae in some areas of southern Honduras (Castro *et al.* 1989), was not present in the study plots at Rapaco.

Crop yield

Maize yield in the sorghum-maize-pigeonpea system was not affected by intercropping with pigeonpea (Table 1), but sorghum yield was reduced significantly. This reduction in yield of sorghum may be offset by yield of pigeonpea in this cropping system. Additionally, pigeonpea is an important protein source in the farmers' diet or that of their livestock.

Growth of sorghum and maize plants in the pigeonpea intercropped system was not significantly affected. The number of leaves per plant and plant growth profiles were the same for sorghum and maize in both cropping systems. These findings support the observations that legume intercropping is considered desirable for sorghum-based production systems in southern Honduras (DeWalt and DeWalt 1982).

Study 2

FAW infestation was significantly higher in the sorghum-maize system than in the sorghum-maize-cowpea system on 2 of 6 sample dates at Rapaco in 1987 (Fig. 5). On these two dates (July 24 and July 30), most of the larvae were of small to medium size (1st - 4th

instars) on sorghum (Fig. 6a) and on maize (Fig. 6b). Crop damage would not be expected to be great in these situations because 1st through 4th instars consume less than 10% of the amount of food required for larval development (Sparks 1979). When most of the larvae were large (5th and 6th instars) in sorghum and maize (13-20 August), no differences in numbers of larvae were observed between the two cropping systems (Fig. 5). Numbers of FAW larvae were higher on maize (0.4 larvae per plant) than on sorghum (0.2 larvae per plant) and declined to near zero by late August. Although sorghum remained in the whorl stage until late October, larvae were not detected on sorghum plants after 28 August. However, small numbers of FAW larvae were present in maize ears at this time.

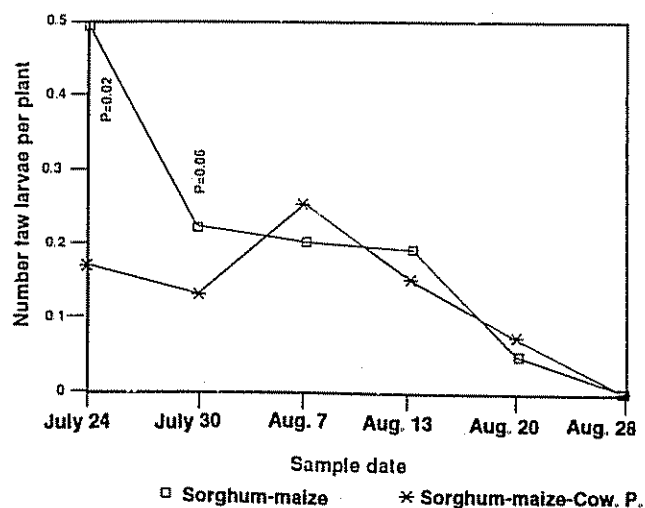


Fig. 5. Number of fall armyworm (FAW) larvae per sorghum and maize plant (plant species pooled) in sorghum-maize or sorghum-maize-cowpea (-Cow.P.) intercrop planting (Rapaco, Hond. 1987).

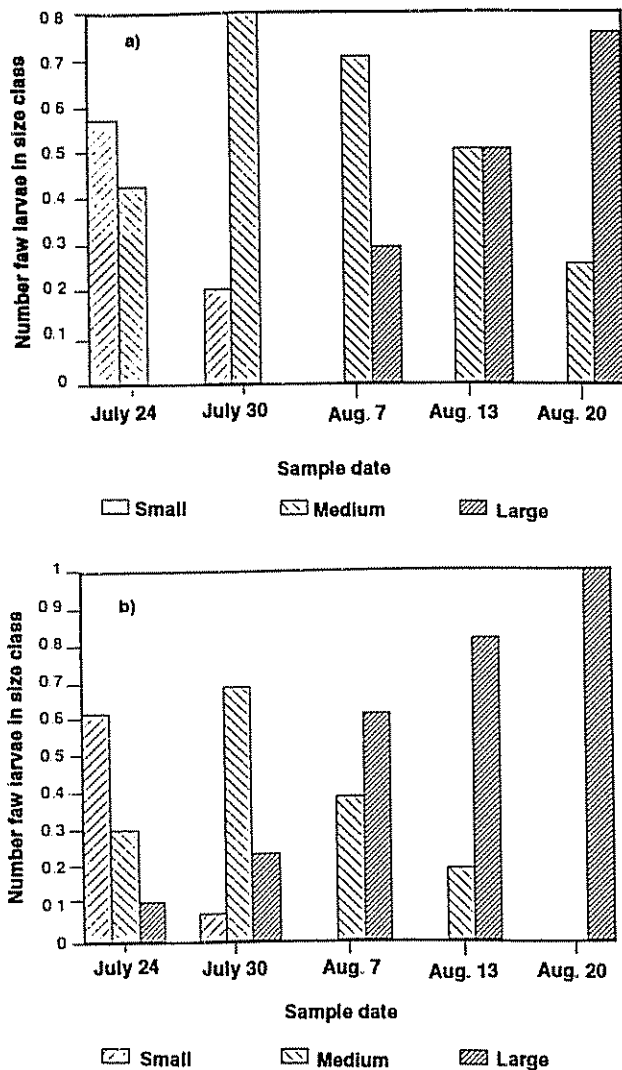


Fig. 6. Size of fall armyworm (FAW) larvae on a) sorghum and b) maize. Larvae size class: Small (1st and 2nd instars), medium (3rd and 4th instars), and large (5th and 6th instars), (Rapaco, Hond. 1987).

The presence of cowpea in the crop system may have interfered with the host finding process FAW moths. Odors emitted by plants consist of complex blends of chemicals. Olfactory orientation of some insects to selected chemicals may be distorted by mixing the odors of host and non-host plants (Visser 1986) or by a change in the ratio of odor components in the host plant (Visser and Ave 1978). A review of host odor perception in phytophagous insects (Visser 1986) supports the "resource concentration" hypothesis (Root 1973). This hypothesis may explain the lower number of FAW on sorghum and maize when cowpea is present; the cowpea plants may interfere with the moth's host-finding ability.

Infestation of sorghum stalks by NCSB was lower in 1987 (0.3 larvae per stalk) than in 1986 (about 0.8 larvae per stalk), and no differences were observed between cropping systems with or without cowpea (Fig. 7). The differential in plant height between sorghum and cowpea or sorghum and pigeonpea (Study 1) when NCSB moths were laying eggs on the sorghum may have nullified the interference effects with the moth's host finding ability. The more comparable plant growth profiles of the sorghum and pea plants when FAW moths were laying eggs on the sorghum appeared to influence the moth's host-finding ability.

Larvae of NCSB were more common in the whorl than on older leaves during mid-to late September, after which larvae were more common on older leaves. This movement from the whorl to the older leaves corresponds to the increased infestation in sorghum stalks in October (Fig. 7). Damage to sorghum by NCSB was concentrated in the middle third of the plant and was not different for the two systems. The proportion of diapausing NCSB larvae in sorghum in November and December was also higher (66%) for the middle third of the plant, as was observed in 1986. In southern Honduras, 87% of the farmers stover the sorghum and maize crop residue (Díaz 1982). As suggested in Study 1, the practice of feeding cattle with crop residues would contribute to the mortality of diapausing NCSB.

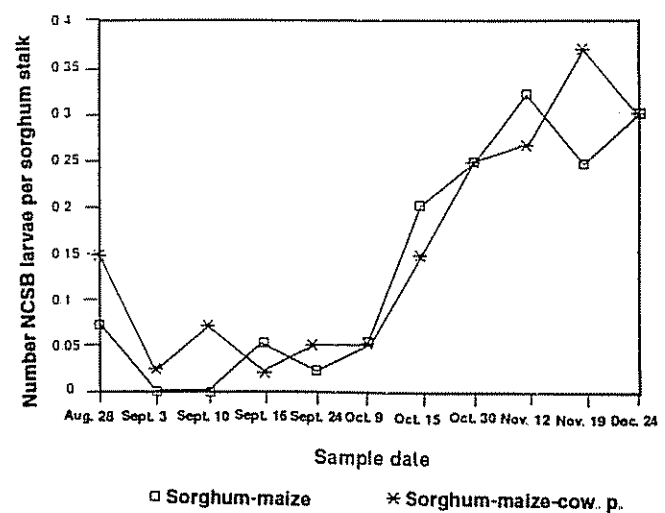


Fig. 7. Number of neotropical cornstalk borer (NCSB) larvae in sorghum stalks in sorghum-maize or sorghum-maize-cowpea (-Cow.P.) intercrop plantings (Rapaco, Hond. 1987).

No difference was observed for degree of parasitism of FAW between sorghum-maize and sorghum-maize-cowpea intercropping systems. Parasitism of FAW larvae in 1987, as in 1986, was highest by *C. insularis* (85% - 37%), but parasitism by *E. viticolle* was higher (11% - 27%) than in 1986. Various weekly observations of other FAW parasitoids included *R. vaughani* (9%), *A. marmoratus* (44%) and *Lespesia* sp. (Tachinidae) (5% - 30%). The fungus *Nomurea rileyi* (Farlow) caused high FAW mortality (33% - 40%) in mid-to late August. The mermithid nematode *Hexameris* sp. was absent (as in 1986), strongly suggesting that it contributes little, if any, to FAW mortality in central Honduras in contrast to southern Honduras (Castro *et al.* 1989).

Sorghum and maize intercropped with cowpea had higher number of *D. taeniata* per plant than the sorghum-maize intercropped system. The reduced incidence of FAW larvae in sorghum-maize cowpea on 24 and 30 July cannot be explained by an increase in the number of *D. taeniata*, which was similar for both systems on these dates. The increase in *D. taeniata* that occurred between 7 - 20 August, was not associated with FAW because small (1st and 2nd instars) larvae were not found on sorghum (Fig. 6a) or maize (Fig. 6b) at that time. However, maize pollination was taking place and the pollen apparently provided a significant food source. Unlike 1986, the number of *D. taeniata* per plant was not consistently higher on maize than on sorghum. This possibly may be due to lower rainfall in August 1987. Maize was affected more severely by the drought than sorghum which was in the vegetative stage. The highest number of *D. taeniata* per plant was 1.4 and 1.7 on sorghum and maize, respectively, in 1987, which was much lower (1/3 less) than levels reached in 1986. The drier conditions in 1987 may have contributed to this difference between years. Interestingly, *D. taeniata* eggs were more common on maize than on sorghum, and on ears than on leaves, at the time of maize maturity.

Early in the season no difference was found between the number of *D. taeniata* in sorghum whorls and on leaves, but as the season progressed most of the earwigs were found in the whorl. This difference was significant from 24 September to 30 October. The whorl provided a more humid environment than the leaf sheaths, protecting the earwigs from desiccation. After sorghum flowering, the earwigs were significantly more common on the panicles than on the leaves, and remained so from 12 November 1987 to 7 January, 1988.

The "natural enemies" hypothesis (Pimentel 1961) accounts for a reduction in pest numbers in diverse compared to simple agroecosystems as being due to increased numbers of parasites and predators. However, mortality due to natural enemies does not appear to differ between simple and diverse systems (Tahvanainen and Root 1972; Root 1973). Thus, the "resource concentration" hypothesis was proposed by Root (1973) to explain higher densities of phytophagous insects in simple versus diverse systems (Tahvanainen and Root 1972; Root 1973). As stated previously, it implies that the herbivores' host finding ability is adversely affected by the presence of non-host plants. Results of studies with 198 herbivore species showed that in comparisons between simple and diverse systems, 53% of the species were less abundant in the more diverse system, 18% were more abundant, 9% showed no differences and 20% had variable responses (Risch *et al.* 1983).

Crop yield

Maize yield was much lower in 1987 than in 1986, and yields were similar for plots with or without cowpea (Table 1). Sorghum yield was not measured in 1987 due to our inability to be in the fields at the time of harvest. The additional of cowpea in the sorghum-maize-cowpea intercrop system would be expected to compensate for anticipate reduction in sorghum yield (as observed in Study 1). Intercropping cowpea with sorghum and maize did not significantly affect plant growth of the cereals.

Study 3

Insect densities in intercropping systems may be influenced by farming practices such as tillage or no-tillage. No-till cropping practices increase the amount of mulch on the soil surface. This improve soil physical properties and soil fertility, which in turn may increase crop yields; however, lack of tillage also may increase pest incidence (Lal 1987). This third study was conducted at El Zamorano to compare insect infestations on sorghum-maize and sorghum-maize-cowpea intercropping systems in tillage and no-tillage systems.

The number of FAW larvae on maize was lower ($P=0.03$) for the plots with intercropped cowpea (0.9 larvae per plant) than plots without cowpea (1.2 larvae per plant) on the date (12 August) of highest infestation of maize. Lower ($P=0.03$) numbers of FAW larvae

were collected on sorghum plants in plots with cowpea (0.1 larvae per plant) than on sorghum in plots without cowpea (0.5 larvae per plant) at peak FAW infestations on sorghum on 8 September. Tillage had no effect on FAW infestations on maize or sorghum.

At El Zamorano in central Honduras, FAW larvae were parasitized by *C. insularis* (2% - 49%), *Rogas laphygmae* Viereck (2%), *A. marmoratus* (3% - 4%), and *Lespesia* sp. (3% - 16%). The mermithid nematode *Hexameris* sp. was recovered at El Zamorano, but in lower numbers (4% - 14%) than usually found in southern Honduras (Castro *et al.* 1989). The pathogen *N. rileyi* was more prevalent at El Zamorano than at Rapaco.

The earwig *D. taeniata* was more common ($P=0.1$) in the plots with no-till (0.2 adults per plant) than in tilled plots (0.1 adults per plant) at the time of peak FAW infestation. No-till plots had higher density of the grass *Paspalum* sp. than tilled plots. This grass appeared to provide shelter or possibly alternate food sources for the earwigs.

CONCLUSIONS

Intercropping pigeonpea with sorghum and maize did not influence densities of FAW or NCSB larvae, or adults of the earwig *D. taeniata* on the cereals. When cowpea was introduced into the sorghum-maize intercropped system, numbers of FAW larvae on the cereals were significantly lower on two of six sample dates early in the crop growing season, whereas *D. taeniata* was more abundant late in the season on the cereals. The lower numbers of FAW early in the growing season can not be attributed to the earwig predator. It is possible that cowpea plants interfered with the host-finding process of FAW adults, thus reducing the numbers of eggs and larvae on the crops. Numbers of NCSB larvae were not affected by the presence of cowpea in the system. Parasitism of FAW larvae was not affected by legume intercropping. Generally, intercropping legumes with sorghum and maize did not increase numbers of FAW or NCSB larvae on the cereals.

Maize yield was not affected by intercropping pigeonpea or cowpea with the cereals, although sorghum yield was reduced when intercropped with pigeonpea in these studies. The additional yield from the legume crop compensates for lower yield of sorghum.

The legume in these systems should be of significant value in the diet of subsistence farmers.

LITERATURE CITED

- ADESIYUN, A. A. 1983. Some effects of intercropping of sorghum, millet and maize on infestation by lepidopterous stalk borers, particularly *Busseolafusca*. Insect Science Application 4:387-391.
- ALTIERI, M. A. 1980. Diversification of corn agroecosystems as a means of regulating fall armyworm populations. Florida Entomologist 63:450-456.
- ANDREWS, K. L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales. Escuela Agrícola Panamericana/Agency for International Development/Ministerio Recursos Naturales Hond., El Zamorano 64 p.
- ANDREWS, K. L. 1988. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) Florida Entomologist 71:630-653.
- ASHLEY, T. R.; MITCHELL, E. R.; WADDILL, V. 1985. Control biológico del gusano cogollero en Florida, EE UU. Ceiba 26:177-185.
- CASTRO, M. T.; PITRE, H. N.; MECKENSTOCK, D. H. 1989. Populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, (J. E. Smith), larvae and associated natural enemies in sorghum and maize cropping systems in southern Honduras. Tropical Agriculture 66:259-264.
- CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1986. Informe Anual 1986. Turrialba, C. R. no. 7 128 p.
- CHANG, N. T.; WISEMAN, B. R.; LYNCH, R. E.; HABECK, D. H. 1985. Fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) orientation and preference for selected grasses. Florida Entomologist 68:296-303.
- DAVIS, J. G.; GEORGEN, P. G.; TAYLOR, H. M. 1985. Intercropping sorghum with cowpeas: Effect on growth, water use, yield and root distribution. In Biennial Grain Sorghum Research and Utilization Conference (14) p 74.
- DEWALT, B.; DEWALT, K. M. 1982. Farming systems in Pespire, southern Honduras. Lexington, Ky. University of Kentucky Report no. 1 120 p.
- DIAZ, R. E. 1982. Caracterización y relaciones ambiente-manejo en sistemas de frijol y sorgo asociados con maíz en Honduras Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica 118 p.
- FARIS, M. A.; BURTY, H. A.; DOS REIS, O. V.; MATRA, R. C. 1983. Intercropping of sorghum or maize with cowpeas or common beans under two fertility regimes in northeastern Brazil. Experimental Agriculture 19:251-261.
- FRANCIS, C. A.; PRAGER, M.; TEJADA, G. 1982a. Density interactions in tropical intercropping. I. Maize (*Zea mays* L.) and climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Field Crop Research 5:163-176.

- FRANCIS, C.A.; PRAGER, M.; TEJADA, G. 1982b Density interactions in tropical intercropping II. Maize (*Zea mays* L.) and bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Field Crop Research 5:253-264
- HOND. MINISTERIO DE ECONOMIA. DIRECCION GENERAL DE CENSOS Y ESTADISTICAS. 1974 Censo nacional agropecuario IV. Granos básicos Tegucigalpa, Hond 75 p
- JONES, R.W.; GILSTRAP, F.E.; ANDREWS, K.L. 1989. Biology and life tables for the predaceous earwig *Doru taeniata* (Dermaptera: Forficulidae) Entomophaga 33:43-54
- KEVAN, D.K. 1944. The bionomics of the neotropical cornstalk borer, *Diatraea lineolata* Wlk (Lepidoptera: Pyralidae) in Trinidad, B.W.I. Bulletin of Entomological Research 35:23-30
- KHALIFA, A.; RISK, A.; SALAMA, H.A.; EL-SHARABY, A.F. 1973. Role of phagostimulants of cotton leaves in the feeding behaviour of *Spodoptera littoralis* Journal Insect Physiology 19:1501-1509
- KOONE, H.D.; BANEGAS, A.D. 1958 Entomología económica hondureña. Tegucigalpa, Hond, MRN/STICA. 137 p
- LAL, R. 1987. Managing the soils of sub-Saharan Africa. Science 236:1069-1076
- OMOLO, E.O.; SESHU REDDY, K.V. 1985. Effects of different sorghum-based cropping systems on insect pests in Kenya. In International Sorghum Entomology Workshop (1984, Tex., EE.UU.). Proceedings Patancheru, ICRISAT, India. p 395-401
- PAUL, C.L.; CASTRELLON, L.A.; SAMAYOA, M. 1987a. La productividad de sistemas de cultivos para pequeños agricultores en El Salvador II. El sistema "maíz en primera+sorgo intercalado con frijol en postera." In Reunión Anual del PCCMCA (33, 1987, Guatemala, Gua.)
- PAUL, C.L.; OJEDA, D.; LOTHROP, J. 1987b. Una evaluación de sistemas de cultivo con sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus* sp.) para agricultores de temporal en el altiplano de México. In Reunión Anual del PCCMCA (33, 1987, Guatemala, Gua.)
- PIMENTEL, D. 1961. Species diversity and insect populations outbreaks. Annals of the Entomological Society of America 54:76-86
- RISCH, S.J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: An experimental test of two hypotheses. Ecology 62:1325-1340
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions, and new research directions. Environmental Entomology 12:625-629
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*) Ecological Monographs 43:95-124
- SEQUEIRA, R.A. 1986. Studies on pests and their natural enemies in Honduran maize and sorghum. M.Sc. Thesis, Texas A & M University, College Station. 202 p
- SPARKS, A. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Florida Entomologist 62:82-87
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York, McGraw-Hill. 633 p.
- TAHVANAINEN, J.O.; ROOT, R.B. 1972. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). Oecologia 10:321-346
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Meded., The Netherlands, Landbouwhogeschool Wageningen. 221 p
- VISSER, J.H.; AVE, D.A. 1978. General green leaf volatiles in the olfactory orientation of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Experimental and Applied Entomology 24:738-49
- VISSER, J.H. 1986. Host odor perception in phytophagous insects. Annual Review Entomology 31:121-144
- WILLEY, R.W. 1979. Intercropping: Its importance and research needs. I. Competition and yield advantages. Field Crop Abstracts 32:1-10
- WILLEY, R. 1982. Cropping systems with sorghum. In Sorghum in the eighties. India, ICRISAT. p 477-490

Porcentajes de Daño por Insectos en Fustes de Especies Maderables¹

H.E. Giganti*

ABSTRACT

A survey was done to determine the percentage of timber damaged by insects (PTDI) and to ascertain any relation between the insect damage, diameter at chest level, and elevation above sea level. The forests studied are in Moquehue, Neuquén, Arg. Forest management and fires are also analyzed to see if they influenced PTDI. Elevation (m) correlated somewhat with PTDI in a non-linear fashion, depending on forest history and species of trees. It was clearly shown that selective cuttings, as far as diameter (cm) was concerned, significantly increased the damaged/healthy tree relation, especially in *Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser, with a 50 cm - 55 cm diameter limit for industrial value. This species had also a high percentage of industrially worthless individuals, even in virgin forest. The PTDI of *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch was low in virgin forests as well as in exploited areas, but was significant in areas affected by forest fires. Recommendations on forest management are also presented.

Palabras clave: *Nothofagus pumilio*, *Araucaria araucana*, daños por insectos, dap, altitud, relaciones.

RESUMEN

Se determinó el porcentaje de árboles con fustes dañados por insectos en los bosques analizados y la posible existencia de relaciones entre el diámetro a la altura del pecho (dap) y la altitud sobre el nivel del mar. También se trató de conocer la incidencia de la explotación y de los incendios forestales en la variación porcentual. Con criterios independientes, se realizó una prospección y se analizaron estadísticamente los datos obtenidos, los porcentajes de árboles afectados por insectos en relación con el dap y la altitud, para verificar la existencia o no de correlaciones y el tipo de relación entre ellos. Para las especies consideradas: *Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser y *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch se determinó que las variaciones de altitud tienen, en general, influencia en los porcentajes de árboles afectados, pero no se dedujo un comportamiento nítido, que variara según los antecedentes de explotación de los rodales y la especie. Respecto del dap, se mostró objetivamente que las cortas selectivas aumentan notablemente la relación árboles afectados/árboles sanos, particularmente en *N. pumilio*, donde se determinó, además, un dap de aptitud industrial de 50 cm - 55 centímetros. Esta especie presentó elevados porcentajes de individuos que no son aptos industrialmente aun en áreas vírgenes. En cambio, los porcentajes de *A. araucana* afectados fueron bajos tanto en las áreas vírgenes como en las explotadas, pero adquirieron valores importantes en sitios que sufrieron incendios forestales. Con base en estas observaciones, se sugieren algunas medidas de manejo.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior (Giganti 1986) se caracterizaron síntomas de daños causados por insectos, que permiten estimar para la zona del lago Moquehue (Aluminé, Neuquén, Arg.) la aptitud industrial en el caso de *N. pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser ("lenga") (Fagaceae) y las pérdidas en el volumen aprovechable de *A. araucana* (Mol.) C. Koch ("araucaria", "pino", "pehuén") (Araucariaceae).

1 Recibido para publicar el 8 de junio de 1993.
El autor agradece al Dr. Omar Álvarez, profesor de Estadística de la Universidad Nacional del Comahue, por su asesoramiento en la interpretación estadística.

* Trabajo subsidiado por la Dirección General de Bosques de la Provincia del Neuquén y la SECYT.
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, C.C. 85 - 8303, Cinco Saltos, Río Negro, Arg.

La tarea iniciada es parte de un objetivo final: conocer diversos aspectos de la masa forestal, entre los que se encuentran el estado sanitario y el comportamiento de los organismos que perjudican particularmente la madera, para poder establecer normas racionales de manejo para esas formaciones boscosas. El siguiente paso fue hacer una prospección del área para determinar el porcentaje de daño en los árboles afectados y si existe alguna relación con parámetros objetivos: mensurables y de fácil determinación en el terreno. También interesa conocer de qué manera la explotación, conducida hasta el momento, entresaca y la incidencia de los incendios forestales en la evolución de los daños en las masas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de las observaciones

Ubicada en el norte de los bosques subantárticos de Argentina, aproximadamente en 38° 50' S y 71° 18' O, sus aspectos fisiográficos y florísticos ya fueron descritos anteriormente y ampliados más tarde en otro estudio (Gigante y Dapoto 1990). Presenta comunidades-clímax del distrito del Pehuén (Cabrera 1971) con distinto grado de intervención humana. Hay un estudio dasocrático de 1949 (revisado por Hranilovich 1970), donde se clasifica con relación al estado sanitario el carácter bueno, regular o malo para cada especie y rodal sin cuantificar los daños ni aclarar el origen o causa de ese procedimiento.

Especies forestales consideradas

Hay tres especies de interés industrial en el área: *A. araucana*, *N. pumilio* y *N. dombeyi* (Mirb.) Blume ("coihue", "coigüe"). La última no presenta mayores problemas por insectos en sus principales partes aprovechables (Giganti 1986), por lo que solamente fueron consideradas las dos primeras para este trabajo.

Características de la prospección

Ante la falta de antecedentes y con el fin de establecer las relaciones buscadas, se inspeccionaron las parcelas ubicadas en las laderas de la Cordillera de los Andes con un ancho de 10 m, que comprendían desde el punto más bajo del rodal hasta el límite del bosque maderable, no más allá de 1600 metros sobre el nivel del mar. Se consideraron todos los individuos incluidos en ellas, que superaron los 1.5 m de altura. Con una forcípula se registró el dap en centímetros y con un altímetro barométrico la altitud en metros sobre el nivel del mar.

Las variedades inspeccionadas se clasificaron de la siguiente manera: lenga, en árboles sanos (AS) o árboles con taladros (ACT), cuando presentaban picaduras de pájaros carpinteros, que indica la existencia de largas galerías provocadas por taladros (Coleoptera: Cerambycidae) en el interior de sus fustes; normalmente, esa situación está acompañada por podredumbres, que determinan una muy baja, casi nula, aptitud industrial del ejemplar (Giganti 1986). Araucaria se clasificó en AS o árboles con polilla (ACP); cuando enseñaban aberturas o grietas en la corteza y los síntomas característicos del

ataque de *Hylurgonotus brunneus* Schedl (Coleoptera: Scolytidae), única afección de origen entomológico que afecta el fuste de esta conífera (Gigante 1986).

Conviene aclarar que estos ataques, generalmente, no implican una pérdida total de la aptitud industrial del árbol, sino que, con bastante frecuencia, comprenden solamente una parte del volumen aprovechable del ejemplar; pero los árboles atacados normalmente no son aprovechados en las explotaciones. Su consideración pretende conocer la proporción que ocupan en los rodales, particularmente comparando sus distintos antecedentes.

Antecedentes de las parcelas inspeccionadas

Para determinar los posibles efectos causados por la explotación y el fuego sobre los porcentajes de ejemplares afectados, se seleccionaron rodales, con base en información obtenida en el lugar y del estudio dasocrático del área, que habían sufrido una o dos explotaciones, incendios forestales y eran vírgenes.

Análisis estadístico de las observaciones

Con el objeto de analizar posibles correlaciones entre las afecciones descritas con el dap (cm) y la altitud snm (m) se aplicaron pruebas de independencia, basadas en la distribución X^2 (chi cuadrado). En los casos en que la independencia se rechazó, se estudió el tipo de relación entre las variables mediante un análisis de regresión. La variable dap se agrupó en intervalos de 10 cm para "lenga" y de 20 cm para "araucaria", mientras que para la variable altitud los intervalos fueron de 50 m de amplitud, excepto en los rodales vírgenes, donde el rango de variabilidad fue de 125 m; con el fin de establecer un número de grados de libertad razonable para los análisis estadísticos, se determinaron intervalos de clase de 25 m de amplitud. En cada clase, se consignó el porcentaje de ACT o ACP según la especie vegetal.

RESULTADOS

Lenga

— Rodales con dos explotaciones

- Relación: ACT (%) / dap (cm).

Los valores observados figuran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lengua: Rodales con dos explotaciones previas (distribución de frecuencias).

dap (cm)	AS	ACT	Total	ACT (%)	Altura (m)	AS	ACT	Total	ACT (%)
0-10	73	6	79	7.6	1200-250	6	3	9	33.3
11-20	36	9	45	20.0	1250-300	2	6	8	75.5
21-30	38	23	61	37.0	1300-350	21	19	40	47.5
31-40	26	25	51	49.0	1350-400	20	19	39	48.7
41-50	14	25	39	64.1	1400-450	56	24	80	30.0
51-60	11	12	23	52.1	1450-500	44	27	71	38.0
+ de 60	0	15	15	100.0	1500-550	49	17	66	25.7
Totales	198	115	313	36.7		198	115	313	36.7

La hipótesis nula H_0 : "la presencia de taladros es independiente del dap" fue rechazada, pues el valor del estadístico calculado fue: $X^2 = 63.4$, con una probabilidad inferior al uno por ciento.

Del ajuste de los datos surgió la relación:

$$y = 4.4 + 1.15 x, \text{ con } r^2 = 0.93$$

donde:

$x = \text{dap (cm)}$ para la clase

$y = \text{ACT (\%)}$.

La significación de la relación lineal se comprobó mediante una prueba "t" de Student, con resultados $t = 8.15$ con probabilidad $P < 1\%$.

• Relación: de ACT (%) / altitud (msnm).

Los valores registrados figuran en el Cuadro 1.

La prueba "chi" cuadrado dio un valor estadístico observado de $X^2 = 14.53$; tiene probabilidad entre el 1% y el 5 por ciento. Esto deja algunas dudas sobre la independencia de las variables. Una observación del Cuadro 1 indica que en la segunda clase (1250 msnm - 1300 msnm) el porcentaje de ACT es mucho más elevado que el resto, pero es de notar que este resultado se obtuvo sobre un total de sólo ocho ejemplares, probablemente porque la lenga comienza a abundar por encima de esa altitud. Esto hace que se pueda cuestionar su significación.

— Rodales con una sola explotación.

• Relación: de ACT (%) / dap (cm).

En el Cuadro 2 aparecen los valores determinados.

La prueba de independencia de las variables se rechazó, pues el estadístico $X^2 = 59.72$ presentó una probabilidad inferior al uno por ciento.

Cuadro 2. Lengua: Rodales con una explotación previa (distribución de frecuencias).

dap (cm)	AS	ACT	Total	ACT (%)	Altura (m)	AS	ACT	Total	ACT (%)
0-10	38	0	38	0.00	1 350-400	12	10	22	45.45
11-20	49	16	65	24.61	1 400-450	15	26	42	63.41
21-30	60	22	82	26.82	1 450-500	67	14	81	17.28
31-40	42	18	60	30.00	1 500-550	133	47	180	26.11
41-50	28	17	45	37.77	1 550-600	1	8	9	88.88
51-60	8	14	22	63.63					
+ de 60	3	18	21	85.71					
Totales	228	105	333	31.53		228	105	333	31.53

El ajuste lineal dio la relación:

$$y = 4.6 + 1.23 x, \text{ con: } r^2 = 0.90$$

donde:

$$x = \text{dap (cm) para la clase}$$

$$y = \text{ACT (\%)}$$

La prueba "t" de Student correspondiente verificó la significación de la relación lineal, siendo el estadístico $t = 6.72$ con $P < 1 \%$.

• Relación: ACT (%) / altitud (msnm), (Cuadro 2).

La prueba de independencia de las variables fue rechazada, pues $X^2 = 45.08$; con una probabilidad inferior al 1%, pero en este caso la correlación lineal no resultó ser significativa ($t = 0.48$ con $P > 5\%$). La observación de los datos sugiere una relación curvilínea, pero la escasez de los puntos no justifica un ajuste de este tipo.

— Rodales vírgenes

• Relación: ACT (%) / dap (cm).

Los valores correspondientes se consignan en el Cuadro 3.

La hipótesis de independencia de las variables fue rechazada, pues: $X^2 = 84.66$, con una probabilidad inferior al uno por ciento.

El ajuste lineal de la relación está dado por:

$$y = 0.67 + 0.85 x, \text{ con } r^2 = 0.64.$$

$x = \text{dap (cm) para la clase}$

$$y = \text{ACT (\%)}$$

La relación lineal es significativa, $t = 2.98$ con $1\% < P < 5\%$, pero no alcanza los niveles obtenidos en rodales donde hubo explotación previa.

• Relación: ACT (%) / altitud (msnm), (Cuadro 3).

La hipótesis de independencia de las variables se rechazó en función de que $X^2 = 54.1$, cuya probabilidad fue inferior al uno por ciento.

Tampoco, en este caso, la correlación lineal resultó ser significativa: $t = 1.24$ con $P > 5\%$, sin la suficiente información para hacer un ajuste cuadrático como sugieren los datos, aunque podría tratarse de una parábola con un máximo entre los 1525 msnm y 1550 metros sobre el nivel del mar.

— Efectos de las cortas y diámetro límite

Para analizar los efectos que pudiera haber producido la corta selectiva, se desarrollaron gráficos para comparar las rectas de ajuste entre las variables, porcentaje de ACT y dap, según los distintos antecedentes, dos, una o ninguna explotación y considera todos los intervalos de dap (Fig. 1) con base en las ecuaciones ya indicadas.

Cuadro 3. Lengua: Rodales vírgenes (distribución de frecuencias).

dap (cm)	AS	ACT	Total	ACT (%)	Altura (m)	AS	ACT	Total	ACT (%)
0-10	81	3	84	3.57	1 475-1 500	146	39	185	21.08
11-20	162	18	180	10.00	1 500-1 525	87	45	132	34.09
21-30	100	35	135	25.92	1 525-1 550	66	43	109	39.44
31-40	61	45	106	42.45	1 550-1 575	78	4	82	4.87
41-50	35	22	57	38.59	1 575-1 600	81	6	87	6.89
51-60	15	4	19	21.05					
+ de 60	4	10	14	71.42					
Totales	458	137	595	23.02		458	137	595	23.02

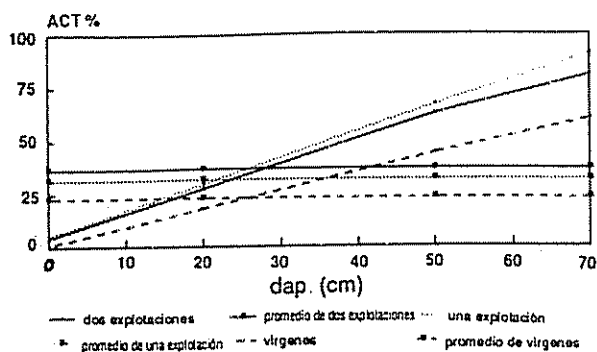


Fig. 1. Lengas con taladros (%)/dap (cm). Rectas de ajuste entre 0 cm y 70 cm.

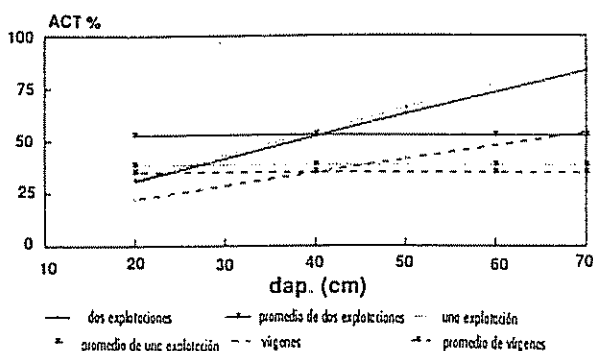


Fig. 2. Lengas con taladros (%)/dap (cm). Rectas de ajuste entre 20 cm y 70 cm.

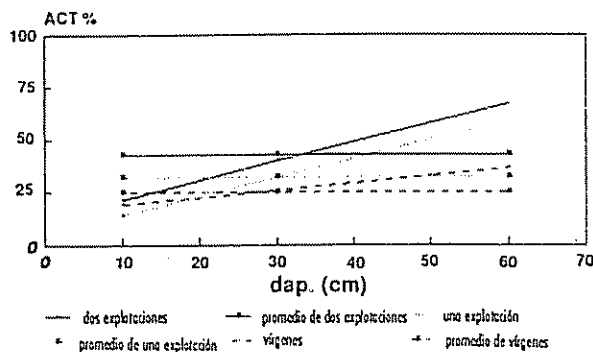


Fig. 3. Lengas con taladros (%)/dap (cm). Rectas de ajuste entre 10 cm y 60 cm.

Sin considerar los ejemplares menores de 20 cm de dap, pues su corta no se permite (Fig. 2), sus ecuaciones son:

Dos explotaciones: $y = 9.66 + 1.06 x$; con $r^2 = 0.70$

Una explotación: $y = 7.80 + 1.16 x$; con $r^2 = 0.88$

Virgen: $y = 8.68 + 0.65 x$; con $r^2 = 0.29$

donde:

$x = \text{dap (cm)}$
 $y = \text{ACT (\%)}$

y sin considerar los inferiores a 10 cm y los superiores a 60 cm de dap, que, además de ser los extremos de las observaciones, son los que se alejan más de los promedios (Fig. 3); son rectas que corresponden a las ecuaciones:

Dos explotaciones:

$y = 12.48 + 0.913 x$; con $r^2 = 0.74$

Una explotación:

$y = 5.45 + 0.889 x$; con $r^2 = 0.77$

Virgen: $y = 15.45 + 0.347 x$; con $r^2 = 0.17$

donde:

$x = \text{dap (cm)}$
 $y = \text{ACT (\%)}$

Araucaria

Por la baja frecuencia con que se presentan los ACP, no se realizaron análisis estadísticos de la relación con el dap y la altitud.

Se consignan en el Cuadro 4 los porcentajes de los ejemplares dañados, considerando el total, por un lado, y a los que superaban los 40 cm de dap, por otro, puesto que las concesiones de explotación autorizan la corta de los que superan ese diámetro.

Cuadro 4. Araucaria, árboles con polilla (%).

Total	Sobre el total		Sobre/ejemplares de + 40 cm dap		
	ACP	% ACP	Total	ACP	% ACP
Rodales con dos explotaciones previas:					
414	18	4.34	157	14	8.91
Rodales con una explotación previa:					
297	28	9.42	104	19	18.26
Rodales vírgenes:					
235	8	3.40	79	5	6.32

Bosques afectados por incendios

En determinados sitios del área estudiada se registraron incendios forestales de gran magnitud alrededor de los años 1942 y 1952. Estos lugares merecen ser considerados por separado, ante las transformaciones provocadas por el fuego.

Los rodales afectados presentan hoy una densidad muy baja de árboles adultos sobrevivientes de los incendios, particularmente araucarias, y escasos ejemplares jóvenes. Gran parte de la superficie está cubierta por *Chusquea coleou* E: Desv. (caña coligüe) (Gramineae: Bambuseae).

Lenga

Los individuos fueron en su mayoría jóvenes que no sobrepasaron los 15 cm - 20 cm de dap; distribuidos en forma irregular y sin síntomas de daños serios causados por insectos.

Araucaria

Con el fin de hacer una prospección, los individuos, en su mayoría, sobrevivientes a los incendios, fueron clasificados en: AS (sanos), ACP (con polilla) si presentaban los síntomas típicos del ataque de *H. brunneus* y en AA (afectados) cuando su corteza estaba alterada por el calor que hacía previsible o probable un ataque de polilla (Giganti 1986).

Los sectores considerados han sido explotados con posterioridad a los incendios. Además, los porcentajes calculados sobre los valores determinados en el terreno fueron muy altos al sumarse los AA y los ACP y no mostraban ninguna correlación con los parámetros considerados. En el Cuadro 5 se muestran los totales y los correspondientes porcentajes.

DISCUSIÓN**Lenga****Diámetro a la altura del pecho**

Se encontró que el porcentaje de individuos de escaso valor industrial, especialmente para el aserrado, es muy elevado sobre todo si se consideran los ejemplares de más de 20 cm de dap.

- Efecto de cortas selectivas

Los valores determinados en los rodales con distintos antecedentes de explotación permitieron ver objetivamente que, sobre un alto porcentaje inicial de árboles enfermos (35.04% para más de 20 cm de dap en rodales vírgenes), las cortas realizadas, eminentemente selectivas, aumentan notablemente la relación entre árboles afectados y árboles sanos, y que se hace mayor al aumentar el grado de explotación (Fig. 1).

Eso se evidencia mejor en la Fig. 2, donde se superponen las rectas de regresión del porcentaje de ACT (y) sobre dap (cm) (x), para ejemplares con más de 20 cm de dap, los que permiten cortar las concesiones de explotación. Para referencia se indican los promedios.

- Diámetro límite de aptitud industrial

En los cuadros 1, 2 y 3 no se consideran los valores por debajo de los 10 cm y por encima de los 60 cm de dap, que son los extremos de las observaciones y que además se alejan más de los promedios generales (considerando todos los valores). Puede notarse entonces en los porcentajes parciales por clase diamétrica que,

Cuadro 5. Rodales afectados por incendios y árboles con polilla y afectados (%).

Sobre el total de los ejemplares:					
Total	AA	ACP	% AA	% ACP	% AA + % ACP
181	36	73	19.88	40.33	60.22
Sobre ejemplares con más de 40 cm dap:					
Total	AA	ACP	% AA	% ACP	% AA + ACP
103	28	55	27.18	53.39	80.57

mientras en el rodal virgen los valores no presentan gran dispersión en relación con el promedio en los explotados, el nivel creciente de aumento del porcentaje de ACT se mantiene conforme aumenta el diámetro.

Esa situación se presenta en la Fig. 3, donde se muestran las rectas de regresión de porcentaje de ACT (y) en dap (cm) (x), considerando los individuos de 11 cm a 60 cm de dap y sus respectivos promedios. Las rectas correspondientes a las áreas explotadas presentan una pendiente similar a la de los gráficos anteriores, que indica una tendencia semejante, pero en distinto nivel, de acuerdo con el grado de explotación. En cambio, en las áreas vírgenes, la recta además de estar en un nivel inferior, tiene una pendiente sensiblemente menor, lo que lleva a pensar que en este caso la proporción de ACT no aumenta tan rápidamente al crecer el dap.

El análisis indicó que las cortas selectivas aumentaron los porcentajes de árboles afectados en cada clase diamétrica; por eso, la correlación porcentaje de ACT/dap creció y no se mostró muy alta hasta los 60 cm de dap en los rodales vírgenes.

La observación de los valores de tablas de los rodales vírgenes y la disminución de la pendiente de la recta de regresión para esos rodales, al eliminarse los valores extremos, indican con certeza que la lenga, en los bosques de Moquehue, alcanza un estado total de decrepitud e inutilidad industrial (para aserrado) cuando alcanza o supera los 55 cm - 60 cm de dap.

Altitud

Los resultados no fueron tan claros como en el caso del dap. Aunque existe una interacción entre la altitud y el porcentaje de ACT, verificada por las pruebas X^2 , la relación no es de tipo lineal.

Araucaria

Se puede considerar que los porcentajes de ACP, en áreas explotadas como vírgenes, son bajos y representan poco volumen como madera deteriorada.

Si bien en la prospección de los rodales con una sola explotación anterior surgió un porcentaje general mayor que en la de dos explotaciones, conviene recordar que

aunque algunos ejemplares presentaron síntomas de ataque de *H. brunneus*, no significa inaptitud industrial en todos los casos, ya que muchas veces el ataque comprende solo una pequeña parte del volumen total del árbol.

CONCLUSIONES

Lenga

Es poca la madera disponible en áreas con más de una explotación previa independientemente del volumen, pues, más del 50% de la población de diámetro superior a los 20 cm es totalmente inútil; ese porcentaje aumenta en los diámetros superiores.

Para continuar con una explotación inmediata de esta especie, habría que proyectar otro aprovechamiento que no sea la obtención de tablas. Asimismo, muchos ejemplares podrían considerarse "leña en pie" por su avanzado estado de deterioro; su eliminación para permitir el desarrollo de los renuevos podría ser una práctica interesante para autofinanciar la regeneración y saneamiento del bosque.

En los sectores poco explotados o vírgenes, debería realizarse el aprovechamiento antes que las lengas lleguen al estado de inaptitud industrial que, como se ha visto, tienen su límite en los 50 cm - 55 cm de dap, con las previsiones lógicas que aseguren una renovación satisfactoria de la masa.

Araucaria

Lo señalado acerca del buen estado sanitario, en general, de esta especie hace que el problema de sanidad no tenga mucha importancia. En este caso son más interesantes la disponibilidad y el crecimiento.

Para sanear el bosque, podrían entregarse con aforo diferencial (estos bosques son fiscales; la Provincia del Neuquén cobra aforos para su explotación) aquellos ejemplares apollados parcialmente, pero que tienen aún parte de su volumen aprovechable, pues de todas maneras perderán volumen útil en un tiempo más o menos prolongado. Es decir, si no se aprovechan ahora, serán consumidos por los insectos.

Bosques afectados por incendios

Lenga

Cuando llegue el momento de aprovechar los ejemplares jóvenes existentes, convendría tener en cuenta el diámetro límite de aptitud.

Araucaria

Como muestran los porcentajes determinados, el deterioro es grande. La escasa densidad de árboles no cumple funciones de repoblación ni de protección. Posiblemente lo más aconsejable sería un aprovechamiento más o menos rápido de lo que queda con aptitud industrial, la eliminación de los ejemplares apolillados por el medio más adecuado o viable (aforo diferencial o leña)

y la inmediata reforestación, especialmente si se considera que no se han detectado síntomas de erosión.

LITERATURA CITADA

- CABRERA, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín Sociedad Argentina de Botánica 14(1-2):1-42
- GIGANTI, H.E. 1986. Daños causados por insectos en fustes de especies maderables en los bosques de Moquehue. Turrialba (C.R.) 36(1):111-116
- GIGANTI, H.; DAPOTO, G. 1990. Coleópteros de los bosques nativos del Departamento Aluminé (Neuquén-Argentina). Bosque 11(2):37-44
- HRANILOVICH, M. 1970. Estudio de revisión del Cuartel Lago Moquehue. Neuquén, Arg., Dirección General de Bosques y Parques Provinciales. 35 p., anexos. (Mecanografiado)

RESEÑA DE LIBROS

AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. 1993. Agricultural Research in the Northeastern United States: Critical Review and Future Perspectives. J.T. Sims (Ed.). Madison, Wisconsin, EUA. 139 p. ISBN 0-89118-117-2. US\$22.00.

Soil and crop scientists in the northeastern United States are faced with increasingly complex challenges. Traditional approaches to research, education, and technology transfer are seemingly questioned at every level and by every constituency. Widespread and vocal expressions of concern on the proper future direction for agricultural research emanate from the general public; environmental regulatory agencies and action groups; farmers and farm organizations; agribusiness; and even from state legislatures. Social, political, and economic pressures have perhaps never had a greater effect on the future of agricultural research.

In response to these issues, symposia at the 1992 meeting of the Northeast Branch of the American Society of Agronomy focused on scientists' perspectives of research needs in the northeastern United States. This publication presents the thoughts of some of the finest and most productive scientists on topics such as:

- The rapid loss of agricultural land to urbanization and reforestation. Directly related to this are issues such as

the need for effective means to dispose of, or use, municipal and industrial wastes, and management strategies that reduce urban nonpoint source pollution.

- The dominant role of animal-based agriculture in many Northeastern states. Many concerns exist about the environmental impacts of manures and fertilizer nutrients on surface and groundwater quality.
- The emerging issue of "sustainable" agriculture and the need for innovative crop production systems that address public concerns, real or perceived, about modern agriculture's effects on our environment.
- The changing nature of our universities and the new ideas needed to provide contemporary educational programs for undergraduate and graduate students.
- The growing need for interdisciplinary research that expands beyond traditional cooperative efforts into new arenas such as molecular biology, surface chemistry, aquatic sciences, and resource conservation and management, to name but a few.

ASA
MADISON, WISCONSIN, USA

Factores en la Germinación de Dos Especies Anuales Forrajeras de la Región Semiárida Argentina¹

D.E. Fresnillo F.* , O.A. Fernández**, C.A. Busso**

ABSTRACT

The effects of temperature and hard seed coats on the germination of woolly burr medic (*Medicago minima* (L.) Grubb. var. *minima*) and filaree (*Erodium cicutarium* (L.) L'Herit) were studied under laboratory conditions. Seed dormancy was not interrupted by several constant or alternating temperatures in both species. Germination in both species, however, was stimulated by mechanical or chemical scarification. Boiling water during 2 min stimulated germination (50%) in woolly burr medic, but not in filaree. Germination was increased 64% and 62% by light scarification with sandpaper, and also after exposure to sulfuric acid during 5 min (76% and 72%), 10 min (80% and 79%) or 15 min (87% and 84%) in woolly burr medic and filaree, respectively. Seed dormancy is very likely an important adaptive strategy in both species that allows them to survive as seeds during unfavorable environmental conditions.

Palabras claves: *Medicago minima*, *Erodium cicutarium*, trébol de carretilla, alfilerillo, germinación.

RESUMEN

Los efectos de la temperatura y la presencia de cubiertas duras se estudiaron sobre la germinación del trébol de carretilla (*Medicago minima* (L.) Grubb. var. *minima*) y del alfilerillo (*Erodium cicutarium* (L.) L'Herit) en condiciones de laboratorio. Las semillas de estas especies anuales presentaron latencia que no fue interrumpida por los efectos de varias temperaturas alternas o constantes. Sin embargo, la germinación en ambas especies fue estimulada por escarificaciones físicas o químicas. El agua en ebullición durante 2 min estimuló la germinación en el trébol de carretilla (50%), pero no en el alfilerillo. La germinación se incrementó significativamente en 64% y 62% por escarificaciones leves con lija y por exposición al ácido sulfúrico concentrado durante 5 min (76% y 72%), 10 min (80% y 79%) ó 15 min (87% y 84%) en el trébol de carretilla y en el alfilerillo, respectivamente. La latencia de las semillas probablemente constituye una estrategia de adaptación importante en ambas especies, que les permite sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables.

INTRODUCCIÓN

El trébol de carretilla (*M. minima* (L.) Grubb. var. *minima*) y el alfilerillo (*E. cicutarium* (L.) L'Herit) son dos especies anuales originarias de Europa, naturalizadas en el distrito fitogeográfico del Caldén, una zona con aproximadamente 10 millones de hectáreas, situada en la región semiárida templada de Argentina. Estas especies constituyen un importante recurso forrajero para los sistemas extensivos de producción bovina, característicos de la región. El trébol de carretilla y el alfilerillo inician su ciclo en otoño y llegan a producir hasta 80% de la biomasa aérea del estrato herbáceo a principios de la primavera (Fresnillo

et al. 1991). Además, durante la estación de crecimiento, cubren casi totalmente el suelo desnudo en áreas sobre-pastoreadas o de erosión incipiente, que abarcan la mayor parte de la región. Estas especies se observan también en asociación con las gramíneas nativas del lugar en áreas de buena cobertura vegetal (Fresnillo *et al.* 1991).

Las semillas son la única forma de reproducción de las especies de ciclo anual y, por lo tanto, es mediante ellas que el trébol de carretilla y el alfilerillo aseguran su permanencia en el distrito del Caldén. Probablemente son el único mecanismo por el cual sobreviven las plantas de regiones áridas y semiáridas en condiciones climáticas adversas (Maxwell 1986; Went 1979). El estudio de factores que afectan la germinación provee información sobre la ecofisiología de las semillas y ayuda a interpretar los mecanismos de supervivencia de las especies en distintos ambientes (Maxwell *et al.* 1986; Potter *et al.* 1984). Esta información también puede ser útil para la toma de decisiones en el manejo y aprovechamiento conservacionista de los sistemas naturales (Went 1949, 1979).

¹ Recibido para publicar el 10 de marzo de 1993.

* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Apartado Postal 18, 98500 Calera de V.R., Zacatecas, Méx.

** Departamento de Agronomía y Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida, Universidad Nacional del Sur, 8000 - Bahía Blanca, Arg.

La temperatura (Baskin y Baskin 1989; Mayer y Poljakoff-Maybe 1982) y la presencia de cubiertas duras (Lodge y Greenup 1980; Young *et al.* 1975) son dos factores que afectarían directamente el proceso de germinación en algunas especies. La influencia de estos factores en la germinación del trébol de carretilla y del alfilerillo no se ha cuantificado todavía. Precisamente, el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de la temperatura y la presencia de cubiertas duras en la germinación del trébol de carretilla y del alfilerillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de germinación fueron conducidos en condiciones de laboratorio durante 1988 y 1989. Semillas maduras recientes de ambas especies se cosecharon en un área representativa del distrito del Caldén, en el sudeste de la provincia de La Pampa (38° 45 min S y 63° 45 min O). En el sitio de estudio, la temperatura media anual fue de 15.3°C, y las temperaturas medias del mes más frío (junio) y del más cálido (enero), de 7.4°C y 23.6°C, respectivamente. La temperatura mínima absoluta puede ser inferior a -12°C y la máxima absoluta superior a 42° centígrados. La precipitación anual promedio oscila en 400 mm, concentrada principalmente en otoño y primavera. El déficit de precipitación es de aproximadamente 400 mm por año.

Después de un período de almacenamiento de sesenta días, en bolsas de papel y en laboratorio, las semillas de ambas especies fueron colocadas en cajas de polipropileno de 4 cm x 4 cm y 2 cm de altura para su incubación. En cada caja, se colocó una delgada capa de algodón y sobre ella un papel de filtro. Cincuenta semillas, desinfectadas durante un minuto con hipoclorito de sodio al 1%, se colocaron en cada caja y se les agregó agua destilada en cantidad suficiente. Se utilizaron cinco repeticiones por tratamiento, distribuidas al azar dentro de las cámaras de germinación. La luz se suministró mediante un panel de luces fluorescentes con el agregado de lámparas incandescentes de 40 vatios. Las lecturas se efectuaron cada cuatro días durante un período de 28 días después de iniciada la incubación. Se consideró que las semillas habían germinado cuando la raíz llegó a medir dos milímetros.

Los datos fueron analizados mediante análisis de variancia, usando un diseño al azar y pruebas de comparaciones múltiples de Duncan (Steel y Forrie 1980). En los análisis estadísticos, se utilizó la transformación arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje de germinación.

Efectos de la temperatura

Se investigaron los efectos de distintas temperaturas alternas o continuas sobre la germinación de semillas no escarificadas en ambas especies. Las temperaturas alternas aplicadas fueron 30°C/10°C, 25°C/10°C, 20°C/10°C, 30°C/15°C, 25°C/15°C y 20°C/15°C (10 h máxima/ 14 h mínima), y se suministró un fotoperíodo coincidente con la mayor temperatura. Las alternancias de las temperaturas fueron similares a las que ocurren en el campo en la superficie del suelo durante el período de germinación de las especies estudiadas. Se hicieron también ensayos con temperaturas continuas a 10°C, 20°C, y 30°C, con idéntico fotoperíodo.

Efectos de la escarificación física o química

La germinación fue evaluada luego de exponer las semillas de ambas especies a los siguientes pretratamientos físicos o químicos: refrigeración a 4°C durante 72 h; agua a 100°C de 1 min a 3 min, con intervalos de 30 s; aire seco a 100°C durante 1 h; ácido sulfúrico concentrado durante 15 s, 30 s, 45 s ó 60 s y 5 min, 10 min ó 15 min; escarificación manual con papel de lija de grano fino, que se consideró leve con 50 pasadas de lija y severa con cien. En el alfilerillo, se evaluaron además otros tratamientos: lavado a chorro de agua durante 30 min y 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 16 h, 24 h, 32 h y 48 h; éter de petróleo durante 30 min y diseminulos sin arista. Semillas intactas de ambas especies, que no fueron expuestas a los pretratamientos mencionados, sirvieron de controles.

La germinación fue estudiada utilizando una alternancia de temperaturas de 20°C/10°C (día/noche), con un fotoperíodo de 10 h, el cual coincidió con la mayor temperatura. Pruebas preliminares con semillas escarificadas mostraron que estas condiciones favorecieron la germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de la temperatura

Las temperaturas alternas o constantes entre 10°C y 30°C no estimularon la germinación en el trébol de carretilla ni en el alfilerillo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas y porcentajes de germinación de semillas de *M. minima* (Mm) y *E. cicutarium* (Ec) a los 28 días de incubación con un fotoperíodo de 10 h en la temperatura máxima.

Temperaturas (°C)	Germinación (%)	
	Mm	Ec
Alternas		
30/10	0.8 a	0.4 a
25/10	0.4 a	0.0 a
20/10	1.2 a	0.8 a
30/15	0.0 a	0.4 a
25/15	0.4 a	0.0 a
20/15	0.8 a	0.8 a
Constantes		
30/30	0.4 a	0.4 a
20/20	0.8 a	0.8 a
10/10	0.8 a	0.4 a

Letras iguales indican igualdad estadística dentro de cada especie; Duncan ($P \leq 0.05$). Cada valor es un promedio de $n=5$.

El mayor porcentaje de germinación obtenido fue 1.2% en las condiciones ensayadas. Los resultados alcanzados son similares a los obtenidos en semillas no escarificadas por Raguse *et al.* (1977) en *Trifolium hirtum* y por Young *et al.* (1975) en *Erodium botrys*, aunque difieren de los encontrados en otras especies de zonas áridas (Baskin *et al.* 1988; Baskin y Baskin 1989; Covell *et al.* 1986; Young *et al.* 1975).

Efectos de la escarificación física o química

La escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante cinco o más minutos fue el pretratamiento que produjo mayor aumento ($P < 0.05$) en el porcentaje de germinación de ambas especies (Cuadro 2). La escarificación manual con agua en ebullición o aire seco a 100°C en el trébol de carretilla y con papel de lija en el alfilerillo, también, produjeron aumentos significativos ($P < 0.05$) en el porcentaje de germinación con respecto a los controles (Cuadro 2). La escarificación de las cubiertas de la semilla mediante agua en ebullición, papel de lija y ácido sulfúrico concentrado también ha interrumpido la latencia de la semilla en otras especies (Butler *et al.* 1982; Echeverría 1983; McIvor y Gardner 1987; Misra y Singh 1981; Phillips 1973; Young *et al.* 1975).

La escarificación severa con papel de lija redujo la germinación en un 58% en comparación con la leve en el trébol de carretilla (Cuadro 2). Resultados similares

Cuadro 2. Pretratamientos y porcentaje de germinación de semillas de *M. minima* (Mm) y *E. cicutarium* (Ec) a los 28 días de incubación a 20/10°C durante 10/14 h (día/noche).

Pretratamiento	Germinación (%)	
	Mm	Ec
Ninguno (control)	1.6 h	0.0 f
Refrigeración a 4°C		
por agua a 100°C	72 h	2.0 h
	60 "	21.7 f
	90 "	34.8 e
	120 "	50.4 d
	150 "	46.1 d
	180 "	42.6 de
Aire seco a 100°C	1 h	19.0 f
Acido sulfúrico concentrado		
	15 "	5.6 gh
	30 "	6.0 g
	45 "	4.4 gh
	1 '	6.0 gh
	5 '	76.2 b
	10 '	80.3 ab
	15 '	86.8 a
Lavado a chorro de agua		
	30 '	—
	1 h	—
	2 h	—
	4 h	—
	8 h	—
	16 h	—
	24 h	—
	32 h	—
	48 h	—
Eter de petróleo	30 '	—
Papel de lija		
	leve	64.0 c
	severa	16.0 f
Disemínulo sin arista		2.0 ef

Letras iguales indican igualdad estadística dentro de cada especie; Duncan ($P \leq 0.05$). Cada valor es un promedio de $n=5$.

obtuvieron Singh y Ratnam (1983) en *Peganum harmala* y se atribuyeron al daño mecánico que la escarificación severa produce en el embrión durante la aplicación del pretratamiento.

La falta de respuesta a los pretratamientos de lavado en el alfilerillo sugiere que la latencia de sus semillas no se asocia a la presencia de sustancias inhibitorias solubles en agua, que podrían encontrarse en las cubiertas; este hecho se ha observado en otras especies (Koller *et al.* 1962).

En el campo, la escarificación en el trébol de carretilla se debe producir cuando las semillas se hallan dentro de la vaina, pues se pudo determinar que en condiciones naturales sus semillas germinaron general-

mente dentro del fruto. La semilla del alfilerillo, en cambio, quedó en contacto directo con el suelo después de efectuarse el enterramiento del carpelo por acción de su arista higroscópica (Stamp 1984, 1989). La escarificación en condiciones naturales puede ocurrir debido a ciclos de congelamiento y descongelamiento que abren el camino a hongos y a otros microorganismos que dañan los frutos liberando las semillas, o que solamente producen un deterioro físico del fruto (Mayer y Poljakoff-Mayber 1982; Speer y Wright 1981). También, las grandes oscilaciones térmicas estacionales y diarias en la superficie del suelo en el sitio del cual provienen las especies estudiadas. Estas oscilaciones posibilitan un daño en la cubierta de las semillas, lo que permitiría el acceso de agua al embrión (Hadley 1961; Went *et al.* 1952). Las amplitudes diarias de la temperatura en la superficie del suelo (1 cm - 3 cm) se midieron y podrían superar los 25°C durante los meses más cálidos (Distel *et al.* 1992).

La acumulación de material vegetal muerto influiría negativamente en el ablandamiento de las cubiertas duras en especies de leguminosas (Quinlivan 1965). Este efecto probablemente no es de gran importancia en el trébol de carretilla y en el alfilerillo en el distrito de Caldén, ya que estas especies predominan en áreas de baja cobertura de gramíneas perennes y de baja disponibilidad de mantillo remanente.

CONCLUSIONES

Este estudio demostró que la latencia de las semillas del trébol de carretilla y del alfilerillo no fue interrumpida por el efecto de temperaturas alternas o continuas. No obstante, la germinación en ambas especies fue estimulada cuando las semillas fueron escarificadas por métodos físicos o químicos. La escarificación de las semillas de ambas especies en el sitio de estudio puede ocurrir por ciclos de congelamiento y descongelamiento durante el otoño, en que se produce la emergencia de las plántulas y la temperatura del aire puede ser inferior a 0°C por las grandes oscilaciones térmicas diarias y estacionales registradas en la superficie del suelo.

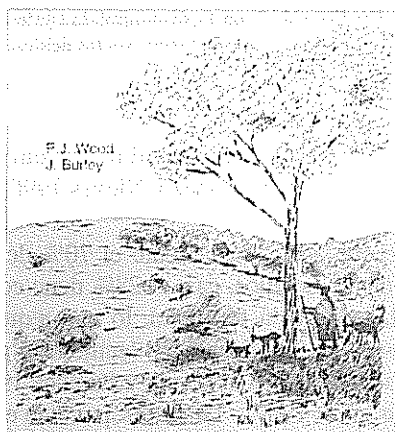
La necesidad de la escarificación de las semillas para promover su germinación puede constituir una importante estrategia adaptativa de estas especies, que les permite sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables mientras que la escarificación no se completa.

LITERATURA CITADA

- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; MCCANN, M.T. 1988. A contribution to the germination ecology of *Floerkea proserpinacoides* (Limnanthaceae). *Botanical Gazette* 149:427-431
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. 1989. Ecophysiology of seed germination and flowering in *Liatris squarrosa*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 116:45-51
- BUTLER, J.E.; LOW, H.M.; ROMANO, I. 1982. Effect of dehulling on seed quality of *Stylosanthes scabra* cv. *seca*. *Australian Seed Science Newsletter* 8:11-16
- COVELL, S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H.; SUMMERFIELD, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. *Journal of Experimental Botany* 37:705-715
- DISTEL, R.A.; PELAEZ, D.V.; FERNANDEZ, O.A. 1992. Germination of *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel and *Stipa tenuis* Phil. and seedling survival under field conditions. *Rangeland Journal* 14:49-55
- ECHEVERRIA, I. 1983. Semillas "duras" en *Trifolium repens*. Pergamino, Arg., EERA-INTA. Información General no. 133
- FRESNILLO F., D.E.; FERNANDEZ, O.A.; BUSO, C.A. 1991. Forage production of the annual legume *Medicago minima* in semiarid rangelands of Central Argentina. In *Grazing: A challenge for development and environment*. In International Rangeland Congress (4, Montpellier, France) Proceedings p. 372-374
- GOUVEA, L.L. 1983. A germinação das sementes. OEA Serie de Biología. Monografía no. 24
- HADLEY, E.B. 1961. Influence of temperature and other factors on *Ceanothus megacarpus* seed germination. *Madrono* 16:132-138
- KOLLER, D.; MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; KLEIN, S. 1962. Seed germination. *Annual Review of Plant Physiology* 13:437-464.
- LODGE, G.M.; GREENUP, L.R. 1980. Seedling survival, yield and seed production of three species of annual medics exposed to lucerne aphids. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 20:457-462.
- MAXWELL, C.D.; JACOB, N.; BOLLARD, S.; LOVELL, P. 1986. Factors affecting establishment and survival of *Soliva* (onehunga weed) at Auckland, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 24:79-87
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. 1982. *The germination of seeds*. New York, Pergamon Press.
- MCIVOR, J.G.; GARDENER, G.J. 1987. Effect of boiling water treatment on seed hardness and germination in some *Stylosantes* species. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27:857-862
- MISRA, C.M.; SINGH, S.L. 1981. Seed germination studies on three predominant tree species of southern Uttar Pradesh. *Annals of Arid Zones* 20:193-198

- PHILLIPS, R.H. 1973. Methods of increasing the germination percentage of some tropical legumes. *Tropical Agriculture (Tri)* 50:291-296
- POTTER, R.L.; PETTERSEN, J.L.; UECKERT, D.N. 1984. Germination responses of *Opuntia* spp. to temperature, scarification, and other seed treatments. *Weed Science* 32:106-110
- QUINLIVAN, B.J. 1965. The influence of the growing season and the following dry season on the hardseedness of subterranean clover in different environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 16:277-291
- RAGUSE, C.A.; YOUNG, J.A.; EVANS, R.A. 1977. Germination of California annual range plants in response to a summer rain. *Agronomy Journal* 69:327-329
- SINGH, D.; RATNAM, B.V. 1983. Seed germination and reproductive capacity of *Peganum harmala* Linn. *Annals of Arid Zone* 22:51-52
- SPEER, E.R.; WRIGHT, H.A. 1981. Germination requirement of lotebush (*Ziziphus obtusifolia* var. *obtusifolia*). *Journal of Range Management* 34:365-368
- STAMP, N.E. 1984. Self-burial behavior of *Erodium cicutarium* seeds. *Journal of Ecology* 72:611-620
- STAMP, N.E. 1989. Efficacy of explosive vs hygroscopic seed dispersal by an annual grassland species. *American Journal of Botany* 76:555-561
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, R.A. 1980. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill.
- WENT, F.W. 1949. Ecology of desert plants. II. The effect of rain and temperature on germination and growth. *Ecology* 30:1-13
- WENT, F.W.; JUHREN, G.; JUHREN, M.C. 1952. Fire and biotic factors affecting germination. *Ecology* 33:351-364
- WENT, F.W. 1979. Germination and seedling behavior of desert plants. In *Arid-land ecosystems: Structure, functioning and management*. R.A. Perry, D.W. Goodall (Eds.). Cambridge University Press. p. 477-489.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; BURGESS, L.K. 1973. Temperature requirements for seed germination in an annual-type rangeland community. *Agronomy Journal* 65:656-659.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; KAY, B.L. 1975. Dispersal and germination dynamics of broadleaf filaree, *Erodium botrys* (Cav.) Bertol. *Agronomy Journal* 67:54-57

LIBRO RECOMENDADO



US\$12.00

Un Arbol para Todo Propósito: Introducción y Evaluación de Árboles de Uso Múltiple. P.J. Wood, J. Burley 1995. 200 p. ICRAF/IICA (ISBN 92 9039-255-X).

Guía en la introducción y evaluación de especies leñosas perennes en agroforestería. En ese contexto, *introducción* significa llevar una especie a un ambiente en que no es bien conocida o en que no se ha establecido, y *evaluación* se refiere al proceso de determinar la conveniencia de usar una especie particular en un sistema agroforestal. Se proveen los principios básicos para la evaluación de árboles de uso múltiple y se presenta una secuencia cronológica de las fases de la investigación de los mismos; asimismo se dan pautas para la preparación de diseños experimentales simples y efectivos y recomendaciones sobre procedimientos simples de evaluación.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba

Respuesta de *Brachiaria brizantha* a Roca Fosfórica en Suelos Vírgenes y Encalados¹

I. López de Rojas*, O. Martínez R.*

ABSTRACT

To measure the effect of rock phosphate (PR) on the yield of *Brachiaria brizantha*, an experiment was carried out under greenhouse conditions with five acid soils from Venezuela. Three were collected in Guarico State: Iguana I (Ustoxic Quarsipsammments), Iguana II (Entic Chromusterts) and Las Palmeras (Typic Paleustults), one the in Cojedes State: El Crucero (Oxic Paleustults) and the other in Barinas State: Ciudad Bolivia (Ultic Tropudalfs). All were low in phosphorus, with a pH less than 4.8 and different contents of clay, calcium and aluminium. The soils were incubated for three months with rock phosphate from Monte Fresco, Tachira State (27.84% P₂O₅). The quantities applied corresponded to 0, 500, 1000, 1500 and 2000 kg/ha of rock phosphate. The same treatments were applied to the soils treated with Ca(OH)₂ to bring up the pH to 5.5. At the end of the incubation period, *B. brizantha* seed was planted. Two harvests were carried out every 45 days after planting, and dry matter yield was measured. Statistical analysis showed highly significant differences between soils and treatments (P<0.01): yields increased with PR doses in soils with the original pH, but when these soils were treated with Ca(OH)₂ the yields decreased. The PR reaction was better in soils without emendation, increasing the phosphorus content. The results reflect the importance of considering the calcium content of soils before PR treatment; apparently, this element affects the PR reaction in soils more than the pH.

RESUMEN

El efecto de la roca fosfórica (RF) sobre el rendimiento de *Brachiaria brizantha*, se midió por medio de un experimento de invernadero con cinco suelos ácidos de Venezuela. Tres de ellos ubicados en el Estado Gúarico: Iguana I (Ustoxic Quarsipsammments); Iguana II (Entic Chromusterts); Las Palmeras (Typic Paleustults); uno en el Estado Cojedes: El Crucero (Oxic Paleustults) y otro en Barinas: Ciudad Bolivia (Ultic Tropudalfs); todos bajos en P disponible, pH menor que 4.8 y variables en contenidos de arcilla, Ca y Al intercambiables. Se incubaron húmedos por tres meses con RF (27.84% P₂O₅ total) en dosis de 0 kg/ha, 500 kg/ha, 1000 kg/ha, 1500 kg/ha y 2000 kg/ha; estos mismos tratamientos se aplicaron en muestras cuyo pH se elevó a 5.5 por incubación previa con Ca(OH)₂. Después de tres meses de incubación, se sembró pasto con una fertilización básica de NK, se hicieron dos cosechas cada 45 días. Los resultados indicaron diferencias altamente significativas entre localidades y tratamientos (P < 0.01); hubo un incremento de rendimiento en forma directa con las dosis de solo RF, excepto en Ciudad Bolivia; en tanto que los suelos tratados previamente con Ca(OH)₂ se redujeron apreciablemente. Hubo mayor reacción de RF en los suelos no encalados y aumentó el P disponible. Los efectos logrados reflejan la importancia de considerar el contenido de Ca del suelo al recomendar el uso de RF, pues aparentemente es más influyente sobre la reacción de RF que el valor del pH.

Palabras clave: Fertilización de pasto, disponibilidad de fósforo, encalado vs. roca fosfórica, suelos ácidos.

INTRODUCCIÓN

El uso de especies de pastos adaptados a condiciones de acidez y baja fertilidad de los suelos, es una vía para mejorar la alimentación de la población bovina que se asienta en vastas extensiones de suelos en las regiones tropicales y subtropicales de mundo. El empleo de enmiendas calcáreas se ha utilizado como alternativa para mejorar las condiciones de acidez, pues neutraliza el Al intercambiable y favorece la dispo-

nibilidad del P, que es el elemento más limitante en estas áreas (Fenster y León 1979; López y Nieves 1990).

En Venezuela, aproximadamente el 70% de los suelos son ácidos y, de ellos, casi el 28% tiene como principal limitante la baja fertilidad, lo que requiere altas aplicaciones de fertilizantes y enmiendas para mejorar su productividad (Comerma y Paredes 1978; López de Rojas *et al.* 1987). La mayor parte de estos suelos se encuentran distribuidos en la región de Los Llanos, principalmente en los estados Monagas, Anzoátegui, Guárico, Apure, Bolívar y Cojedes; son suelos muy evolucionados de los órdenes: Ultisol, Oxisol, Alfisol, Inceptisol y Vertisol, con pH menor que 5.5, bajos en Ca (menor que 150 ppm) y de bajos a muy bajos contenidos de P disponible (menor que 10 ppm) (Gilbert *et al.*).

¹ Recibido para publicar el 27 de enero de 1994

* Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP); Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP); Apartado Postal 4653, Maracay, 2101, Edo., Aragua, Ven

En estas regiones, se desarrolla el 70% de la ganadería bovina de carne (Chicco y de León s.f.), donde la baja calidad de la oferta forrajera conduce a deficiencias nutricionales específicas de proteínas, energía y minerales, que desencadenan cuadros, comprometiendo la salud y la productividad del animal. El manejo de la fertilización, especialmente fosfatada, es otra alternativa planteada para mejorar la productividad de los suelos de esas regiones.

El uso de RF se ha considerado como una de las formas más baratas de suplir F a los cultivos en grandes áreas de suelos ácidos de la zona tropical y subtropical (Parish *et al.* 1980). Fenster y León (1979) han señalado que el uso de RF, natural o parcialmente acidulada, es uno de los factores por considerar en el cultivo de forrajes en los suelos oxisoles y ultisoles ácidos e infértiles de América Latina tropical. Los mismos autores (1978), en una recopilación de resultados obtenidos en diversos cultivos con el uso de RF en suelos de esa región, señalan que en Colombia, casi todos los cultivos probados, tanto pastos como anuales, muestran algún grado de respuesta a la aplicación de RF; también presentan resultados positivos con pastos en Perú y Brasil.

Los suelos ácidos de Venezuela ofrecen gran variabilidad (López de Rojas y Comerma 1985; López de Rojas y Sánchez 1990), por lo que es difícil hacer generalizaciones en las recomendaciones para el uso de la roca fosfórica. La reactividad de esta fuente se afecta por las propiedades físicas y químicas de los suelos, como el pH, la capacidad de adsorción de P, los contenidos de Ca y P iniciales del suelo y otras, que incide en el crecimiento de los cultivos, pues afecta la disponibilidad de P (Fenster y León 1978, 1979; López de Rojas y Nieves 1993; Smith y Sánchez 1992). Se planteó este trabajo con la finalidad de medir, a través de la respuesta del pasto *B. brizantha*, el efecto de las aplicaciones de RF y el de las propiedades de los suelos como el pH, los contenidos de Ca disponible y Al intercambiable sobre la reactividad de esta fuente fertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizaron muestras de suelos de las localidades de La Iguana I (Ustoxic Quarsipsamments, silfíca, isohipertérmica); Iguana II (Entic Chromusterts, arcillosa, muy fina, mixta, isohipertérmica); Las Palmeras (Typic Paleustults) del Estado Guárico; el Crucero (Oxic Paleustults) del Estado Cojedes y Ciudad Bolivia (Ultic Tropudalfs, franco, gruesa, isohipertér-

mica) del Estado Barinas. Esas muestras se analizaron previamente para conocer su composición química y física, de acuerdo con la metodología del Laboratorio de Suelos del CENIAP (CENIAP 1990); luego, fueron incubadas húmedas durante tres meses con tratamientos de 0 kg/ha, 500 kg/ha, 1000 kg/ha, 1500 kg/ha y 2000 kg/ha de RF micronizada procedente de Monte Fresco, estrato II, Estado Táchira; el pH original se elevó a 5.5; lo mismo sucedió con los tratados con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (López y Nieves 1993). Después del período de incubación las muestras fueron secadas y analizadas para determinar el pH, los contenidos de Ca, P y aluminio. Se estableció un experimento en potes de 3 kg con pasto *B. brizantha*, cultivar Marandú con dos repeticiones; se sembró por semillas y se hizo una fertilización basal con N (60 kg/ha de N y 30 kg/ha de K_2O).

Una vez establecido el cultivo, se dejaron dos plantas por pote y se efectuaron dos cosechas cada 45 días después del establecimiento. Las plantas se cortaron a 3 cm de la base y el material se usó en estufa a 70 °C para obtener el rendimiento de la materia seca. Los datos se analizaron estadísticamente aplicando un análisis de variancia y comparación de medias de los tratamientos con la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales características físicas y químicas de los suelos se muestran en el Cuadro 1, donde se puede apreciar que aun cuando todas son de pH muy ácido, tienen contenidos variables, desde muy bajo hasta alto de Al y Ca intercambiables, texturas entre gruesas y medias; todos bajos en P disponible. Los efectos de las propiedades de los suelos sobre la reacción de la RF fueron analizados por López y Nieves (1993), quienes observaron que, después del período de incubación de los suelos con el pH original, ocurren incrementos variables del Ca disponible por los tratamientos con RF. Esos incrementos fueron mayores en los suelos tratados previamente con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cuadro 2).

El pH de los suelos después de la incubación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ varió entre 5.5 y 5.9 en los cinco suelos; después de los tres meses de incubación con RF hubo cierta acidificación. Sin embargo, los niveles de Al intercambiables se redujeron, siendo esta reducción mayor en los suelos tratados con RF + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cuadro 3). El efecto de estos tratamientos se manifestó sobre los niveles de P disponible, obteniéndose en todos los suelos incrementos de este elemento por la aplicación

Cuadro 1. Principales características físicas y químicas de los suelos.

	Iguana I	Iguana II	El Crucero	Las Palmeras	Ciudad Bolivia
pH 1:2.5	4.5	4.6	4.2	4.5	4.8
Arena (%)	92.6	42.6	58.6	46.7	74.6
Arcilla (%)	2.4	36.4	17.4	18.2	10.4
Textura	a	F A	F a	F	F.a
M O (%)	0.43	1.72	1.08	1.42	1.37
P (ppm Olsen)	3.0	3.0	1.00	4.00	5.00
Al (me/100 g)	0.10	2.80	1.05	1.10	0.20
Ca **	0.12	0.88	0.32	0.33	1.83
Mg **	0.02	1.65	0.10	0.35	0.64
K ***	0.04	0.44	0.09	0.03	0.40
CICE "	0.28	5.77	4.56	1.81	3.07
Sat Al (%)**	35.7	48.5	67.3	60.8	6.45
Sat. Ca (%)**	42.8	15.3	20.5	48.2	59.6
Indice de Ads de P***	4.6	44.8	18.3	180.4	18.1

* Determinación en $\text{NH}_4\text{O Ac pH 7.0}$.

** Calculado con base en la capacidad de intercambio de cationes efectiva.

*** Determinado a través de la isoterma de adsorción de P de Langmuir ($X/\text{Log C}$)

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre los niveles de Ca disponibles, posterior a la incubación con roca fosfórica (RF).

Suelo	(Ca ppm)		
	Testigo	RF*	RF+Ca (OH) ₂ *
Iguana I	55	58	76
Iguana II	82	85	235
El Crucero	105	120	210
Las Palmeras	42	69	182
Ciudad Bolivia	128	227	310

* Valores promedios de los cuatro tratamientos de RF

de RF y un efecto depresivo del tratamiento previo con Ca(OH)_2 (Cuadro 4). Esto concide con experiencias hechas por López y Nieves (1993), quienes reportan una relación inversa entre estos dos nutrientes; Khasawneh y Doll (1978) también señalan un efecto adverso del encalado sobre la efectividad de la RF.

Esos niveles de fertilidad de los suelos se reflejaron sobre los rendimientos *B. brizantha*, y fue evidente la

alta respuesta en los suelos de El Crucero, Iguana I, Iguana II y Las Palmeras a la aplicación de P (Fig. 1); resultados similares se han logrado con experimentos en el primero y último de los suelos con pasto *Andropogon gayanus* (1990).

El análisis estadístico de los rendimientos de materia seca reflejó diferencias altamente significativas para los tratamientos, localidades y localidades por tratamientos (Cuadro 5). Al analizar los efectos de los tratamientos en cada una de las localidades, se pudo ver un efecto creciente de los rendimientos en función de las dosis de solo RF; pero cuando se aplicó, después de encalar el suelo hasta un pH próximo a 5.5, hubo una reducción en los rendimientos, aun cuando se mantuvo la misma tendencia creciente en relación con los tratamientos de roca fosfórica. Estos resultados demostraron la importancia de considerar factores como los niveles iniciales de Ca y Al del suelo cuando se recomienda el uso de RF, por la influencia que tienen sobre la reacción de dicho material, que afecta el desarrollo del cultivo.

Cuadro 3. Variación del pH y Al intercambiable por efecto de los tratamientos, después de la incubación con RF.

Suelo	pH inicial	RF	pH	Al intercambiable		me/100 g RF + Ca(OH) ₂
			RF+Ca(OH) ₂	Testigo	RF	
Iguana I	5.7	4.7	5.0	0.28	0.24	0.10
Iguana II	5.8	5.0	5.2	2.00	1.80	0.30
El Crucero	5.5	4.6	4.5	0.80	0.68	0.40
Las Palmeras	5.9	5.2	5.7	0.60	0.50	0.06
Ciudad Bolivia	5.6	4.6	4.6	0.25	0.24	0.16

* Después de la incubación con Ca(OH)_2

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre los niveles de P disponibles de los suelos.

Tratamiento kg/ha/RF	Iguana I	Iguana II	Las Palmeras P ppm (BRAY)	El Crucero	Ciudad Bolivia
0	2.7 c	3.2 de	3.3 cde	3.1 c	4.7 c
500	5.9 abc	4.3 cde	6.9 bc	5.3 bc	6.5 bc
1 000	6.3 ab	6.4 bc	9.2 ab	9.0 ab	7.3 ab
1 500	6.9 ab	8.1 b	10.1 a	10.9 a	9.0 a
2 000	7.5 a	10.7 a	11.6 a	8.4 ab	8.6 ab
500+Ca(OH) ₂ *	3.7 c	2.3 de	1.9 e	5.7 bc	6.9 ab
1 000+Ca(OH) ₂ *	4.7 abc	4.5 cd	4.3 cd	5.4 bc	8.1 ab
1 500+Ca(OH) ₂ *	3.7 bc	1.9 de	3.3 de	6.3 bc	8.6 ab
2 000+Ca(OH) ₂ *	5.9 abc	3.9 de	5.1 bc	7.3 ab	9.0 a

* Aplicada un mes antes de los tratamientos con roca fosfórica. Promedios de las columnas seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0.05$) por la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

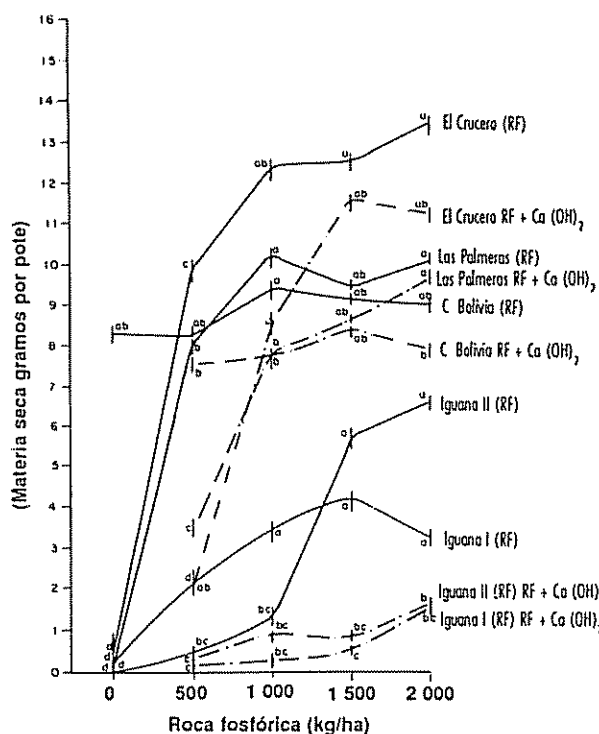


Fig. 1. Rendimiento de materia seca (gramo por pote) de *B. brizantha* en función de los tratamientos con RF y RF + Ca(OH)₂ (promedio de dos cortes cada 45 días).

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos puso de manifiesto la alta respuesta del pasto *B. brizantha* a la aplicación de roca fosfórica. Hubo un efecto negativo de los contenidos de Ca del suelo sobre la reacción de la RF, que se reflejó en la reducción de los niveles de P disponible en los suelos tratados previamente con Ca(OH)₂.

El rendimiento de *B. brizantha* demostró el efecto de los tratamientos; una reducción del peso de materia seca ocurrió cuando los suelos se trataron con Ca(OH)₂, antes de los tratamientos con RF, fundamentalmente en los de El Crucero, Iguana I, Iguana II y Las Palmeras, los cuales son menos fértiles; mientras que en el suelo de Ciudad Bolivia el efecto de los tratamientos fue menor.

Los tratamientos con cal, previamente a la aplicación de la RF, disminuyeron su reactividad y afectaron la disponibilidad del fósforo. En suelos con pH ácidos, hay que considerar el nivel del Ca disponible cuando se va a recomendar RF con el fin de asegurar una mayor efectividad de dicho material.

Cuadro 5. Análisis de variancia de los rendimientos de materia seca de *B. brizantha* con tratamientos de roca fosfórica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F
Localidad (L)	4	931.04117	232.76041	552.49**
Tratamiento (T)	8	417.60339	52.20042	132.90**
L x T	32	273.39544	8.54361	20.28**
Error	45	18.95830	0.421296	
Total		89		

$R^2 = 0.988$ C.V. = 11.2378.

LITERATURA CITADA

- CENIAP (CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS). 1990 Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. J. Gilabert de B., I. López de Rojas, R. Pérez de Roberti (Comp.) Maracay, Ven. Serie D no. 26. 164 p.
- COMERMA, J.; PAREDES, R. 1978 Principales limitaciones y potencial agrícola de las tierras de Venezuela. *Agronomía Tropical (Ven.)* 28(2):71-85.
- CHICCO, C.F.; DE LEON, S.G. s.f. Suplementación de los bovinos de carne a pastoreo. Maracay, Ven., Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. p. 47-103. (Mimeo)
- FENSTER, W.E.; LEON, L.A. 1978 Utilization of phosphaterock in tropical soils of Latin America. International Fertilizer Development Center; Centro Internacional de Agricultura Tropical. 49 p.
- Presented at: Phosphate Rock Seminar in Technion-Israel (Haifa, Israel). Institute of Technology.
- FENSTER, W.E.; LEON, L.A. 1979. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. In Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. L.E. Tergas; P.A. Sánchez (Eds) CIAT, Col. Serie 035-G-5 p. 119-133.
- GILABERT DE B., J.; LOPEZ DE R., I.; GARCIA, E.; VACCARINO, L.; CHAURAN, O.; VELASQUEZ, L.; SEGNNINI DE B., A.; LOPEZ, M.; SOLORZANO, C.; COLINA, R.; MORILLO, A.; ARRIECHE, H.; AZUAJE, I.; CUENCA, L. 1991. Características de fertilidad de los suelos venezolanos vistos a través de los resúmenes de análisis rutinarios (5ª aproximación). Maracay, Ven., Ministerio de Agricultura y Cría/FONAIAP. 30 p. (Mimeo).
- KHASAWNEH, F.E.; DOLL, E.C. 1978 The use of phosphate rock for direct application to soils. *Advances in Agronomy* 30:159-205.
- LOPEZ DE ROJAS, I.; COMERMA, J. 1985. Caracterización de los suelos ácidos de Venezuela a través de algunas propiedades físicas y químicas. *Agronomía Tropical (Ven.)* 35(1-3):83-109.
- LOPEZ DE ROJAS, I.; SILVA DE Z., M.; COMERMA, J. 1987 Suelos ácidos de Venezuela: Avances en la construcción de un sistema experto para hacer recomendaciones en estos suelos. In Congreso Latinoamericano (10. 1987, Maracaibo, Ven.) Simposio. 9 p. (Mimeografiado)
- LOPEZ DE R., I.; SANCHEZ, A.; ALFONZO, N.; NIEVES, L.; WIEDENHOFER, H. 1990. Respuesta del pasto *Andropogon gayanus* a la fertilización fosfatada en suelos ácidos de Llanos de Venezuela. In Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo (2., 1990, La Habana, Cuba); Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo (2., 1990, La Habana, Cuba). Memorias.
- LOPEZ DE ROJAS, I.; SANCHEZ, A. 1990. Criterios para recomendaciones de cal en suelos ácidos de Venezuela. FONAIAP, CENIAP, Maracay, Ven. Serie B no. 8. 32 p.
- LOPEZ DE R., I.; NIEVES, L. 1993. Efecto de los niveles de fósforo y calcio disponibles, capacidad de adsorción de fósforo y pH del suelo sobre la reactividad de la roca fosfórica en cinco suelos ácidos de Venezuela. *Agronomía Tropical (Ven.)* 43(1-2) (En prensa)
- PARISH, D.H.; HAMMOND, L.L.; CROSWELL, E.I. 1980. Research on modified fertilizer materials for use in developing country agriculture. 21 p.
- Presented at the American Chemical Society Meeting (1980, Las Vegas, Nevada, EE.UU.). (Mimeo).
- SMITH, T.; SANCHEZ, P.A. 1992. Phosphate rock dissolution availability in Cerrado soils as affected by phosphorus sorption capacity. *Soil Science Society of America Proceedings (EE.UU.)* 46:339-345.

Delineation of Agricultural Systems in a Major Tropical Area of Cacao Production (Barlovento, Venezuela) by Means of Multivariate Analysis¹

M. Barrios*, L. Arias**, J. J. San José*

ABSTRACT

Agricultural systems in the Barlovento Valley, a major tropical area of cacao (*Theobroma cacao* L.) production, were studied according to multivariate statistical methods based on factor analysis. Basic data of samples were selected at random from a census of 850 production units, encompassing three main components of the systems: producer's economic rationality, technology, and natural environment. Thirty simple variables were reduced to 11 compound variables or factors. Results indicated that the main factors were related to the technological and economic rationality components of the agricultural systems. Factors were classified by a cluster analysis and farms were grouped into five sets, which defined a spatial pattern in the Barlovento Valley.

RESUMEN

Se estudiaron los sistemas agrícolas ubicados en el Valle de Barlovento, Venezuela -principal área tropical productora de cacao (*Theobroma cacao* L.). Se usaron métodos estadísticos multivariados con base en el factor de análisis. Se seleccionaron al azar datos básicos de un total de 850 unidades de producción censadas, a partir de tres componentes fundamentales de los sistemas agrícolas: racionalidad económica del productor, tecnología y entorno natural. Se escogieron once variables compuestas de treinta variables simples. Los resultados indicaron que los factores principales se relacionaron con los componentes tecnológicos y de racionalidad económica de los sistemas agrícolas. Los factores se clasificaron por medio del análisis de conglomerados, agrupando las fincas en cinco grupos, las cuales definieron un modelo especial en el Valle de Barlovento.

INTRODUCTION

Agricultural systems are a multivariate function of complex interdependent and interaction variables integrated by the components of economic rationality, technology and environmental characteristics (Meza 1980; Molina *et al.* 1983). In tackling this situation, multivariate analysis is a major research approach (Greigh-Smith 1983; Orloci 1978; Pielou 1977, 1984; Ter Braar and Prentice 1988), because a large number of complex sampled variables could be reduced to a few factors (Bravo 1979) and the data structure is revealed for interpretation.

Agricultural systems are classified as open, complex systems (Ronsay 1978) with internal hierarchical levels of synergical organization, interrelations between components, and interconnections between the levels and the organized whole. The study of these systems involves the analysis of the levels, beginning with the country, followed by the administrative region, sub-regions, micro-regions, exploitation and sub-systems. Complex hierarchical models with a manageable number of levels are ideal for such an analysis. This description is suitable for the Valley of Barlovento (Miranda State, Ven.), a major tropical area of cacao production, where such factors as usage and tenure of the land, as well as its agricultural characteristics, are relatively homogenous (Barrios *et al.* 1989). The Barlovento Valley is bordered by the Cordillera de la Costa in the North and the Cordillera del Interior in the South (Fig. 1) and it has more cacao (10 500 ha) than other traditional crops.

The purpose of this work is to delineate the variables that correspond to the components of agricultural systems (economic rationality, technology and environment) in the Barlovento Valley by using a multivariate analysis approach (factor and cluster analysis). The region pattern of the farms is also analyzed by classification of the resulting factors, using cluster analysis.

¹ Received for publication on August 25, 1992

We are grateful to Eng. Cesar Medina (Caucagua Experimental Station, FONAIAP) for providing us with survey material and assistance during the field trips. We would also like to thank Dr. R. Lairret (PDVSA) for his suggestions on the photointerpretations of the Barlovento Valley, and Lic. Judith Rosales (IVIC) for her important help with the computer programs.

* Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Apartado 21827, Caracas 1020-A, Ven.

** Sección de Ecología, Instituto de Investigaciones Agrícolas Generales, CENIAP, Apartado 4653, Maracay 2101, Ven.

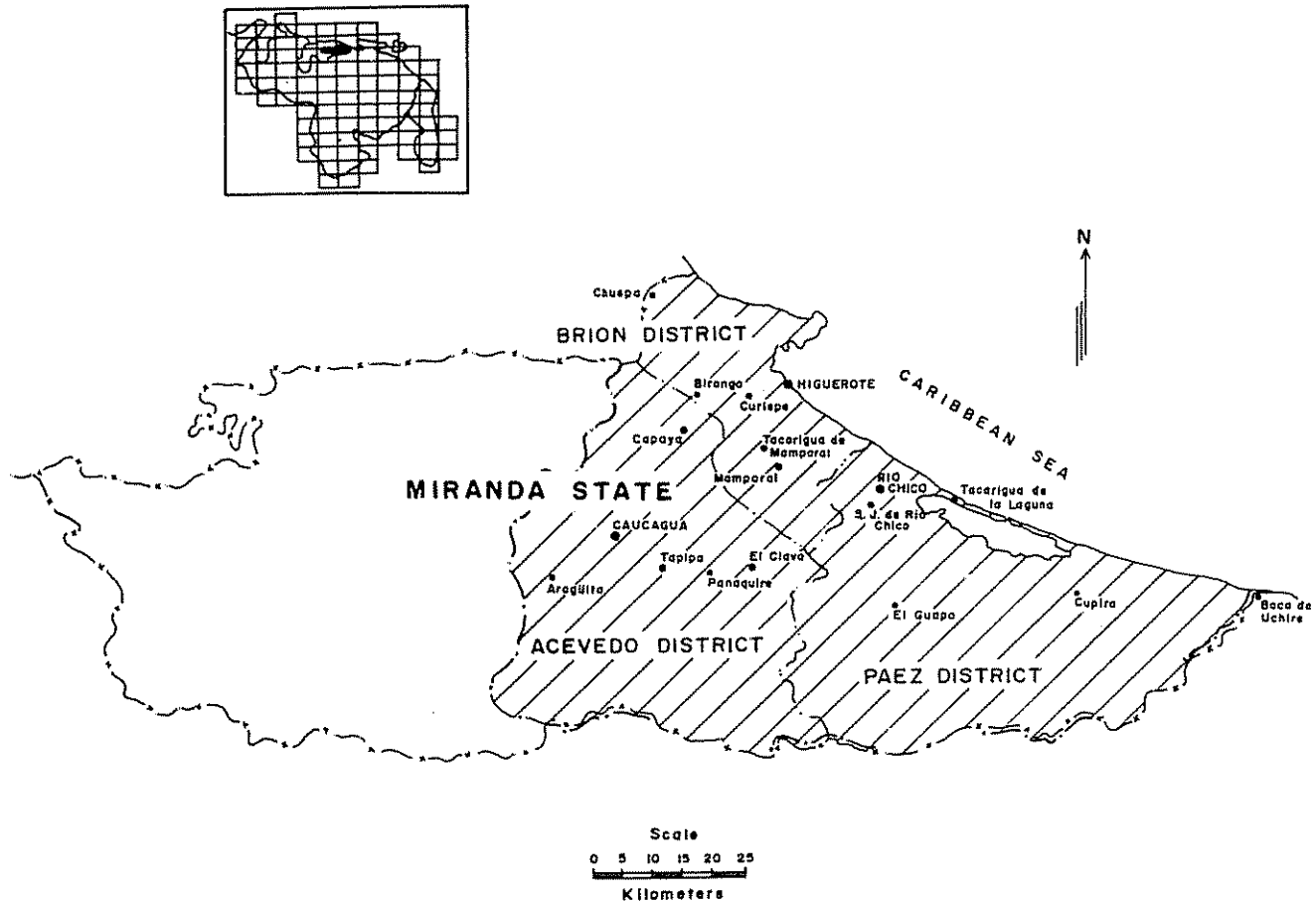


Fig. 1. Region of Barlovento (Miranda State, Ven.) and its relative position.

MATERIALS AND METHODS

Studied area

The studied area in the Barlovento Valley included 43 751 ha (Fig. 1). Climate is characterized by annual precipitation ranging from 1500 to 3400 mm and a mean annual temperature of 26 °C. The area was originally covered by dry and humid tropical forests, according to the classification of Ewel and Madriz (1968). In addition to agricultural activities, human impact on the area due to tourism has recently increased (MARNR 1980).

Temporary changes in the use of land, agroecological characteristics, land tenure regime and socioeconomic structure were interpreted by analyzing aerial photographs (1:35 000) corresponding to the photomosaic Guatire - Cabo Codera - Altigracia de Orituco (Miranda, Misión D-8 1952), and other photoplans (1:25 000) (Misión Chirimena-Guatopo-Sabana de Uchire 1978).

Variables used in the analysis

Eight hundred and fifty production units were censused for the National Project Bio-socioeconomic Diagnosis of Production Systems (PNDB) (Experimental Station of Cagua, FONAIAP). This census included the components of the agricultural systems (producer's economic rationale, technology and environment) of the Barlovento Valley. A sample of 487 production units was selected at random and additional information was obtained from the farms corresponding to this sample.

Soil series and classification according to land use capacity were obtained by locating each of the sampled units on the maps of the agroecological study (MAC 1963) (1:50 000 CIA 1963), as well as the agroecological units and political division of Barlovento (Sánchez 1982), (1:200 000, FONAIAP 1955).

Table 1. Variance "explained" by factors corresponding to the components of the Barlovento Valley agricultural system.

Factor	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Accumulated per cent of the explained variance	12.02	22.27	30.07	36.96	43.05	48.42	53.23	57.71	61.61	65.33	68.87

Table 2. Factors defined in accordance to variables presenting a significant correlation coefficient with the factors for the production systems of the Barlovento Valley (Miranda State, Ven).

Factor	Component	Variable	Correlation coefficient	Factor definition
I	Economic rationality form foundation	- Years since	0.811	Principal use; cacao
		- Machinery ownership	0.674	
		- Machinery limitation	0.659	
	Technology	- Cacao surface	0.802	
		- Musaceous surface	0.755	
II	Technology	- Orchard surface and crop age	0.652	Limitation by shading
	Economic rationality	- Shading limitation	0.701	
		- Crop age limitations	0.713	
III	Economic rationality	- Shading limitation	0.515	Control of pest and diseases
		- Crop age limitations	0.529	
	Technology	- Evolution in land use since plot foundation	0.562	
		- Pest and diseases limitations	0.587	
	Natural environment	- Series of soil	0.524	
IV	Economic rationality	- Credit type	0.748	Financing
		- Credit limitation	0.768	
V	Economic rationality	- Machinery ownership	0.475	Use of machinery
		- Machinery limitation	0.499	
VI	Economic rationality	- Dedication to farming	0.692	Dedication to farming
		- Other activities apart from production	0.499	
VII	Natural environment	- Use capacity	0.433	Land use capacity Infrastructure limitation
		- Infrastructure limitation	0.577	
		- Technical assistance limitation	0.495	
	Natural environment	- Flooding limitation	0.450	
IX	Technology	- Limitations by weeds	0.622	Limitations by weeds
	Natural environment	- Flooding limitations	0.454	
		- Use capacity	0.421	
X	Economic rationality	- Technical assistance limitation	0.553	Technical assistance limitation Economic rationality
XI	Economic rationality	- Electricity limitations	0.488	Crop diversity
	Technology	- Number of crops	0.434	

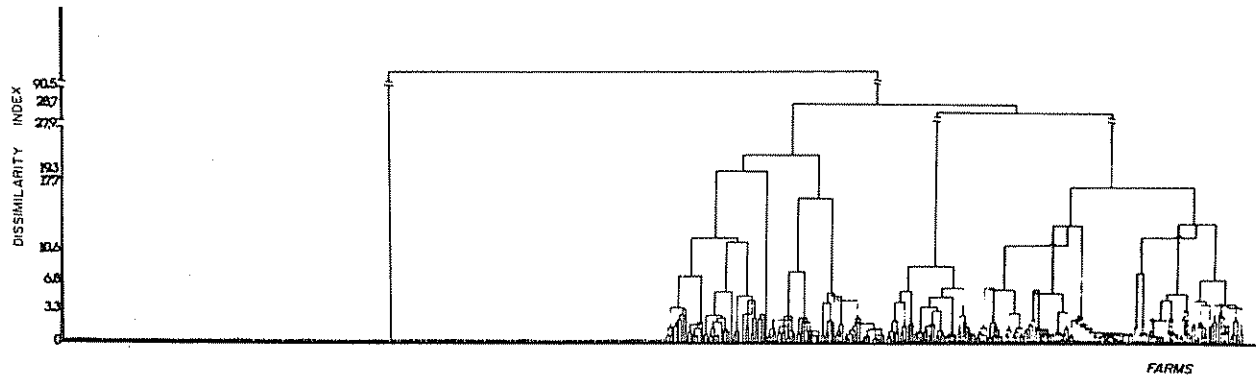


Fig. 2. Classification tree of compound variable (factors) corresponding to the components of the agricultural systems present at the Barlovento Valley (Miranda State, Ven.).

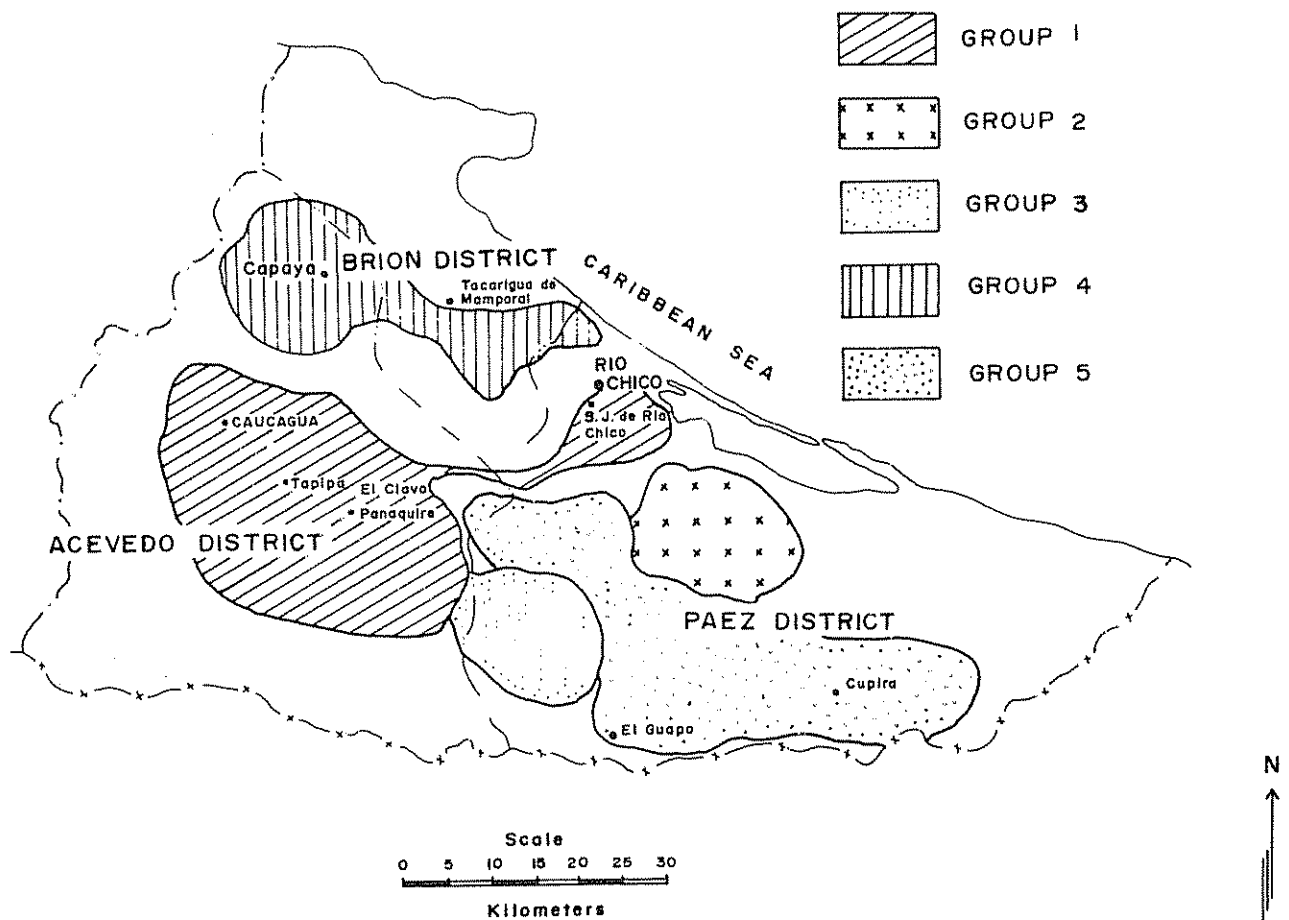


Fig. 3. Distribution pattern of farms in the area of Barlovento (Miranda State, Ven.) obtained as a result of the classification of the factor corresponding to the components of the agricultural systems.

Data treatment:**Factor analysis**

Data from the farms were processed with the statistical programs BMDP (Biomedical pack elaborated by Dixon and Brown, 1979), with the Burroughs 6700 systems at the School of Computer Studies of the Central University of Venezuela, and fitted and modified for the present project. Farms (cases) and variables were stored in a 487-case x 30 variable matrix as a data file (BMDP) of fixed format.

Factors were extracted by the principal components method, based on a correlation matrix. Those variables which "explained" more than 70% of the variance were considered as descriptive factors of the system, and each factor was then defined to include the variables on the basis of the highest significant correlation between the factor and the variables.

The matrix of factor scores, including the values of each spatial unit index studied in each factor (axis of variation in the ordination), was used as data input for the classification of the farms by means of cluster analysis techniques. The chi-square test was used as a measure of similarity and the mean distance as a criterion for group linkage.

RESULTS AND DISCUSSION

Thirty original variables were reduced to 11 combined variables (factors) and the accumulated percentage of variance "explained" by the factors is shown in Table 1. These factors were defined on the basis of significant correlations between the factor and the variables (Table 2). Thus, factor I (Table 1), was defined by the land use variables as technological components of the agricultural systems, and this factor "explained" the highest percentage of variance (12.02%). Factor II was related to the producer's economic rationale, especially the variable crop age, since 78% of the plantations in the region were established more than 30 years ago. Factor III corresponded to the inefficient control of pests and disease, which greatly affected crop yields. Financial limitations, restrictions in the use of machinery, and deficient technical assistance were also common. In contrast with the components of the technological and economic rationale environmental variables explained a relatively lower percentage of the common variance, except for land use capacity.

The resulting classification tree (Fig. 2) shows five classes or groups of farms (Fig. 3) based on dissimilar factor values. In accordance with these results, the Barlovento area presents five homogeneous groups of farms, mainly located in the Acevedo (Group 1), Páez (Groups 2, 3 and 5) and Brion districts (Group 4). A characterization of the limits of the groups, introduced technologies, and available resources are identified below.

Group 1 represents 29% of the total number of farms. Farm area ranged from 0.5 to 150 ha and land-use capacity varied from 2 to 3, according to the classification used. The cacao-musaceous association was introduced to the area less than 30 years ago, and producers mostly chose to use this agricultural system exclusively. Financial support for the plantations is based on public loans and local resources.

Agricultural labor is provided by the nuclear family, with a smaller proportion from temporary contract workers.

On the farms of this group, traditional agricultural practices have been extensively used, and recent technologies based on low shade-high input resources have not been introduced to the system. The agricultural infrastructure is deficient, especially as regards water drainage and control. Marketing is archaic and reduction of cacao yield by pests, disease and weeds are evident.

Group 2 represents 69% of the total number of farms in the region. The farms ranged from 0.25 to 225 ha, with land use classes varying from 3 to 4. Orchards associated with traditional crops were introduced to farms formerly dedicated to cacao with musaceous crops. Thus, a diversification of cacao to include additional crops, so as to use labor on a full-time annual basis was accomplished. Thirty-one percent of the plantations were established after 1950, and the owners lived on the farms; however, 50% of them carry out a commercial activity other than cacao. Labor for agricultural activities was exclusively family members. Funds to support the agricultural systems were provided by public loans.

Technical assistance to this group of farms was practically absent, and infrastructure, including transportation systems, was underdeveloped. In relation to

marketing, a delay in payments introduced a considerable distortion in the currency. The uncontrolled incidence of weeds, pests and disease has reduced cacao yield and quality.

Group 3 represents only 4% of the total number of farms, but their area is the greatest (40-900 ha), as compared to that of the other groups. The owners are exclusively dedicated to cacao, and live in the area, where they contract farm labor. Agricultural activities are financed through farm income.

Technological assistance is inadequate, but the producers have renewed their plantations and agricultural practices are generally mechanized. Local marketing systems should be improved in order to increase farm income.

Group 4 makes 20% of the total number of farmers. Farm area varies from 0.5 ha to 15.0 ha, and the class of land use from 3 to 5. Cacao and cacao-musaceous plots are the rule, and were established before 1950. Advanced crop age and inadequate shading have considerably reduced the cacao yield in a cultivation system based on high shade-low farm input. The producers were settled in the area, where they are exclusively dedicated to their plantations, using hand labour from family members. Delay in the payments of public loans has introduced a vicious circle of continuing depletion of public funds.

Shortages in technical assistance has caused financial losses. Infrastructure and reliability of transportation are necessary to increase cacao supply. Internal marketing for the commodity is no longer able to cope with expanding demand.

Group 5 makes up 31% of the total number of farms. Farm area varies from 0.5 ha to 1200 ha, although 95% ranged from 0.5 ha to 12 hectares. Land use class is around 2, according to the classification system. The predominant plant cover is the cacao-musaceous association, whereas traditional crops cover 20% of the farm as complementary crops, which may increase farm income per unit of land. Plantations are older than 30 years and yield is decreasing. As in the previous group, the producers live on the farms and annual income is exclusively from farm activities, using hand labor from family members and contracted workers. Funds to support agricultural activities come from both public loans and farm income.

Limitations on crop yield are mainly related to pests and diseases. Marketing policies to ascertain customer need are necessary in order to establish a long-term production-export policy.

In summary, the groups can be classified according to the increase in the area of the cacao plantations. Limitations due to crop age follow the same trend, with Groups 1 and 3 the most affected. Major financial problems occurred in Groups 2 and 3, where machinery for agricultural activities is not available. In Groups 3 and 5, the producers were exclusively dedicated to crop production, and Groups 2 and 5 presented a relatively higher land use capacity. The major infrastructural constraints (absence of roads and drainage) were identified in Groups 3, 4 and 5.

The spatial pattern of the grouped farms based on the similarity of the factors extracted by principal component techniques appeared to be related to the historical evolution of the Barlovento area, as well as to human activities. Thus, farms of Group 1 are located in the Acevedo District, where most local communities were settled as early as 1621 (Guerra 1984), with activities focusing mainly on cacao cultivation, using traditional agricultural practices. In contrast, the farms of Group 5 are located in the Páez District, where most of the population was established between the end of the XVII and beginning of the XVIII centuries. In this case, the traditional techniques for cacao plantation have been continuously improved by introduction of increasingly appropriate technologies and available resources.

Data analysis suggest that agricultural systems in the Barlovento area, have been mainly shaped by the influence of factors unrelated to potential agricultural productivity; instead, the economic rationale of the producers and the level of technological inputs seemed to be key.

The marketing problems observed at present seem to be similar to those reported for most cacao-exporting countries. Thus, Scheu (1989) has indicated the urgent need to increase diversity of production as well as improving access to overseas markets. The empirical model of the international cacao market as elaborated by Robinson (1989) shows that it is necessary to develop technological strategies to increase plantation yield, rather than the overexpanded the surface are under cacao production.

Results of the present work could assist in determining management priorities that could improve the productivity of each group defined here. It will be necessary: 1) to improve living conditions in the area (housing facilities and public services in order to stimulate permanent producer residence, and 2) to develop technological strategies to increase crop productivity and to change the agricultural pattern from high shade-low input resources to a sustainable agricultural system taking into account the conservation of the area as well as crop diversification and yield.

LITERATURE CITED

- BARRIOS, M.; ARIAS, L.; SAN JOSE, J.J. 1989. Multivariate analysis and classification of agricultural systems in a major area of cacao production (Barlovento, Ven.). *Turrialba* 39(4):477-482.
- BRAVO DE DELGADO, M.T. 1979. Análisis factorial: Ejemplos de la aplicación en geografía. Trabajo de Ascenso. Mérida, Ven., Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Geografía.
- DIXON, W.; BROWN, M. 1979. Biomedical programmes. P. Series Berkeley University of California.
- EWEL, J.; MADRIZ, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Ven., FONAIAP, MAC.
- GREIGH-SMITH, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3 ed. Oxford, England, Blackwell Scientific Publication.
- GUERRA, F. 1984. Esclavos negros, cimarroneras y cumbes de Barlovento. Caracas, Ven. Cuadernos LAGOVEN.
- MAC (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA) 1963. Estudio agrológico tipo reconocimiento de la zona de Barlovento. Maracay, Ven., Centro de Investigaciones Agropecuarias.
- MEZA, S. 1980. Bases conceptuales para el estudio de la agricultura: Los sistemas de producción agrícola. Maracay, Ven., Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Economía Agrícola y Ciencias Sociales.
- MARNR (MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES) 1980. Esquema de ordenamiento del litoral Barlovento. Caracas, Ven.
- MOLINA, C.; ARIAS, L.; COURBOIN, R. 1983. Diagnóstico agroeconómico y social del cultivo de cacao en los asentamientos campesinos de Barlovento. FONAIAP, Ven., Estación Experimental Caucahua.
- ORLOCI, L. 1978. Multivariate analysis in vegetation research. 2 ed. The Hague.
- PIELOU, E. 1977. Mathematical ecology. Wiley, New York.
- PIELOU, E. 1984. The interpretation of ecological data. New York, Wiley.
- ROBINSON, H. 1989. Un modelo econométrico del mercado internacional del cacao desde la perspectiva de los países centroamericanos. *Turrialba* 39(4):511-518.
- ROSNAY, J. DE. 1978. Le macroscope: Vers une vision globale. Du Seville (Ed.) France.
- SANCHEZ, A. 1982. Unidades agroecológicas del área de Barlovento en el Estado Miranda. FONAIAP-CENIAP, Maracay, Ven.
- SCHEU, J.J. 1989. World cacao marketing systems, problems and priorities: An importer's perspective. *Turrialba* 39(4):534-541.
- TER BRAAR, C.J.; PRENTICE, J.C. 1988. A theory of gradients analysis. *Advances in Ecology Research* 18:172-313.

Assessment of Different Insecticides for the Suppression of an Outbreak of *Leucoptera coffeella* in Jamaica¹

J.C. Reid*, D.E. Robinson*

ABSTRACT

Six insecticides were evaluated for the control of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella*, on a coffee farm in Western Jamaica. Nuvacron 40, Selecron 500 EC, Trigard 75 WP, Miral 500 CS and Miral 10 G were compared with a farmer standard Furadan 10 G. Selecron and Miral 500 CS gave the best control resulting in 5% and 7% reduction respectively, in the number of mines per leaf after six weeks. The number of larvae per leaf was 0.9 after one week and 0.3 after six weeks in plots treated with Selecron and 0.5 after one week and 1.0 after six weeks in plots treated with Miral 500 CS. Larval mortality was 92% and 69% respectively, in plots treated with Selecron and 100 and 55% respectively, in plots treated with Miral 500 CS one and six weeks after treatment.

RESUMEN

Para el control del minador de la hoja del café, en un cafetal al oeste de Jamaica, se evaluaron seis insecticidas. Nuvacron 40, Selecron 500 EC, Trigard 75 WP, Miral 500 CS y Miral 10 G. Estos insecticidas fueron comparados con un insecticida agrícola "standard": Furadan 10 G. Selecron y Miral 500 CS dieron el mejor resultado de control, con un 5% y 7% respectivamente en la reducción del número de las perforaciones por hoja, después de seis semanas. El número de larvas por hoja fue de 0.9 después de una semana y 0.3 después de seis en las parcelas tratadas con Selecron; y en parcelas tratadas con Miral 500 CS, los resultados fueron 0.5 una semana después y 1.0 pasadas seis semanas. La mortalidad de las larvas fue de 92% y 69% respectivamente, en parcelas tratadas con Selecron; de 100% y 55% respectivamente, en parcelas a las que se les aplicó miral 500 CS, una y seis semanas posteriores al tratamiento.

INTRODUCTION

Coffee is an important earner of foreign exchange for Jamaica, fetching one of the highest prices on the world market. In the 1980s, production in Jamaica was threatened by the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). Both have proven manageable with well-planned programmes. Currently, several initiatives funded by the United Kingdom (UK), European Community (EC) and Japan are directed at substantially increasing acreage in production. However, in 1990, unusually high leaf miner populations and damage were reported from an area in Western Jamaica targeted for EC support and expansion. Excessive damage and leaf fall were causing both a reduction in yield and an increasing death of bearing trees.

L. coffeella has been a pest of coffee in Jamaica for many years, showing more pronounced damage on *C. arabica* cultivated on the lighter, bauxitic soils. It was

rarely considered a problem, since control was easily achieved using diazinon or dimethoate and mineral oil. Evidence of increased pest numbers and damage was reported following widespread use of endosulfan for control of the berry borer, *H. hampei* (Reid 1982).

The coffee leaf miner, *Leucoptera* spp., is an important pest of coffee worldwide (Bardner and Mcharo 1988; Flores and Hernández 1983). In Puerto Rico, this pest reportedly causes losses of up to 40% (Gallardo-Covas *et al.* 1988). The importance of coffee to the Jamaican economy and the serious implications that such pest outbreaks would have for stable and environmentally sound integrated pest management (IPM) practices justify a thorough assessment of this problem and development of appropriate strategies for its resolution. Several groups of pesticides have reportedly been effective in reducing pest numbers and the severity of damage (Almeida *et al.* 1977; Monterrey *et al.* 1985). The present study was designed to investigate the pest outbreak, to assess candidate pesticides as effective means of arresting these outbreaks in the short term and for consideration in a longer-term appropriate IPM strategy.

¹ Received for publication on June 18, 1993.

* Caribbean Agricultural Research and Development Institute, University Campus, Mona, Kingston 7, Jam.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out on a coffee farm situated on slopes of 5° to 10° in Seven Rivers, 300 ft (91.4 m) above sea level. Annual rainfall ranged from 1826.8 mm in 1989 - 1990 to 2444.5 mm in 1988 - 1989. A six-acre (2.4 ha) section of three-year-old *C. arabica* var. *typic* in which the leaf miner population was extremely high was selected for the pesticide evaluation study. The effectiveness of six pesticides was studied using a randomized complete block design with four replications. Each plot contained seven rows of six trees. The inner six trees were used to assess effectiveness of the pesticide treatment. Pesticides used were monocrotophos (Nuvacron 40, profenofos (Selecron 500 EC), cyromazine (Trigard 75 WP), carbofuran (Furadan 10G) and isazophos (Miral 500 CS and 10 G). Monocrotophos and carbofuran were included as examples of standard farmer practices. Foliar treatments were applied using Solo motorized mist blowers, model 423, operated by spraymen from the farm. Soil treatments were broadcast in the drip circle area of each tree. Four applications were made with seven, 14 and seven-day intervals respectively between each application.

Two branches from each sample tree were randomly selected and tagged. Before each treatment, records were taken of the incidence and intensity of leaf miner damage on these branches. Counts were made of the number of leaves with lesions and the number of lesions per leaf. Pest mortality was measured by taking three leaves from untagged branches of each tree. In the laboratory, half of these were kept in plastic containers and adult emergence recorded. Lesions present on the remaining leaves were dissected and larval mortality determined. The study lasted for approximately nine

weeks from July to September 1991. During this period, the frequency and amount of rainfall was seven days (152 mm) in July, seven days (143 mm) in August and nine days (116 mm) in September. Relative humidity ranged from 80% - 90% and daytime temperatures from 26°C - 32°C.

The data used for analysis include the number of leaves with miner damage, the total number of leaves examined in a plot and the number of mines on the leaves in a plot. Analyses of variance were performed on the change in the proportion of miner-damaged leaves before treatment (July 15, 1991) and one week after treatment, and before treatment and six weeks after treatment. Similar analyses were performed on the average number of mines per leaf before treatment, one week after treatment and six weeks after treatment, and the change in the total number of leaves before treatment and six weeks after treatment.

RESULTS

Effect of candidate pesticides on leaf damage and retention

Data on the change in average number of mines per leaf and the proportion of miner damaged leaves are summarized in Table 1. Before treatment, the number of mines per leaf averaged 1.1 (S.E. 0.06) with no significant difference ($p = 0.45$) between treatments. One week after treatment, the incidence of damaged leaves increased significantly ($p = 0.03$), but the rate of increase was less for plants treated with Selecron. Differences became more pronounced after six weeks, with fewer mines per leaf being observed for Selecron and Miral 500 CS and more mines for the other chemicals.

Table 1. Effect of different pesticide treatments on the average number of mines per leaf.

Pesticide	Average number of mines per leaf			Change in proportion of miner-damaged leaves July 15- Sept. 3
	Before treatment	One week after after treatment	Six weeks after treatment	
Furadan	1.0	1.8	0.9	8.0
Miral -10 g	1.2	1.6	1.0	21.4
Nuvacron	1.2	2.1	1.1	17.7
Trigard	1.2	2.1	1.1	12.0
Selecron	0.9	1.2	0.5	-4.9
Miral-500 CS	1.0	1.4	0.6	-6.9
SED (DF=15)	0.21	0.30	0.11	7.09

Notes: SED - Standard error of the difference between two means on any one date

DF - Degrees of freedom

Table 2. Effect of different pesticide treatments on the number of leaves per branch.

Pesticide	Changes in the number of leaves per branch
Furadan (control)	-6
Miral - 10 g	-6
Nuvacron	-7
Trigard	-2
Selecron	1
Miral - 500 cc	1
SED (DF = 15)	1.6

Notes: SED - Standard error of the difference between two means.
DF - Degrees of freedom.

Similar, six weeks after treatment significant differences ($p=0.005$) were noted in the change in proportion of damaged leaves which fell for plots treated with Seleccion or Miral 500 CS. Data on the effect of different treatments on the total number of leaves retained after six weeks are presented in Table 2. Plots treated with Seleccion or Miral 500 CS retained a significantly larger number of leaves ($p < 0.001$) than those treated with Furadan. Plots treated with Trigard showed the smallest reduction in number of leaves.

Effect on different stages of *L. coffeella*

The total number of larvae in leaves sprayed with Seleccion or Miral 500 CS was significantly lower one and six weeks after treatment ($p = 0.01$ and $p = 0.09$,

respectively) than on plots treated with Furadan (Table 3). Leaves of larval mortality were also higher ($p < 0.001$) one week after treatment in plots sprayed with Seleccion or Miral 500 CS than those with Furadan. After six weeks, the mortality associated with Miral 500 CS was still higher than that of Furadan ($p = 0.05$). The mortality associated with Seleccion and Nuvacron was notably higher than Furadan, though not statistically significant.

The effect of different treatments on the number of cocoons is given in Table 4. Fewer cocoons were found in plots treated with Seleccion and Miral 500 CS than other plots after one week ($p = 0.029$). After six weeks, plots treated with Miral 500 CS, Seleccion and Trigard had fewer cocoons ($p < 0.001$).

DISCUSSION AND CONCLUSION

Clear differences were noted in the effectiveness of different pesticides. Seleccion 500 EC and Miral 500 CS both performed best in reducing the number of mines per leaf and in ensuring a higher level of leaf retention. Of the other treatments, Trigard 75 WP showed the greatest promise. Little impact was made with Nuvacron 40, Furadan 10 G or Miral 10 G. Admittedly, the granular formulations of these last pesticides require different climatic conditions, particularly the availability of sufficient soil moisture. Also, their mode of action would show results later than the contact insecticides. However, soil moisture was adequate at the time of application and damage reduction continued to be low after six weeks, even though soil moisture was

Table 3. Effect of different pesticide treatments on the number of *L. coffeella* larvae and incidence of larval mortality.

Pesticide	Number of larvae per leaf		Larvae mortality (%)	
	After one week	After six weeks	After one week	After six weeks
Furadan (control)	2.3	4.1	18.8	22.2
Miral - 10 g	1.7	4.4	31.2	16.0
Nuvacron	1.7	3.4	26.0	52.3
Trigard	2.5	2.6	25.6	20.5
Selecron	0.9	0.3	91.7	68.7
Miral - 500 CS	0.5	1.0	100.0	55.0
SED (DF = 15)	0.51	1.55	10.89	18.31

Notes: SED - Standard error of the difference between two means on any one date
DF - Degrees of freedom.

Table 4. Effect of different pesticide treatments on the average number of cocoons on leaves.

Pesticide	Number of cocoons per leaf	
	After one week	After six weeks
Furadan (control)	10.2	8.6
Miral (10 g)	8.8	9.0
Nuvacron	7.5	10.0
Trigard	7.3	4.0
Selecron	2.6	3.1
Miral (500 cc)	2.1	2.1
SED (DF = 15)	2.53	1.34

Notes: SED - Standard error of the difference between two means on any one date
DF - Degrees of freedom

adequate at the time of application. While the use of granular insecticides has been recommended in Africa and Latin America (Almeida *et al.* 1977; Wanjala and Dooso 1979) results obtained are not consistent.

The relatively poor performance of Nuvacron, an insecticide regularly used at many farms, combined with the consistently poor performance of diazinon, raises the spectre of possible *L. coffeella* resistance to some organophosphorous compounds. This has already been reported by Bardner and Mcharo (1988) for Tanzania, where seven organophosphorous pesticides are no longer effective in spite of improved spray coverage and increased rates of application. The need for careful timing of applications deserves special emphasis. At present in Jamaica, farmers do not follow any set guidelines in applying an insecticide for leaf miner control. Hence, contact insecticides may be applied when foliar damage has been observed after the adult flight is over. Similar consideration is necessary if the candidate product is a hormone analogue. Absence of these considerations contributes to the unnecessary frequency of application and the resulting problems of resistance and resurgence. In several parts of Africa, Puerto Rico, Cuba and Latin America, cost-effective chemical control of *Leucoptera* spp. depends upon use of simple action thresholds and selection of an insecticide suited to the particular stage of the pest (Solis *et al.* 1987; Villacorta and Sánchez 1984).

Unfortunately, the coffee leaf miner now has the potential in Jamaica to become the most serious threat to production. There is also the possibility that Jamaica

now has two, rather than one, species of the coffee leaf miner. *L. coffeina* has been reported in Cuba (Motle 1976). This species is normally found in Africa and is known to occur more frequently in shaded plantations, as opposed to the sunny conditions favoured by *L. coffeella*. This should be investigated, since it would affect any control strategy planned. Finally, urgent attention must be given to the development of a cohesive program which carefully integrates control of the three main pest problems-berry borer, leaf miner and leaf rust- in a manner which is cost-effective and environmentally sound.

LITERATURE CITED

- ALMEIDA, P. R. DE; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, L. C. E. 1977. Efficiency of several granular systemic insecticides in controlling coffee leaf miner, *Perileucoptera coffeella* (Guerin-Men., 1842) Biologico (Bra.) 43(1-2):29-31.
- BARDNER, R.; MCHARO, E. Y. 1988. Confirmation of resistance of the coffee leaf miner *Leucoptera meyricki* Ghesquiere (Lepidoptera, Lyonetiidae) to organophosphate insecticide sprays in Tanzania. Tropical Pest Management (UK) 34(1):53-54.
- FLORES, D.; ROJAS DE HERNANDEZ, M. 1983. Fluctuación de la población del minador de las hojas del café. Revista Colombiana de Entomología 7(3/4):29-38.
- GALLARDO-COVAS, F.; GONZALEZ-MUNIZ, W.; HERNANDEZ-LOPEZ, E. 1988. Susceptibility of 53 coffee cultivars (*Coffea arabica*) to damage by the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 72(1):165-168.
- MONTERREY, J. A.; AVILES, R.; GADEA, A. 1985. Phosphorus and pyrethroid insecticides against the coffee leaf miner in Nicaragua. Ciencia de la Agricultura 22:21-27.
- MONTE, G. 1976. Investigations on biology and control of coffee leaf miner (*Leucoptera coffeella*) in unshaded coffee (*Coffea arabica* var. Caturra) in Cuba. In Diez años de colaboración científica Cuba-RDA. La Habana, Cuba, Academia de Ciencias de Cuba. p. 40-45.
- REID, J. C. 1982. Economic importance and problems in the control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. in Jamaica. In Urgent plant and disease problems in the Caribbean. Meeting of the Society for Plant Protection in the Caribbean (1). Proceedings. C. W. D. Brathwaite, G. V. Pollard (Eds.) p. 21-45.
- SOLIS PERAZA, M.; VALDES RUIZ, J. O.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V. 1987. Comportamiento de la *Leucoptera coffeella* Guerin durante tres años aplicando el método de señalización en zonas cafetaleras de la empresa cultivo varios de Trinidad. Revista del Centro Agrícola 14(1):44-49.
- VILLACORTA, A.; SANCHEZ RODRIGUEZ, P. L. 1984. Action threshold in the use of insecticides for controlling the coffee

leaf miner (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Mereville 1842 (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Parana State, Brazil. *Annaes da Sociedade de Entomologia (Bra.)* 13(1):157-165.

WANJALA, F.M.E.; DOOSO, B.S. 1979. Effect of rainfall on systemic insecticides in the control of *Leucoptera meyricki* in Kenya. *Turrialba (C.R.)* 29(4):311-315.

RESEÑA DE LIBROS

AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY; CROP SCIENCE SOCIETY OF AMERICA; SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1993. *Forage cell wall structure and digestibility.* Jung, H.G., et al. (Eds.). Madison, Wisconsin, USA. 794 p.

La pared celular de los forrajes constituye una fuente inmensa y renovable de energía para la alimentación de los rumiantes. Es por este motivo que entre las principales preocupaciones sobre nutrición animal y campos afines, se encuentran la determinación de la composición química de la pared celular, el estudio del efecto de la matriz de la misma sobre su degradabilidad y aprovechamiento y el desarrollo de métodos que contribuyan a mejorar su utilización. Con la finalidad de discutir de manera detallada e integral los avances en estos campos en los últimos años, de determinar los límites del conocimiento, de analizar la orientación que debe tener la investigación en el futuro y de reunir ese cúmulo de conocimientos en este libro de referencia, la *American Society of Agronomy*, la *Crop Science Society of America* y la *Soil Science Society of America* organizaron el Simposio Internacional sobre la Estructura y la Digestibilidad de la Pared Celular, en la ciudad de Madison, Wisconsin, en octubre de 1991.

Este volumen consta de 27 capítulos, donde se discuten desde una perspectiva nutricional los siguientes grandes temas de la utilización de la pared celular:

- Aspectos anatómicos de la planta y del animal relacionados con la degradación de la pared celular.
- Técnicas analíticas usadas para el análisis de la pared celular; destacándose en esta sección el capítulo escrito por la Dra. Catherine Lapiere sobre la aplicación de nuevos métodos no destructivos para investigar la estructura de la lignina

- Composición y organización de la pared celular.
- Interacciones entre la matriz de la pared celular y su degradación.
- Mecanismos microbiales y moleculares que regulan la degradación de la pared celular.
- Degradabilidad de la pared celular en el rumiante y el efecto de las prácticas de alimentación sobre el aprovechamiento de la misma.
- Mecanismos para alterar la utilización de la pared celular y mejorar su aprovechamiento. Esta última sección incluye un capítulo muy extenso y con una excelente bibliografía sobre los procesos bioquímicos que conducen a la síntesis de la pared celular, conocimiento esencial en el desarrollo de forrajes más digestibles.

Como es costumbre en este tipo de libros, algunos autores aceptaron el reto de presentar sus modelos conceptuales sobre el desarrollo de la pared celular y su degradación en el rumen.

Este libro constituye un hito en la literatura sobre la estructura y la digestibilidad de la pared celular de los forrajes. Ante su elevado nivel técnico, se recomienda para especialistas y estudiantes graduados en nutrición de rumiantes y campos conexos tales como química agrícola, microbiología, vegetal y mejoramiento de forrajes.

JOSÉ M. SÁNCHEZ
ESCUELA DE ZOOTECNIA-CINA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSÉ, COSTA RICA

Heat Treatment for Enhanced Responsiveness of Dormant Axillary Buds of Pineapples¹

V.F.A. Broomes*, F.A. McEwan*

ABSTRACT

A method has been developed which utilizes heat treatment to enhance shoot emergence from dormant axillary buds of pineapples. Dormant buds excised from the crown of the pineapple fruit were immersed in hot water (50 °C - 60°C) for six or eight minutes prior to transfer to liquid or semi-solid nutrient medium. Results indicate that, compared to the non-heat treated buds, a larger proportion of shoots emerged at four weeks after initiation when buds were immersed in hot water. This is less than the time of six to twelve weeks reported in other studies. Additionally, the release of buds from dormancy was synchronized to within a three-week period, i.e., from the end of the first week after initiation to the beginning of the fourth week.

Key words: Dormant axillary buds, heat treatment, hot water, micropropagation, pineapple, responsive buds, shoot emergence.

INTRODUCTION

Selections of elite plants have been propagated vegetatively in order to preserve, and transfer to progeny, unique genetic complexes and heterogeneity which confer superior fruit characteristics (Litz 1987). Previous reports (Mathews and Rangan 1979, 1981; Rangan 1984; Wakasa *et al.* 1978; Zepeda and Sagawa 1981) have indicated that plant tissue culture techniques could be used for vegetative propagation of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.), and thus transfer desired characteristics to progeny. Both callusing and non-callusing systems have been used.

It has been noted by Litz (1987) that use of cell and tissue culture for crop improvement is limited by evidence of variation in plants developed from callus cultures. For pineapple; such variation has been observed (Wakasa *et al.* 1978). To reduce this variation,

RESUMEN

Se ha desarrollado un método que, por medio del tratamiento por calor, incrementa la emergencia del brote de los capullos axilares latentes. Capullos latentes extirpados de la corona de la piña se sumergieron en agua caliente (50°C - 60°C) durante seis a ocho minutos antes de transferirlos a un medio nutritivo líquido o semisólido. Los resultados indicaron que al compararlos con los capullos no tratados, una proporción mayor de brotes emergió cuatro semanas después de que los capullos fueran sumergidos en agua caliente. Esto contrasta con períodos de seis y doce semanas mencionados en otros estudios. Además, el tiempo transcurrido mientras los capullos emergían de su latencia fue medido en tres semanas, desde el fin de la primera semana hasta el comienzo de la cuarta semana.

Palabras clave: Capullos latentes axilares, tratamiento por calor, agua caliente, micropropagación, piña, capullos sensibles, emergencia del brote.

a non-callusing system of micropropagation should be used, for example, shoot emergence from dormant axillary buds or apical meristems.

Generally, the process of releasing pineapple buds from dormancy is slow. Mathews and Rangan (1979) and Zepeda and Sagawa (1981) reported that shoot buds did not appear in lateral bud explants until eight to ten weeks after initiation. Cote *et al.* (1992) obtained initial shoots after two to three months of culture. Further, in some instances shoots may emerge from initiated buds at six to eight weeks, while other buds, initiated at the same time, remain dormant until transferred to fresh medium (Wakasa *et al.* 1978). The failure of buds to be released from dormancy could be attributed to either microbial contamination of cultures (Leifert and Waites 1990; Van der Linde and Hol 1990; Wakasa *et al.* 1978; Zepeda and Sagawa 1981), low responsiveness of non-contaminated cultures (Mapes 1973; Wakasa *et al.* 1978; Zepeda and Sagawa 1981), or the presence of toxic substances (Ramírez 1978).

In order to reduce the time to the breaking of dormancy, and consequently increase the production of pineapple shoots during a given period, methods were

¹ Received for publication on December 11, 1992

* National Agricultural Research Institute, Mon Repos, East Coast Demerara, Guyana.

sought to promote shoot emergence. The synchronized release from dormancy of axillary buds will enhance shoot multiplication. Thus, an investigation was initiated to examine the influence of heat treatment, the physical form of the medium, and wounding of the explant on the responsiveness of dormant axillary buds of pineapples.

MATERIALS AND METHODS

Crowns of the pineapple (*A. comosus* L. Merr.) were kept with their bases immersed in a suspension of Benlate (2 gdm⁻³) for three days prior to use. The crowns were defoliated to reveal stems approximately 3 cm in length. For each stem, the upper and lower 1 cm regions were discarded, and the remainder sterilized with 15% household bleach (5.25% sodium hypochlorite) for 30 minutes. Explants 3 mm - 5 mm in diameter, consisting of dormant axillary buds and adjacent stem tissue, were excised from the stem region of the crown, sterilized with 10% bleach for 30 minutes, then rinsed five times with sterilized, distilled water. Disinfected axillary buds were then placed in sterilized distilled water (60°C) for six or eight minutes. By the end of the period of heat-treatment, the temperature of the water had decreased to 53°C and 50°C respectively. Heat-treated axillary buds were then transferred to the defined nutrient medium. For the control, buds were not immersed in hot water; instead, they were placed in the appropriate nutrient medium immediately after disinfection.

To determine the effect of wounding on responsiveness, buds were partially split in the uppermost 1 mm region after heat treatment and before transfer to the nutrient medium. The nutrient medium consisted of MS Medium (Murashige and Skoog 1962) supplemented with 0.5 mgdm⁻³ 6-benzylamino-purine (BAP) and 0.1 mgdm⁻³ gibberellic acid (GA₃). The pH of the medium was adjusted to 6.0 before autoclaving. In the semi-solid medium, agar at 3.0 g dm⁻³ was used. Liquid-medium cultures were kept stationary and were not continuously aerated during the period of culture.

Cultures were maintained under a 16-hour photoperiod with a photon flux density of 75-95 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ provided by fluorescent tubes. Six replicates, each with six buds, were used for the liquid medium, while four replicates, each with four buds, were used for cultures of the semi-solid medium.

RESULTS

Responsive buds were those which changed their appearance from an off-white or cream colour to green or pale-green. The results presented in Fig. 1 indicate that immersion of pineapple buds in hot water prior to initiation increased their responsiveness during culture in a liquid medium. After one week of culture, as many as 44% of the heat-treated buds were responsive, while none was responsive in the control, i.e., no heat treatment before culture. By the third week after initiation, more than 60% of the heat-treated buds in the liquid medium were responsive, compared to only 6% for non-heat-treated buds. At all times, other than the first week, there was a larger proportion of responsive buds when heat was applied for eight instead of six minutes. In the control, there was no increase in the proportion of responsive buds between the third and sixth week. The culture of heat-treated buds in the liquid medium resulted in at least a ten-fold increase in responsiveness after six weeks.

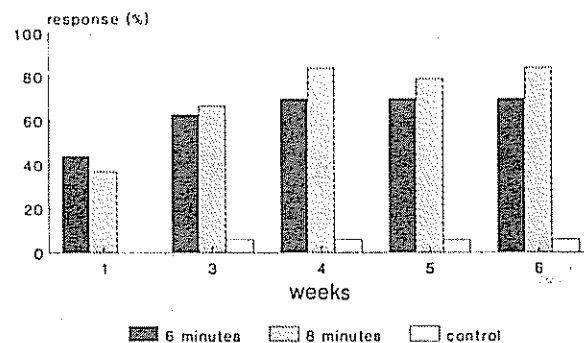


Fig. 1. Responsiveness of axillary buds pineapple cultured in liquid medium as influenced by heat.

The responsiveness of buds cultured in the semi-solid medium is shown in Fig. 2. After one week of culture, there were 19% and 17% of responsive buds for the six-and eight-minute heat treatments respectively, but no responsive bud was seen in the control that received no heat treatment. There were more responsive buds following immersion in hot water for six instead of eight minutes. At six weeks, the proportion of responsive heat-treated buds in the semi-solid medium was twice that of the control.

The results in Figs. 1 and 2 indicate that buds which were not heat-treated were less responsive, even after monitoring of cultures for a longer period. For example, at six weeks, shoots had emerged from only 13% and 6% of cultures in the semi-solid medium and liquid

mediums respectively. In general, the breaking of dormancy occurred within the first four weeks of culture. Thereafter, fewer additional buds were responsive, and a higher proportion was observed with those placed in the semi-solid medium.

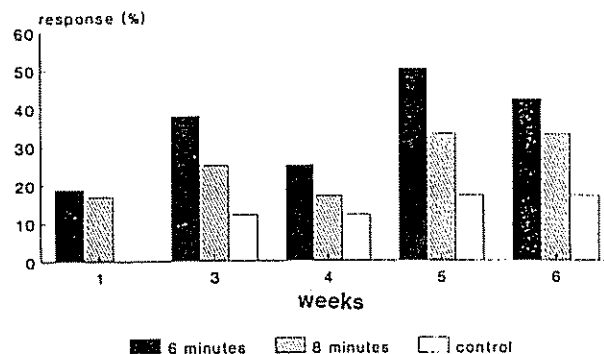


Fig. 2. Effect of heat on responsiveness of pineapple axillary buds cultured in semi-solid medium.

Table 1 shows that, regardless of the heat treatment and the physical form of the medium, wounding of dormant buds, by cutting the upper region, adversely affected the response of buds. Responsiveness was inhibited when heat-treated buds were wounded before placing them in a semi-solid medium, and only approximately 25% were responsive after culture in the liquid medium.

DISCUSSION

In this investigation, use was made of heat treatment, modification of the physical form of the medium, and wounding of the plant tissue. The results indicate that each method influenced the responsiveness of explants. However, whereas enhanced responsiveness was obtained with heat treatment and the use of liquid medium, wounding of buds had an adverse effect. The factor that made the greatest contribution to improved responsiveness of dormant pineapple buds was the

Table 1. Responsiveness of partially split pineapple buds heat-treated for six or eight minutes.

Time after initiation (weeks)	Responsive buds (%)			
	Semi-solid medium		Liquid medium	
	6 min	8 min	6 min	8 min
1	0	0	14	8
3	0	0	28	33
4	0	0	22	17
6	0	0	22	25

application of heat. The increased responsiveness of heat-treated buds was at least twelvefold for those buds cultured in liquid medium and approximately twofold when buds were placed in the semi-solid medium.

Low responsiveness of dormant axillary buds of pineapple could be attributed to microbial contaminants (Wakasa *et al.* 1978; Zepeda and Sagawa 1981) or the presence of toxic substances (Ramírez 1987; Zepeda and Sagawa 1981). Hot water has been used to reduce such contamination; for example, Van der Linde and Hol (1990) used hot water on narcissus buds to reduce endogenous contamination by *Fusarium* sp. To reduce the levels of toxic substances, activated charcoal (Ramírez 1987) and frequent transfer of explants to fresh medium (Zepeda and Sagawa 1981) are two methods which have been used in previous studies. In this investigation, however, the cream-coloured precipitate observed in the non-heat-treated cultures, but not in the heat-treated cultures, was non-microbial. Examination of the precipitate with a light microscope did not show the presence of either bacterial or fungal organisms.

Axillary bud explants of the cultivar used in this investigation did not become brown, i.e., oxidized, in the absence of heat treatment. Although activated charcoal has been used to remove contaminants (Kohlenbach and Wernicke 1978) and substances secreted by plant tissue (Fribdorg *et al.* 1978; Wang and Juang 1976), it is also known to suppress bacterial growth (Vuylsteke 1989) and reduce the growth of *in vitro* cultures (Constantin *et al.* 1977; Fribdorg *et al.* 1978). It seems likely, therefore, that the promoter effect of heat was not by way of reducing endogenous bacteria or fungi, but by degradation of inhibitory substance(s).

As a result of this investigation, it is now possible to obtain a large proportion of responsive buds without the addition of activated charcoal nor the frequent transfer of explants to the nutrient medium.

In the present study, wounding was combined with heat treatment to determine the likelihood of further increasing responsiveness of pineapple axillary buds. Responsiveness of buds was adversely affected by the wounding of buds during excision, to the extent that none of the heat-treated axillary buds cultured in the semi-solid medium was responsive. When buds were cultured in liquid medium, wounding reduced the responsiveness of buds by approximately 70%. This

adverse effect of wounding is the reverse of that reported by Mathews and Rangan (1979). The difference in response, however, may be attributed to variation in the type of explants; shoots were used in the earlier investigation, while axillary buds were used in the present study.

Regardless of which one of the two periods of heat treatment was used, buds in the liquid medium were more responsive than those in the semi-solid medium. The liquid medium may provide more readily-available components to explants. In general, with both the six and eight minute heat treatments, there were twice as many responsive buds in the liquid medium compared to those in the semi-solid medium. In the control, however, the reverse occurred, i.e., there were more responsive buds when the semi-solid medium was used.

This investigation has demonstrated that heat treatment increases the proportion of buds released from dormancy and reduces the time taken for that release to occur. Continuous aeration of liquid cultures, as reported by other researchers (Mathews and Rangan 1979; Zepeda and Zagawa 1981), was not required. Immersion of buds in hot water prior to the initiation of cultures would result in more rapid multiplication of pineapple shoots cultured *in vitro*. Such shoots can be used for subsequent shoot multiplication and rooting of pineapple plants derived from *in vitro* cultures.

Variation in pineapple plants produced from *in vitro* cultures is a likely source of additional material for a breeding programme (Mathews and Rangan 1981; Wakasa *et al.* 1978). However, where the aim is to propagate plant material and not to breed an improved cultivar, the most appropriate system should be non-callusing and have a high level of responsive explants. Increased responsiveness of axillary buds would make it unnecessary for callus cultures to be used for micropropagation. The production of a large quantity of pineapple plants using micropropagation could, therefore, be obtained by the immersion of dormant axillary buds in hot water for eight minutes followed by culture in a liquid nutrient medium.

CONCLUSIONS

- Heat treatment promotes responsiveness of axillary buds of pineapple and synchronizes the release of buds from dormancy.
- Heat treatment reduces the time required for releasing pineapple buds from dormancy.
- A liquid medium, not a semi-solid medium, facilitates greater response of heat-treated axillary buds.
- Partial splitting of heat-treated buds, at the time of initiating cultures, adversely affects responsiveness.

LITERATURE CITED

- CONSTANTIN, K.J.; HENKE, R.R.; MANSUR, M.A.A. 1977. Effect of activated charcoal on callus growth and shoot organogenesis in tobacco. *In Vitro* 13:293-296
- COTE, F.; DORERFUE, R.; FOLLIOU, M.; BOUFFIN, J.; MARIE, F. 1992. Micropropagation *in vitro* de l'ananas. *Fruits* (numéro spécial Ananas). p. 359-366
- FRIBDORG, G.; PEDERSEN, M.; LANDSTROM, L.; ERIKSSON, T. 1978. The effect of activated charcoal on tissue cultures: Absorption of metabolites inhibiting morphogenesis. *Physiologia Plantarum* 43:104-106.
- KOHLNBACH, H.W.; WERNICKE, W. 1978. Investigations on inhibitory effect of agar and function of activated carbon in anther culture. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 86:463-472.
- LEIFERT, C.; WAITES, W.H. 1990. Contaminants of plant tissue cultures. *International Association of Plant Tissue Culture Newsletter* 60:3-13.
- LITZ, R.E. 1987. Application of tissue culture to tropical fruits. *In Plant tissue and cell culture*. C.E. Green, D.A. Somers, W.P. Hackett, D.D. Biesboer (Eds.) New York, Alan R. Liss. p. 407-418.
- MAPES, M.O. 1973. Tissue culture of bromeliads. *International Plant Propagation Society* 23:47-55.
- MATHEWS, V.H.; RANGAN, T.S. 1979. Multiple plantlets in lateral bud and leaf explant *in vitro* cultures of pineapple. *Scientia Horticulturae* 11:319-328.
- MATHEWS, V.H.; RANGAN, T.S. 1981. Growth and regeneration of plantlets in callus cultures of pineapple. *Scientia Horticulturae* 14:227-234.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-479.
- RAMIREZ, A.L. 1987. Influencia del carbono activado sobre la fenolización de yemas de piña (*Ananas comosus* L. Merr.). *Cultivos Tropicales (Cuba)* 9(1):51-53.
- RANGAN, T.S. 1984. Pineapple. *In Handbook of plant cell culture*. W.R. Sharp, D.A. Evans, P.V. Ammirato, Y. Yamada (Eds.). New York, MacMillan. v. 2, p. 373-382.

VAN DER LINDE, P C G; HOL, G M 1990 Reduction of contamination in twin-scale explants of narcissus by a warm water treatment of parent bulbs In International Congress on Plant Tissue and Cell Culture (7). Abstracts International Association of Plant Tissue Culture p. 381

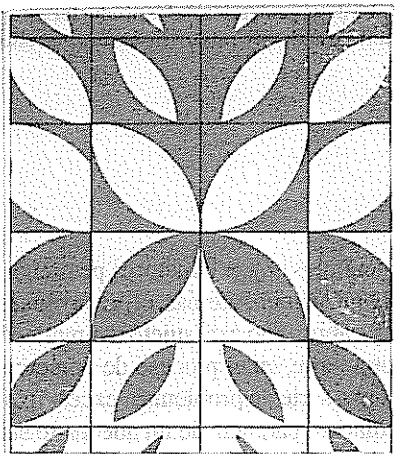
VUYLSTEKE, D R 1989 Shoot-tip culture for the propagation, conservation and exchange of *Musa* germplasm Rome, International Board for Plant Genetic Resources

WAKASA, K.; YOSHIKI, K.; KUDO, M 1978 Differentiation from *in vitro* culture of *Ananas comosus*. Japanese Journal of Breeding 28(2):113-121.

WANG P J; JUANG, L.C. 1976. Beneficial effects of activated charcoal on plant tissue and organ culture In Vitro 12:260-262.

ZEPEDA, C.; SAGAWA, Y 1981. *In vitro* propagation of pineapple Horticulture Science 16:495.

**LIBRO
RECOMENDADO**



US\$3.00

Administración de Empresas Asociativas de Producción Agropecuaria H. Murcia. 3a. reimp. 1985. 242 p. Colección Libros y Materiales Educativos (ISBN 92-9039-022 0).

Esta obra, dividida en diez capítulos, constituye un compendio en que se analizan, con sencillez didáctica, conocimientos básicos y especializados sobre temas referidos a la administración de las empresas asociativas de producción agropecuaria: ubicación histórica y sociológica, capacitación requerida para su óptimo funcionamiento, contabilidad, criterios físicos de planificación, empleo, administración y estudios de caso.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba

Comercialización de Leche y Carne de Caprinos en la Comarca Lagunera, México¹

G. Hoyos F.*, H. Salinas G.*

ABSTRACT

The objective of this research was to determine which factors influence the commercialization of goat dairy and meat products in La Comarca Lagunera (Mex.). The study consisted of two stages: a) review of secondary information, and b) interviewing of key informants; surveys of both producers and buyers were carried out. About 23 million liters of goat milk are produced annually in this region. Ninety percent of the milk goes to the cheese and caramel industries. Mexico City and Monterrey are the most important consumers. A strong dependence on a single milk buyer was observed during the milk commercialization process, causing vulnerability of milk producers to price changes made by the buyer. Kids are the meat products in most demand. Strong middleman activity during the meat selling process results in producer participation of only 20% in the final price of meat. Disorganization is the most serious problem that goat producers confront in the region.

Palabras clave: Cabras, comercialización, márgenes de comercialización, canales de comercialización.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar los factores que influyen en la comercialización de leche y carne de caprinos en la Comarca Lagunera (Méx.). Constó de dos etapas: a) revisión de información secundaria en estudios de gabinete y b) entrevistas con informantes claves, encuestas para productores y para vendedores, como trabajo de campo. En la región, se producen alrededor de 23 millones de litros de leche por año, de los cuales aproximadamente el 90% se industrializa en la fabricación de quesos, dulces y cajetas. Los principales centros consumidores son el Distrito Federal y la ciudad de Monterrey. El proceso de comercialización de la leche depende fuertemente de un comprador; por eso, el producto es muy vulnerable a cualquier cambio en la política de precios de la compañía. La demanda principal de la carne de caprinos es de cabrito. Su mercado se caracteriza por una exagerada cantidad de intermediarios, lo que causa que la participación del productor en el precio final sea sólo de 20 por ciento. La desorganización de los productores se perfila como el problema más serio que enfrentan los caprinocultores de la región.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una región agrícola y ganadera, situada en la parte norte de México. Se considera una zona importante en la población de caprinos a nivel nacional. La población asciende a 590 mil cabezas (Méx. Secretaría de...1991) dedicadas a la producción de leche y carne de cabrito principalmente.

La comercialización de los productos es, sin duda, uno de los principales problemas a los que se enfrenta el productor. Este es un problema serio, pues la mayoría

de los caprinocultores son productores pequeños, dispersos y sin organización. Además, el precio de sus productos (leche y cabrito) no está sujeto a ningún control oficial. Por otra parte, en el proceso de comercialización, presenta una serie de problemas: excesivo número de intermediarios, carencia de un adecuado sistema de acopio y transporte, falta de políticas de apoyo, y otros.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar los factores que influyen en el desarrollo de la caprinocultura y determinar las características del mercado, y en la comercialización de la leche y la carne de caprinos en la región.

¹ Recibido para publicar el 1 de setiembre de 1993.

* Proyecto de Sistemas de Producción Caprina, Convenio Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias/Centro Internacional de Investigación y Desarrollo (INIFAP/CIID), Campo Experimental La Laguna, INIFAP, Matamoros, Coahuila, Méx.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se tomó como base la metodología planteada por Barrera y Chalita (1988).

El estudio cubrió dos etapas: En la primera se revisó información secundaria, estadísticas de población y de producción caprina, y estudios ya realizados. La segunda, de campo, consistió en entrevistas y confrontación con informantes claves. Además, se aplicaron dos cuestionarios, uno a productores y otro a compradores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Población caprina

En la región, la población de caprinos se encuentra ampliamente distribuida. Sin embargo existen algunos municipios que muestran mayor concentración (Cuadro 1), como es el caso de San Pedro con el 21% de la población total, Francisco I Madero con un 16% y Matamoros con el 10%, todos del estado de Coahuila, y el municipio de Tlahualilo con aproximadamente el 16% de la población regional, en el estado de Durango.

Cuadro 1. Distribución de la población caprina en la Comarca Lagunera (Méx.).

Municipio	Número de cabezas	Porcentaje
Coahuila		
Torreón	34 259	6.0
Matamoros	62 776	10.0
Viesca	35 433	6.0
Francisco I. Madero	92 010	16.0
San Pedro	125 788	21.0
Subtotal	350 266	59.0
Durango		
Gómez Palacio	40 449	7.0
Lerdo	53 119	9.0
Tlahualilo	92 931	15.5
Mapimí	16 390	3.0
San Pedro del Gallo	905	0.2
San Luis del Cordero	1 715	0.3
Rodeo	3 767	0.6
Nazas	2 569	0.4
Simón Bolívar	16 500	3.0
San Juan de Guadalupe	14 935	2.0
Subtotal	243 278	41.0
TOTAL	593 544	100.0

Fuente: Méx. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1991.

Producción y demanda

Los principales productos que se obtienen de la actividad caprina son la leche y el cabrito y, en menor escala, la venta de animales adultos (desechos) y quesos. En la región, se producen alrededor de 23 millones de litros de leche de cabra por año (Méx. Secretaría de...1991).

Se efectuaron entrevistas con informantes claves, entre ellos se consideró a empleados y funcionarios de las compañías industrializadoras de leche. Se estimó que alrededor del 75% de la leche producida a nivel regional es transformada en queso fresco (tipo sierra y botanero). Los principales centros consumidores son las ciudades de México, D.F. (80%) y Monterrey (20%). El resto de la producción de leche se destina a la fabricación de dulces y cajetas (15%) y al consumo directo (10%). La leche fluida la consumen los mismos productores o sus vecinos.

Del total de leche que se destina para la comercialización se estima que 90% la recolecta una sola compañía, el resto (10%) por una o dos compañías más, con menor capacidad.

Aun cuando todo el año se produce leche, no se comercializa la misma cantidad cada mes. Durante julio, se comercializa la mayor cantidad de leche mientras que en diciembre se presenta la caída más drástica (Fig. 1).

La época de partos ocurre de noviembre a febrero. Por esa razón, parte de la producción de leche se destina al amamantamiento de las crías. Los destetes se efectúan hacia mayo-junio, coincidiendo con un incremento de la biomasa disponible, lo que explica el incremento en la venta de leche durante julio.

Existe discrepancia en la cantidad de cabritos producidos por año en la región. Sin embargo, algunas estadísticas mencionan que se alcanzan hasta los 100 mil cabritos (Méx. Secretaría de...1991). La cifra anterior podría ser mayor, ya que se encontró que un solo municipio comercializa 39 mil animales, sin considerar los que permanecen para consumo local (Cuadro 2).

El mercado nacional es el que demanda la carne de cabrito. Los principales centros consumidores son el Distrito Federal, Monterrey, Aguascalientes y Michoacán. Según entrevistas realizadas a compradores de cabrito (locales y foráneos), se estima que un 80% del

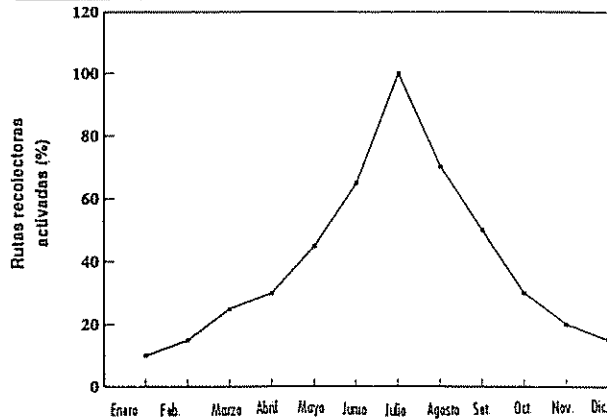


Fig. 1. Niveles de comercialización de leche de cabra en la Comarca Lagunera, Méx.

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por Chilchota

cabrito se moviliza a la ciudad de Monterrey. El resto (20%) es para consumo local y de otros lugares del país.

El Cuadro 2 muestra los resultados del análisis de información oficial sobre la movilización de cabrito en el Municipio de Matamoros, Coahuila. La información confirma los datos proporcionados por los compradores de cabrito que se entrevistaron.

Cuadro 2. Movilización de cabrito en el Municipio de Matamoros, Coahuila hacia diferentes estados de México.

Estado	Número de cabezas	Porcentaje
Nuevo León (Monterrey)	24 900	64.0
Distrito Federal	9 363	24.0
Aguascalientes	2 624	7.0
Michoacán	1 920	5.0

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el Programa Ganadero de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Matamoros, Coahuila.

En la región existen dos épocas de ahijadero o pariciones. Del total de productores encuestados, el 70% contestó que el ahijadero se presenta de noviembre a febrero y el 30% restante, en junio y julio.

En cuanto a la distribución de los nacimientos en la época más importante de pariciones (Fig. 2), se observa que los partos no se presentan de manera uniforme; el mayor número de nacimientos es del 30 de diciembre al 30 de enero, lo cual perjudica al productor, pues el pre-

cio del cabrito se desploma en enero con la disminución de la demanda después de la época navideña. Por otro lado, al generalizarse las pariciones, se incrementa la oferta de cabrito.

Con el fin de conocer el criterio que siguen los productores para que las cabras queden gestantes, se realizaron entrevistas informales; el 80% contestó que era cuando los animales estaban receptivos al macho, 15% cuando había más alimento y 5% cuando le prestaban el semental.

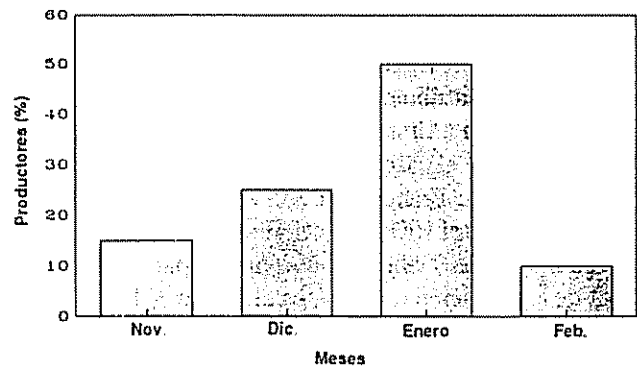


Fig. 2. Distribución de nacimientos de cabritos entre noviembre y febrero en la Comarca Lagunera (Méx.)

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas a productores.

La reproducción no planeada del hato caprino se perfila como una de las limitaciones importantes para la oferta oportuna del producto. Si se logra adelantar la época de partos a noviembre, se obtendría un alto beneficio económico. No obstante habría que analizar el efecto del cambio de oferta con respecto a la alta demanda prenavideña.

Organización de productores

La vinculación entre productores es vital para cualquier proceso de comercialización que se desee realizar.

De los productores que colaboraron con el estudio, el total contestó no pertenecer a ninguna asociación de productores.

En 1982, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través del Subprograma de Organización de Productores, inició la promoción de la organización grupal. Se logró constituir algunas asociaciones de caprinocultores en cinco municipios de la Región Lagunera.

Las asociaciones ya constituidas obtuvieron su registro como Unión Regional de Caprinocultores (Fijerina y Mendoza 1986). Durante 1992, se constituyó la Sociedad Cooperativa de Consumo, integrada por productores de tres de los municipios participantes en las asociaciones, cuya función principal es el acopio de leche.

Con este panorama, se presentan buenas perspectivas para la consolidación a mediano plazo de las organizaciones ya existentes. Así, se podrá fomentar la creación de asociaciones de productores en los municipios donde no existen.

Precios

Teóricamente, la fijación de los precios de cualquier producto debe darse por medio del libre movimiento de las fuerzas del mercado: oferta y demanda. Sin embargo, en la leche de cabra, el mecanismo de fijación del precio depende del precio oficial de la leche de bovino; el precio de la leche de cabra se modifica de acuerdo con el de la leche de bovino aunque no en igual proporción ni en forma inmediata. Eso provoca que el precio de la leche de cabra sea menor que el de bovino (Fig. 3). Además se detectó una variación en el precio de compra de leche entre productores, debido a un diferencial para compensar el costo de recolección a diferentes distancias.

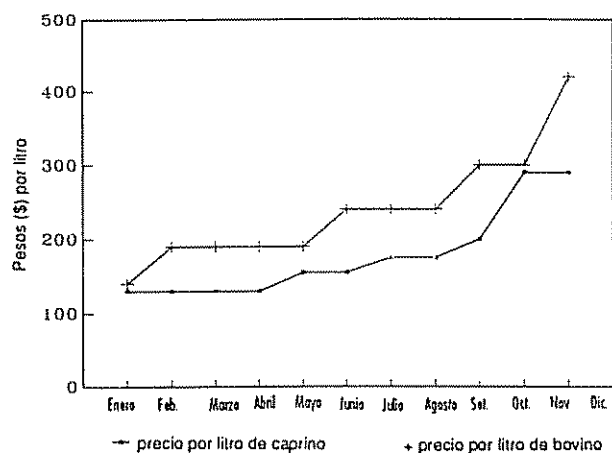


Fig. 3. Precios por litro de leche de bovino y caprino pagados al productor durante 1987 en la Comarca Lagunera (Méx.).

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por Pasterizadora Laguna y Chilchota

En relación con el mercado de cabrito, sus principales características son la existencia de intermediarios y la inestabilidad.

El cabrito se define como la cría, generalmente macho, entre los 15 d y 45 d de nacido que se destina al consumo. El mercado clasifica al cabrito de acuerdo con su edad, tamaño y calidad en las siguientes categorías:

Cuates

Cría gemelar que se vende a los 15 días de nacida, con el propósito de dejar la leche a la otra cría (reposición o venta). Sin embargo, si la producción de leche de la cabra es suficiente se dejan ambas y se venden a los 30 d ó 45 d de nacidos.

Cabrito de primera o supremo

Cría macho destinada al plato, se vende entre 30 d y 45 d de nacido. La única fuente de alimentación de este tipo de cabrito es la leche materna.

Cabrito de segunda

Cría mayor de dos meses cuya alimentación se basa en leche y forraje.

Por lo general, al realizar la venta la clasificación se respeta; el comprador fija el precio y paga igual por cualquier tipo de animal. Esta situación desfavorece al productor ya que en procura de un mejor precio de venta, mantiene a sus animales más tiempo. Lo anterior ocasiona que no se recupere el costo de la leche consumida además del riesgo de muerte de la cría.

En la Fig. 4 se presenta el comportamiento del precio del cabrito en el transcurso del año. El precio más alto se alcanza en diciembre y el menor, en abril. Los meses de agosto, septiembre y octubre no fueron incluidos, pues durante ese período no se comercializa cabrito en la región.

Al preguntar a los productores cuando obtenían el mejor precio por el cabrito, 75% contestó que en diciembre y 25%, en julio. No obstante sólo el 30% produce cabritos en la época de junio - julio. Por otro lado, los compradores entrevistados indicaron que el cabrito de mejor calidad se adquiría en los meses de junio y julio. Lo anterior indica que, aun cuando en diciembre las ventas son altas por demanda y precio, existen otros meses como opción de venta (junio - noviembre).

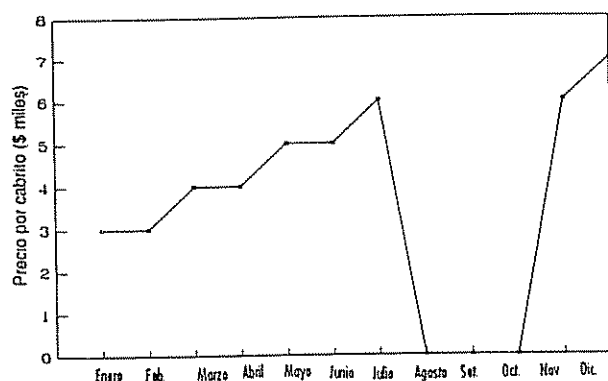


Fig. 4. Comportamiento del precio por cabrito pagado al productor durante 1987 en la Comarca Lagunera (Méx.).

Fuente: Elaboración propia basada en encuesta con productores

Márgenes de comercialización

A través del proceso de mercadeo, es normal que el precio de los productos se incremente. El número de agentes de mercado que intervienen en el proceso de comercialización inciden en el precio final, que es superior al obtenido por el productor.

Se denomina margen de comercialización a la diferencia entre el precio de un bien recibido por los productores y el precio final del bien pagado por los consumidores.

En este estudio no se calculó el margen de comercialización para el producto leche, dado que no se obtuvo suficiente información. Pero sí para el cabrito, que es un producto que pasa por varios intermediarios; por eso, los cálculos se hicieron desde cinco niveles de mercado.

El Cuadro 3 muestra los precios utilizados para calcular los márgenes de comercialización, con base en los precios de diciembre de 1986.

El margen bruto de comercialización fue de 80%; o sea, por cada \$1.00 que pagó el consumidor, \$0.80 fueron captados por los intermediarios. Asimismo, se determinó que el precio se incrementa cinco veces hasta llegar al consumidor final y que la participación directa del productor en el precio final es de 20 por ciento.

Cuadro 3. Precios pagados por cabrito a agentes de mercado y consumidores finales en diciembre de 1986 en la Comarca Lagunera (Méx.).

Agente de mercado	Precio por cabrito (\$)	Márgenes brutos de comercialización (%)
Productor vende a "pollero"	7 000	
"Pollero" vende a acopiador	8 000	3
Acopiador vende a introductor	10 000	6
Introductor vende a restaurante	15 000	14
Restaurante vende a consumidor final	35 000	57
MBC Total:		80

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta a productores, compradores y propietarios de restaurantes en Torreón, Coahuila

En el cálculo del margen bruto de comercialización, no se consideraron las mermas sufridas por el producto en cada nivel de mercado, tales como el rendimiento en canal, el transporte, el almacenaje y otros factores. Sin embargo, el margen es muy alto; por eso se debe buscar que el productor aumente su participación en el precio final. Una manera de lograrlo sería con la reducción del número de agentes de mercado y propiciando que el mismo productor realice algunas de esas funciones.

Vías de comercialización

Para que un producto llegue al consumidor final desde el lugar de producción, es necesario que se sigan vías o canales de comercialización. En este proceso de mercado, los productos pueden estar sometidos a uno o varios agentes según sea el producto de que se trate.

En el caso de la leche de cabra, existen dos vías de comercialización: 1) la venta directa del productor al consumidor y 2) el productor vende la leche en su explotación a una planta de tratamiento de productos derivados. La planta elabora quesos o cajetas que entrega a centros distribuidores en el Distrito Federal y Monterrey, para almacenes y comercios para el consumo final (Fig. 5). Esta última vía es considerada la más importante. A través de ella se comercializa alrededor de 85% a 90% de la producción de leche local.

Existen cuatro canales de comercialización del producto cabrito. El más importante es que el productor vende a un comprador pequeño (llamado "pollero" o "coyote") en explotación, quien, en ocasiones, efectúa las operaciones con efectivo que le proporciona un

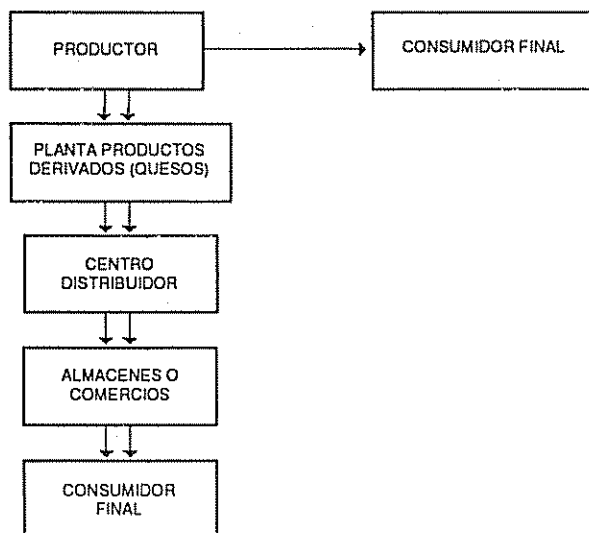


Fig. 5. Canales de comercialización de la leche de caprinos y sus derivados en la Comarca Lagunera (Méx.).

Fuente: Elaboración propia basada en resultados de la investigación.

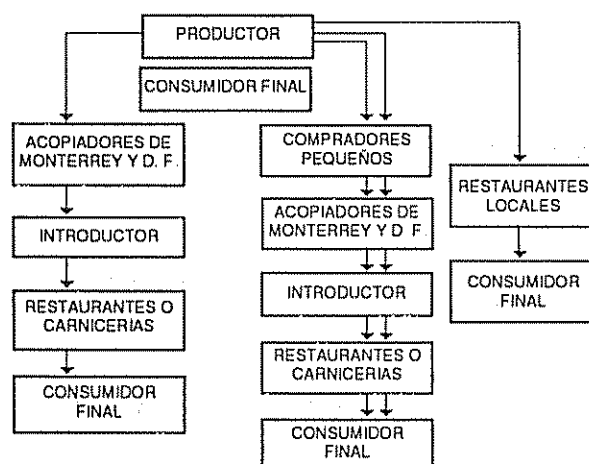


Fig. 6. Canales de comercialización del cabrito en la Comarca Lagunera (Méx.).

Fuente: Elaboración propia basada en resultados de la investigación.

comprador mayor (acopiador), ya sea de Monterrey o del Distrito Federal, al cual le vende el cabrito. El acopiador lo vende a los introductores y éstos, a su vez, a los restaurantes y carnicerías. Estos últimos lo ofrecen al consumidor (Fig. 6).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los principales productos que se obtienen de la actividad caprina en la región son la leche y el cabrito. El primero se destina especialmente a la industria para fabricar quesos y cajetas, pues su consumo en forma fluida es limitado. El cabrito se destina para consumo de mesa. Los principales centros consumidores son Monterrey y el Distrito Federal.
- El mercado del cabrito se caracteriza por un alto número de intermediarios. Por eso, la participación del productor en el precio final del producto se limita a un 20 por ciento. En el caso de la leche existe una dependencia casi total de un solo comprador, que, sin duda, perjudica al caprinocultor, y lo hace más vulnerable a los cambios en la política del comprador.
- El canal más importante de comercialización de la leche es aquel por medio del cual el productor vende la leche en su explotación. El comprador es una planta procesadora de productos derivados, que adquiere el 90% de la producción que se comercializa en la región.
- En el caso del cabrito, el canal de comercialización más importante es el denominado: acopiador-introductor-restaurantes o carnicerías-consumidor final.
- El margen bruto de comercialización para el cabrito fue 80%; por esa razón, se debe buscar una reducción en el número de agentes de mercado para incrementar la participación del productor en la fijación del precio final.
- El precio por litro de leche de cabra no está sujeto a ningún control oficial, como en el caso de la leche de vaca. El precio cambia únicamente en función de las variaciones en el precio de leche de bovino, aunque no en forma inmediata ni en la misma proporción.
- Aun cuando existe una clasificación para el cabrito en el mercado, el comprador no la respeta y fija el precio de acuerdo con otros criterios como oferta, demanda y necesidad económica del productor.
- La falta de organización de los productores se perfila como el problema más serio. La producción se afecta cuando no hay programas de manejos

adecuados y la adquisición de insumos no se realiza en grupo. Así, se pierde la posibilidad de obtener mejores precios y disponibilidad oportuna de los insumos. Por otro lado, al no tener una figura asociativa, la autogestión o búsqueda de alternativas para comercializar directamente no es viable para los productores, y, por eso, no logran una mayor participación en el precio final de sus productos.

LITERATURA CITADA

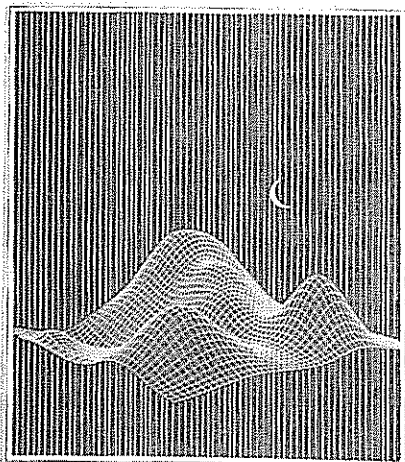
BARRERA, I D ; CHALITA, T L E 1988. Metodología para el análisis de mercados agropecuarios. Méx , Centro Nacional de Investigaciones Agrarias; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 357 p

MEX SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS 1991. Estadísticas de la producción agropecuaria y forestal: Ciclos otoño - invierno 1989-1990 y primavera - verano 1990. Delegación en la Comarca Lagunera Subdelegación de Política y Concertación, Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal, Ciudad Lerdo, Durango 205 p

PATRONATO PARA LA INVESTIGACION, FOMENTO Y SANIDAD VEGETAL DE LA COMARCA LAGUNERA. Estadísticas de la producción agropecuaria y su valor: Ciclos 1977-78 y 1978-78. Méx. Torreón. 142 p

TIJERINA, A A ; MENDOZA A J 1986. La organización de los caprinocultores en la región lagunera. In Reunión Nacional sobre Caprinocultura (2., 1986). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Méx.

LIBRO RECOMENDADO



US\$3.50

Agroecología del Trópico Centroamericano P. Montaldo. 1a. reimp. 1985. 205 p. Colección Libros y Materiales Educativos (ISBN 92-9039-035 2).

Desarrolla temas relacionados con la agroecología tropical: la definición del concepto de zona tropical, la eficiencia ecológica y la productividad, el análisis de los estímulos (climático, edáfico, fisiográfico, biótico, pirico) que influyen en los ecosistemas y el estudio de población, vivienda, salubridad, tecnología y capital. El texto proporciona al estudiante y al profesional en ciencias agrícolas las bases generales para comprender los problemas de la agricultura tropical.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba