

INSECTOS COMESTIBLES ASOCIADOS A LAS MAGUEYERAS EN EL EJIDO TOLOSA, PINOS, ZACATECAS, MÉXICO

EDIBLE INSECTS ASSOCIATED TO WILD AGAVE COMMUNITIES IN THE EJIDO TOLOSA, PINOS, ZACATECAS, MÉXICO

Gastón Esparza-Frausto¹, Francisco J. Macías-Rodríguez¹, Martín Martínez-Salvador¹,
Marco A. Jiménez- Guevara¹ y Santiago de J. Méndez-Gallegos²

¹Centro Regional Universitario Centro-Norte. CRUCEN-UACH. Km. 3.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara. El Orito, Zacatecas. 98060. ²Campus San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. Iturbide 73. 78600. Salinas de Hidalgo. San Luis Potosí. (jmendez@colpos.mx)

RESUMEN

Las comunidades silvestres de maguey verde (*Agave salmiana* spp *crassispina*) del sureste de Zacatecas, México, han sido sobreexplotadas en las últimas décadas y su deterioro afecta a la entomofauna asociada que también es recolectada en forma empírica, por lo que es necesario replantear su aprovechamiento. El objetivo del presente estudio fue evaluar las existencias de gusano blanco, gusano rojo y escamoles asociados a las magueyeras naturales del ejido Tolosa, así como determinar sus características. Se usó un análisis fotogramétrico para digitalizar un mapa de distribución de las magueyeras silvestres en el cual, con base en la densidad de los agaves y su cobertura, se delimitaron unidades ambientales (UA) homogéneas. Mediante sitios anidados y un muestreo aleatorio estratificado en campo usando parcelas de 250 m², se describieron los atributos ecológicos de la vegetación arbustiva. Como las magueyeras fueron las comunidades objetivo para cuantificar los insectos, se usaron como estratos para calcular su existencia. Se detectaron tres UA con una superficie de 10 894.6 ha con diferentes atributos ecológicos (índice de dominancia y diversidad de especies). Se calculó una existencia de 10.5, 11.0 y 21.7 t de gusano blanco, gusano rojo y escamoles, que con un esquema secuenciado de recolección por temporada anual podría generar 26 210 jornales al ejido, permitiendo obtener ingresos económicos adicionales y favoreciendo el aprovechamiento integral de sus recursos naturales.

Palabras clave: *Acentrocneme (Aegiale) hesperiaris*, *Agave salmiana*, *Comadia redtenbacheri*, *Liometopum apiculatum*, aprovechamiento.

INTRODUCCIÓN

El semidesierto del sureste zacatecano se caracteriza por lo escaso y errático de la precipitación pluvial, lo que restringe la agricultura de temporal (Ibarra, 2004). En esta zona, las comunidades vegetales nativas generan una combinación de recursos naturales aprovechables. Así, destacan por su

ABSTRACT

The wild green agave communities (*Agave salmiana* spp *crassispina*) of the southeast of Zacatecas, Mexico, have been overexploited in the last decades, and their deterioration affect the associated entomofauna, also collected empirically, which makes it necessary to redefine their exploitation. The objective of the present study was to evaluate the stocks of white grub, red grub, and escamoles (ant larvae) associated to the natural agave communities of the ejido Tolosa, as well as to determine their characteristics. A photogrammetric analysis was used to digitalize a map of distribution of wild agave communities, where – based on the density of agaves and their dispersal – homogeneous environmental units (UA) were delimited. By means of nested sites and random stratified field sampling, using 250 m² plots, the ecological attributes of shrub vegetation were described. The same as the agaves, the communities were the objective for quantifying the insects; they were used as strata to calculate their stock. Three UA with an area of 10 894.6 ha with different ecological attributes (dominance/index and species diversity) were detected. Stocks of 10.5, 11.0, and 21.7 t of white grub, red grub, and escamoles, were calculated, that with a sequenced collection scheme, per annual season, could generate 26 210 daily wages for the ejido, allowing to obtain additional economic income and favoring the integrated exploitation of their natural resources.

Key words: *Acentrocneme (Aegiale) hesperiaris*, *Agave salmiana*, *Comadia redtenbacheri*, *Liometopum apiculatum*, exploitation

INTRODUCTION

The semi-desert of the southeast of Zacatecas is characterized by its scarce and erratic rainfalls, which restrict rain-fed farming (Ibarra, 2004). In this zone, the native vegetal communities generate a combination of utilizable natural resources. Thus, in the region, the wild green agave communities (*Agave salmiana* Otto Salm Dick ssp *crassispina* (Trel Gentry) are outstanding, occupying about 60,000 ha (Morales *et al.*, 2002; Martínez-Salvador *et al.*, 2005a). The overexploitation of agave in order to obtain mescal, or

Recibido: Enero, 2007. Aprobado: Diciembre, 2007.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 42: 243-252. 2008.

abundancia en la región las comunidades silvestres de maguey verde (*Agave salmiana* Otto Salm Dick ssp *crassispina* (Trel Gentry) que ocupan cerca de 60,000 ha (Morales *et al.*, 2002, Martínez-Salvador *et al.*, 2005a). La sobreexplotación del maguey para obtener mezcal, o con fines ganaderos, ha ocasionado alteraciones ecológicas severas en los ecosistemas (Martínez-Salvador *et al.*, 2005b). El deterioro de las magueyeras ha causado la desaparición gradual de la flora y fauna asociadas, por lo que se hace necesario replantear su aprovechamiento en forma racional e integral.

El ejido Tolosa en Pinos, Zacatecas, representa el contexto socio-ecológico descrito, ya que en él destacan por su abundancia las magueyeras y, asociados estrechamente a éstas, algunos insectos comestibles: el gusano blanco *Acentrocne* (*Aegiale*) *hesperiaris* Walter (Lepidoptera: Hesperoidea), el gusano rojo *Comadia redtenbacheri* Hamm. sin *Hypopta agavis* B. (Lepidoptera: Cossidae) y los escamoles *Liometopum apiculatum* Mayr. (Hymenoptera: Formicidae). Dichos insectos son recolectados sin mayor planeación, para su venta a compradores en los Estados de Hidalgo y de México. Este recurso representa una alternativa que podría mejorar la dieta de los habitantes regionales por tener 28 a 81% de proteína (Ramos-Elorduy, 1999); además aumentaría el ingreso familiar mediante su recolección y venta.

Para contribuir al aprovechamiento racional e integral de los recursos naturales del ejido Tolosa, se realizó el presente estudio, cuyo objetivo fue caracterizar los atributos ecológicos de las comunidades vegetales donde hay magueyeras, así como inventariar sus existencias y las de insectos comestibles (gusano blanco, rojo y los escamoles).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el ejido Emilio Carranza, Tolosa, Pinos, Zacatecas, México, donde se distribuye de manera natural el maguey verde (*Agave salmiana*). Este ejido se ubica a 101° 21' 23" O, 22° 31' 13" N y a una altitud 2100 m. El clima es BS1 kw (w) que corresponde al menos seco de los secos esteparios, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una precipitación media anual de 450 mm (UNAM, 1970; García, 1988). Con base en la clasificación de suelos realizada por la FAO y modificada por CETENAL (1972) para México; en la región predominan los suelos litosol eutrúico y xerosol háplico. El tipo de vegetación característico de la región es el matorral xerófito con especies de la familia Cactáceae particularmente del género *Opuntia* (nopales), especies micrófilas y matorrales espinosos (Rzedowski, 1978).

Para delimitar el área de distribución del maguey se hizo un análisis fotogramétrico y recorridos de campo para elaborar un mapa base de la superficie de distribución del maguey (escala 1:50 000), en el cual se delimitaron tres unidades ambientales (UA) de uso

for livestock purposes, has caused severe ecological alterations in the ecosystems (Martínez-Salvador *et al.*, 2005b). The deterioration of the agave communities has led to gradual disappearance of the associated flora and fauna, which makes it necessary to reorganize their utilization rationally and completely.

The ejido Tolosa in Pinos, Zacatecas, represents the socio-ecological context described, since agave communities stand out by their abundance, and closely associated to them, some edible insects: white grub *Acentrocne* (*Aegiale*) *hesperiaris* Walter (Lepidoptera: Hesperoidea), red grub *Comadia redtenbacheri* Hamm, sin *Hypopta agavis* B. (Lepidoptera: Cossidae), and escamoles *Liometopum apiculatum* Mayr, (Hymenoptera: Formicidae). These insects are collected without particular planning for their sale to buyers in the States of Hidalgo and México. This resource represents an alternative which might improve the diet of the regional population, as it has between 28 and 81% protein (Ramos-Elorduy, 1999), besides, family income would increase through their collection and sale.

The present study, whose aim was to characterize the ecological attributes of the vegetal communities where there is maguey, as well as to make an inventory of their stocks and of those of edible insects (white grub, red grub, and escamoles), was made to contribute to the rational and integrated exploitation of natural resources of the ejido Tolosa.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in the ejido Emilio Carranza, Tolosa, Pinos, Zacatecas, Mexico, where green agave (*Agave salmiana*) is naturally distributed. This ejido is located at 101° 21' 23" W, 22° 31' 13" N, and at 2100 m altitude. The climate is BS1 kw (w), which corresponds to those less dry of the dry steppe climates; annual mean temperature is between 12 and 18 °C and annual mean precipitation 450 mm (UNAM, 1970; García, 1988). Based on soil classification, conducted by FAO, and modified by CETENAL for Mexico (1972), eutric lithosol and haplic xerosol soils prevail in the region. The typical vegetation of the region is xerophytic shrubwood, with species of the Cactaceae family, particularly genus *Opuntia* (prickly pear), microphyllous species and prickly shrubs coexist (Rzedowski, 1978).

To delimit the area of agave distribution a photogrammetric analysis and field surveys were made to elaborate a base map of the agave distribution area (scale 1:50 000), on which three environmental units (UA) of potential forest use were demarcated, where maguey is the main vegetal species of commercial interest. The following criteria were applied for the demarcation of UA: high density, with crown cover larger than 40%, medium density, with 20 to 40% crown cover, and low density, with lesser than 20% crown cover. This methodology for agave UA in the southeast of Zacatecas was

potencial forestal donde el maguey es la principal especie vegetal de interés comercial. Para delimitar las UA se aplicaron los siguientes criterios: densidad alta con una cobertura de copas mayor de 40%; densidad media con una cobertura de copas de 20% a 40%; y densidad baja con una cobertura de copas menor al 20%. Esta metodología para UA de agave en el sureste de Zacatecas fue desarrollada y validada con un análisis de varianza comparando la densidad de agaves entre los tres estratos (Martínez-Salvador *et al.*, 2005b).

Para conocer algunos atributos ecológicos de las comunidades arbustivas en el predio estudiado, se realizó un muestreo de campo con base en un diseño aleatorio estratificado. El tamaño de muestra se determinó usando como valor de varianza la densidad de *A. salmiana* con un nivel de significancia de 95% y un error esperado $D=5\%$. El cálculo de tamaño de muestra se hizo después de hacer un pre-muestreo en 40 parcelas usando la siguiente ecuación (Freese, 1969):

$$n = \frac{L \sum_{h=1}^L N_h^2 S_h^2}{N^2 D^2 + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2}$$

donde, n =tamaño de muestra; L =número de estratos; N_h = tamaño total (número de unidades) del estrato h (1,2,..L); D =tamaño deseado del error estándar de la media; S_h =error estándar del estrato h ; S_h^2 =varianza del estrato h .

Para el pre-muestreo y el muestreo se estableció un tamaño de parcela de 250 m² según la metodología de sitios anidados (Franco, 1998) y como variable de variación el número de especies. En tamaños de parcela superiores el número de especies se mantuvo constante.

Se muestrearon 84 parcelas donde se cuantificó el número de individuos por especie, diámetro de cobertura/individuo/especie y altura/individuo/especie. La información del muestreo se capturó en una base de datos digital y se elaboraron tablas con atributos ecológicos de las comunidades vegetales de cada estrato: densidad, frecuencia, dominancia y el valor de importancia de cada especie que forma parte de la comunidad vegetal en el estrato arbustivo estudiado.

Las variables fueron: densidad = número de individuos por unidad de superficie; densidad relativa = (individuos de una especie/total de individuos) X 100; frecuencia = número de veces que aparece una especie en los muestreos realizados; frecuencia relativa = (frecuencia de una especie/frecuencia de todas las especies) X 100; dominancia = cobertura de cada especie por unidad de superficie; dominancia relativa = (dominancia de una especie/dominancia de todas las especies) X 100. Al sumar los tres valores relativos se obtuvo el valor de la importancia de la especie X_i en la comunidad Y (Miller, 1994).

Se calculó el índice de diversidad, que representa el estrato arbustivo en cada estrato usando la ecuación de Shannon-Winer (Miller, 1994) con los atributos de riqueza, abundancia y abundancia relativa de los miembros de la comunidad vegetal en el estrato arbustivo:

developed and validated with analysis of variance, comparing the density of agave plants among the three strata (Martínez *et al.*, 2005b).

In order to identify some ecological attributes of the shrub-like communities on the plot under study, field sampling based on a randomized stratified design was performed. Sample size was determined using the density of *A. salmiana* as variance value with a significance level of 95% and an expected error $D=5\%$. The sample size calculation was made after carrying out a pre-sampling in 40 plots, using the following equation (Freese, 1969):

$$n = \frac{L \sum_{h=1}^L N_h^2 S_h^2}{N^2 D^2 + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2}$$

where, n =sample size; L = number of strata; N_h = total size (number of units) of stratum h (1, 2,..L); D = desired size of standard error of the mean; S_h = standard error of stratum h ; S_h^2 = variance of stratum h .

For pre-sampling and sampling a plot size of 250 m² was established, following the methodology of **nested sites** (Franco, 1998), and as variation variable the number of species. In plots of larger sizes the number of species remained constant.

Eighty-four plots were sampled, quantifying the number of individuals per species, cover diameter / individual / species, and height / individual / species. Sampling information was captured in a digital data base, and tables with ecological attributes of the vegetal communities of each stratum were worked out: density, frequency, dominance, and importance value of each species forming part of the vegetal community in the studied shrub stratum.

The variables were: density = number of individuals per area unit; relative density = (total of individuals divided by the individuals of a species) X 100; frequency = number of times a species appears in the samplings carried out; relative frequency = (frequency of all species divided by frequency of one species) X 100; dominance = cover of each species per surface (area) unit; relative dominance = (dominance of all species divided by dominance of one species) X 100. Adding the three relative values, the importance value of species X_i in community Y was obtained (Miller, 1994).

The diversity index was calculated, which represents the shrub stratum in each stratum, using the Shannon-Winer equation (Miller, 1994). With the attributes of richness, abundance, and relative abundance of the members of the vegetal community in the shrub stratum:

$$ID = \sum_{i=1}^n (P_i \times \text{Log}_2 P_i)$$

$$P_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

$$ID = \sum_{i=1}^n (P_i \times \log_2 P_i)$$

$$P_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

donde, ID =índice de diversidad; P_i =abundancia relativa de la especie i ; N =número total de especies en la comunidad; N_i =número de individuos de la especie i .

El maguey fue la especie objetivo del estudio, pero se buscó identificar patrones que ayudaran a calcular la incidencia de los tres insectos asociados a la planta. El muestreo de plantas infestadas se realizó en cada estrato (UA) establecido. Para determinar la incidencia del gusano blanco y gusano rojo (% de plantas con daños) en cada UA se identificaron las características y síntomas de daño en las plantas de agave en cada parcela de muestreo. Para los escamoles se calculó el número promedio de nidos por ha en cada UA constando el número de nidos encontrados en cada parcela de muestreo. Se pesaron muestras sucesivas de 20 g de cada especie para obtener los pesos promedio de los gusanos blanco y rojo.

Con una encuesta aplicada a los recolectores del área se calculó el número de individuos promedio de larvas (gusanos blancos y rojos) por planta. También se obtuvo una muestra representativa de 10 g de escamoles frescos, se contabilizó el número de individuos y se determinó el peso fresco (g) de cada unidad. Con esta información y con el apoyo de los recolectores de mayor experiencia en el área se calculó el número promedio de individuos por cada nido; así se calculó la existencia promedio de cada insecto asociado a la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Ejido Emilio Carranza (Tolosa) tiene 12 940 ha, de ellas 9710 se otorgaron por resolución presidencial de dotación de tierras y 3230 corresponden a una resolución presidencial por ampliación de tierras; 1504.86 son para agricultura de temporal y 11 705.14 se usan como agostadero. La caracterización ecológica de las comunidades vegetales del ejido Tolosa permitió calcular las asociaciones vegetales (Cuadro 1).

El matorral crasirosulifolio espinoso es una de las comunidades vegetales con mayor presencia en el ejido (Cuadro 1); más de 50% de los individuos corresponden a plantas con tallos crasos o fibrosos y con hojas dispuestas en roseta como el maguey y el nopal que cohabitan con especies espinosas como la acacia y la mimosa. En el matorral inerme menos de 25% de las especies tienen espinas y hojas pequeñas y caedizas como la gobernadora (*Larrea tridentata*), el sangre de drago (*Jatropha dioica*) y el hojaseñ (*Flourenzia cernua*); en el matorral subinerme 25 a 50% de las especies tienen espinas y el 50% restante no; ambos matorrales son importantes en el ejido.

where ID = diversity index; P_i = relative abundance of species i ; N = total number of species in the community; N_i = number of individuals of species i .

Maguey was the target species of the study, but it was attempted to identify patterns which might help to estimate the incidence of the three insects associated to the plant. Sampling of infested plants was carried out in each established stratum (UA). In order to determine the incidence of white grub and red grub (percentage of damaged plants), in each UA, characteristics and damage symptoms in agave plants were identified in every sampling plot. For escamoles, the average number of nests per ha in each UA was calculated by counting the nests found in each sampling plot. Consecutive samples of 20 g from each species were weighed and counted to obtain the mean weight.

In a survey applied to the collectors of the area, the average number of larvae individuals (white and red grubs) per plant was estimated. Also a representative sample of 10 g of fresh escamoles was obtained, the number of individuals was counted, and the fresh weight (g) of each unit determined. Based on this information and the support of the most experienced collectors in the area, the average of individuals per nest, and thus, the average stock of each insect associated to the plant, was determined.

RESULTS AND DISCUSSION

The Emilio Carranza Ejido (Tolosa) comprises 12 940 ha, 9 710 of which were by presidential resolution granted as endowment of lands, and 3 230 correspond to a presidential resolution for land extension; 1504.86 are for rain-fed agriculture, and 11 705.14 are used as pastureland. The ecological characterization of vegetal communities of the ejido Tolosa allowed calculating the vegetal associations (Table 1).

The prickly crasirosulifolio shrub is one of vegetal communities with major presence in the ejido (Table 1). In said community more than 50% of the individuals are represented by plants with thick or fibrous stems, and leaves arranged in rosette like maguey and prickly pear, which cohabit with prickly species such as acacia and mimosa. In the awnless bushes, less than 25% of the species have thorns and small deciduous leaves such as *Larrea tridentata*, *Jatropha dioica*, and *Flourenzia cernua*, and in the sub-awnless bushes 25-50% of whose species have thorns, and the remaining 50% do not; both shrubs are important in the ejido.

Physiographical characterization and the condition of the vegetation allowed partitioning the ejido in stands, obtaining three UA (Figure 1). In UA1 the vegetal community is crasirosulifolio shrub associated with prickly pear and *mesquite* (Cr-No-Me); UA2 integrates the vegetal associations are Cr-Pn, No-Cr-Me, No-Cr-Ms, and No-Ms; and in UA3, the associations are Mi-No, Mi-Pn, Ms-No, and Ms-No-Lz.

Cuadro 1. Tipos de vegetación en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas[†].
Table 1. Vegetation types in the Tolosa ejido, Pinos, Zacatecas.

Descripción	Clave	Superficie (ha)
Agricultura de temporal	Atp	1 504.86
Matorral Crasirosulifolio espinoso/Nopalera/Mezquital	Cr-No-Me	2 488.60
Matorral Crasirosulifolio espinoso/Pastizal natural	Cr-Pn	131.43
Matorral inerme/Nopalera	Mi-No	744.80
Matorral inerme/Pastizal natural	Mi-Pn	782.42
Matorral subinerme/Nopalera	Ms-No	2 463.52
Matorral subinerme/Nopalera	Ms-No-Lz	3 613.40
Nopalera/Crasirosulifolio/Mezquital	No-Cr-Me	482.38
Nopalera/Crasirosulifolio/Matorral subinerme	No-Cr-Ms	24.35
Nopalera/Matorral subinerme	No-Ms	163.81
Pastizal Natural	Pn	108.57
Vegetación halófito	Vh	432.27
Total		12 940.40

[†] Elaborado con base en información de gabinete, rectificación en campo y tipología de INEGI 2003 ♦ Based on department information, field rectification and typology by INEGI, 2003.

La caracterización fisiográfica y la condición de la vegetación permitieron rodalzar el ejido en tres UA. (Figura 1). En la UA1 la comunidad vegetal es el matorral Crasirosulifolio espinoso asociado con nopal y mezquite (Cr-No-Me); la UA2 integra las asociaciones vegetales Cr-Pn, No-Cr-Me, No-Cr-Ms, y No-Ms; y en la UA3 están las asociaciones Mi-No, Mi-Pn, Ms-No y Ms-No-Lz.

La UA1 tiene 2488 ha, se localiza principalmente al NE del ejido, presenta la mayor cobertura vegetal y domina *A. salmiana* siendo la especie más importante según Miller (1994). En la UA2 se identificaron 801 ha

UA1 with 2488 ha mainly located at the northeast of the ejido, has the largest vegetal cover, and *A. salmiana* dominates, being the most important species, according to Miller (1994). In UA2 801 ha were identified, dispersed mainly in the southeast, north, and northwest of the ejido; in this unit, *A. salmiana* is less frequent than in UA1, but it is the dominant species in the vegetal community and the most important, associating with crasicaule, awnless and sub-awnless bushes (Table 2).

In the synecologic characterization of UA3, 7604 ha distributed mainly in the center, west, south, and

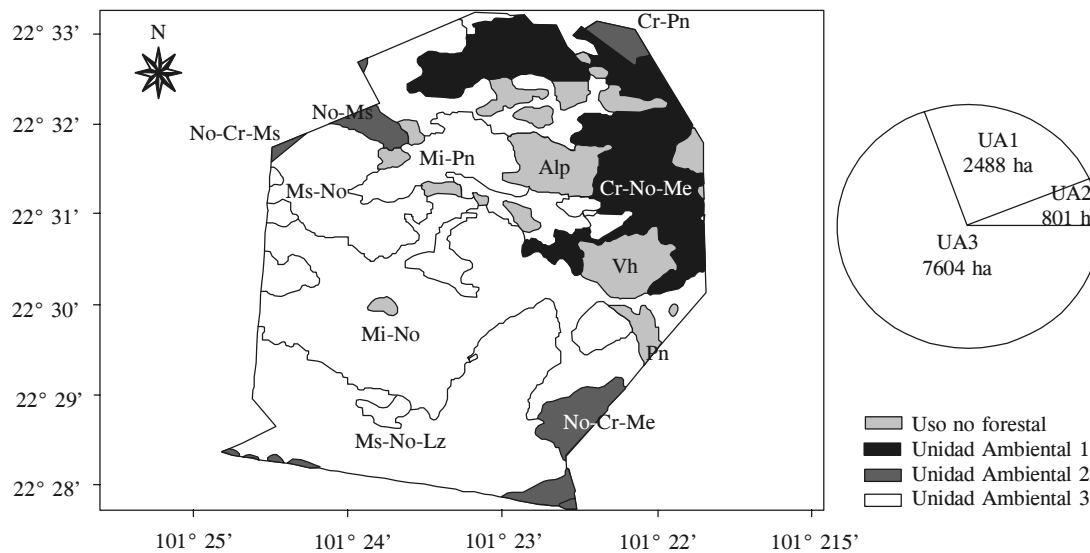


Figura 1. Mapa de las unidades ambientales (UA) identificadas.
Figure 1. Map of identified environmental units (UA).

dispersas principalmente al SE, N, y NO del ejido; en esta UA *A. salmiana* es menos frecuente que en la UA1 pero es la especie dominante en la comunidad vegetal y la más importante, asociándose con matorral crasicaule, inerme y subinerme (Cuadro 2).

En la caracterización sinecológica de la UA3, hay 7604 ha distribuidas principalmente al centro, O, S y SO del ejido, *A. salmiana* tiene una densidad considerablemente baja por lo cual no es la especie dominante, dando paso a las especies con hojas pequeñas que caracterizan al matorral inerme y subinerme y en menor medida nopal y pastizal natural. El índice de diversidad de Shannon fue sensiblemente mayor en la última comunidad vegetal debido a una mayor similitud entre sus poblaciones, mientras que en las otras dos UA el número de individuos por cada población fue más heterogéneo (Cuadro 2).

En el Cuadro 2 se enlista seis especies en cada UA, pero en las UA1, 2 y 3 hubo 21, 15 y 16 especies arbustivas cohabitando. En la UA1 *A. salmiana* representa 50% de la cobertura vegetal total (64.6%). En la UA2, con sólo 20.1% de cobertura total, 57.2% de los

southwest of the ejido, *A. salmiana* has considerably low density; therefore it is not the dominant species, giving way to species with small leaves, typical for awnless and sub-awnless bushes, and to a lesser degree, to prickly pear and natural pasture. Shannon's diversity index was appreciably higher in the last vegetal community due to greater similarity among its populations, whereas in the other two UA the number of individuals for each population was more heterogeneous (Table 2).

In Table 2 six species are listed in each UA, but in the UA 1, 2, and 3, there were 21, 15, and 16 shrub species living together. In UA1, *A. salmiana* represents 50% of the total vegetal cover (64.6%). In UA2 with only 20.1% of total cover, 57.2% of the individuals are green agaves; the high percentage of bare soil in this unit makes the ecosystem fragile, due to being exposed to erosion. In UA3 the total vegetal cover is 33.8% and mainly made up of *A. pernicioso*, opuntia, and mimosa, while *A. salmiana* occupies only 6.8% of the vegetal cover.

Cuadro 2. Atributos ecológicos de algunas especies en las comunidades de las unidades ambientales (UA) identificadas†.
Table 2. Ecological attributes of some species in the communities of the identified environmental units (UA).

Especie	Densidad	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Importancia
Unidad Ambiental 1 (2488 ha) (Índice de diversidad=0.665)							
<i>Agave salmiana</i>	1837	59.6	40	12.9	4521.6	69.9	142.5
<i>Jatropha dioica</i>	453	14.7	17	5.38	350.2	5.4	25.5
<i>Opuntia robusta</i>	143	4.6	23	7.53	471.5	7.3	19.4
<i>Opuntia rastrera</i>	120	3.9	27	8.6	253.8	3.93	16.4
<i>Berberis trifoliata</i>	77	2.49	27	8.6	151.61	2.35	13.4
<i>Larrea tridentata</i>	110	3.57	17	5.38	210.65	3.26	12.2
Subtotal	3080	100	310	100	6461.2	100	300.0
Unidad Ambiental 2 (801 ha) (Índice de diversidad=0.683)							
<i>Agave salmiana</i>	1103	57.3	40	16	896.4	44.5	118.2
<i>Opuntia robusta</i>	157	8.1	37	15	289.8	14.4	37.6
<i>Jatropha dioica</i>	327	17	23	10	110.1	5.5	32.0
<i>Opuntia rastrera</i>	63	3.3	17	7	133.6	6.6	16.78
<i>Acacia farneciana</i>	20	1.0	10	4	198.6	9.9	15.01
<i>Mimosa biuncifera</i>	47	2.4	20	8	77.2	3.8	14.48
subtotal	1927	100	243	100	2,014.8	100	300.0
Unidad Ambiental 3 (7604 ha) (Índice de diversidad=0.953)							
<i>Larrea tridentata</i>	533	22	30	13	870.2	25.7	60.7
<i>Acacia vermicosa</i>	260	11	13	6	957.0	28.2	44.8
<i>Jatropha dioica</i>	527	22	33	15	154.2	4.5	40.8
<i>Opuntia leucotricha</i>	320	13	17	7	478.1	14.1	34.5
<i>Mimosa biuncifera</i>	260	11	23	10	360.5	10.6	31.5
<i>Agave salmiana</i>	167	7	13	6	205.6	6.0	18.7
Subtotal	2440	100	227	100	3384.9	100	300.0

† Con base en información de campo ♦ Based on field information.

individuos son magueyes verdes; el alto porcentaje de suelo desnudo en esta UA hace frágil el ecosistema por estar expuesto a la erosión. En la UA3 la cobertura vegetal total es 33.8% principalmente de *A. pernicioso* (chaparro amargoso), opuntia y mimosa, en tanto que *A. salmiana* ocupa sólo 6.8% de la cobertura vegetal.

Con relación a los insectos (Cuadro 3), en la UA1 se calcularon 2.5 t de gusano blanco, en la UA2 5.6 t y en la UA3 2.4 t, (10.5 t en todo el ejido). Para el gusano rojo se calcularon 11 t en el ejido: 3.3 t en la UA1, 5.1 t en la UA2 y 2.6 t en la UA3. Para los escamoles se calcularon 3.6 t para la UA1, 7.8 t para la UA2 y 10.3 t para la UA3, 21.7 t en el ejido).

Con base en los cálculos de existencias de gusano blanco, gusano rojo y escamoles se plantea un esquema de aprovechamiento y beneficios mediante su venta. La distribución de las tres especies es irregular y ocupa una superficie muy grande, en ocasiones en lugares de difícil acceso, por lo que se complica su aprovechamiento. Las existencias de insectos dependen de las condiciones ambientales, y sin una recolección organizada la incertidumbre de recolección continua y sustentable es grande; por tanto, se requiere un esquema de aprovechamiento equitativo y ordenado entre los miembros del ejido.

Se debe destacar que en la recolección del gusano rojo, la mayoría de las veces se destruye la planta para extraer las larvas desde la piña. Con las otras dos especies de insectos el daño causado a las plantas de maguey

With regard to the insects (Table 3), in UA1, 2.5 t of white grub were calculated, in UA2, 5.6 t, and in UA3, 2.4 t, to make (10.5 t in the entire ejido). For the red grub, 11 t in the ejido were counted up: 3.3 t in UA1, 5.1 t in UA2, and 2.6 t in UA3. As for escamoles, 3.6 t for UA1, 7.8 t for UA2, and 10.3 t for UA3 were quantified (21.7 t in the ejido).

Based on the calculations of the stocks of white grub, red grub, and escamoles, a project for exploitation and benefits through their sale is proposed. The distribution of the three species is irregular and occupies a very large area, occasionally in places of difficult access, which complicates their exploitation. Insect stocks depend on environmental conditions, and without organized collections, there is great uncertainty of continuous and sustainable utilization; therefore, the members of the ejido need a strategy for equitable and orderly exploitation.

It is worth highlighting, that for the collection of the red grub, the plant mostly has to be destroyed, in order to extract the larvae from the maguey piña. With the other two insect species, the damage caused to the maguey plants is minimum. In the case of the white grub and being experienced in its detection, only some cladodes are eliminated, which even has the effect of sanitary pruning.

Escamole nests are not always below the plants, but may even be found in hollows, clefts in the soil and galleries in trunks of other plants, which causes

Cuadro 3. Cuantificación de existencias de insectos comestibles asociados al maguey.
Table 3. Quantification of edible insect stocks associated to maguey.

Unidad Ambiental	Ha	Plantas	Plantas Infestadas	Larvas por planta	Peso por larva (g)	Peso/planta (g)	Existencias Total (t)
Gusano blanco							
1	2488	2 744 926	398 176	10	1.40	14	5.6
2	801	1 539 782	178 839	10	1.40	14	2.5
3	7604	1 269 968	174 906	10	1.40	14	2.4
Total	10 894	5 554 676	751 921				10.5
Gusano rojo							
1	2488	2 744 926	256 326	20	1.00	20	5.1
2	801	1 539 782	162 800	20	1.00	20	3.3
3	7604	1 269 968	129 278	20	1.00	20	2.6
Total	10 894	5 554 676	548 404				11.0
Escamoles							
	Ha	Plantas		No. de Hormigueros	Kg/ Hormiguero	Kg/ha	Existencias Total (t)
1	2488	2 744 926		17 420	0.45	3.15	7.8
2	801	1 539 782		8020	0.45	4.50	3.6
3	7604	1 269 968		22 814	0.45	1.35	10.3
Total	10 894	5 554 676		48 254			21.7

Elaboración propia con base en información de campo.

es mínimo. En el caso del gusano blanco, y con experiencia para su detección, sólo se eliminan algunas pencas, lo cual incluso sirve como poda sanitaria.

Los nidos de escamoles no siempre están bajo las plantas, sino que se pueden encontrar en oquedades, hendiduras del suelo y galerías en troncos de otras plantas, por lo que el daño a las plantas es mínimo. Una vez extraídos los individuos se recomienda volver a colocar la trabécula (estructura de arena y arcilla donde se encuentran los huevos y los estados inmaduros) para facilitar su repoblación natural. Lo anterior podría permitir incluso, dependiendo de diversos factores físicos y biológicos, explotar el nido una o dos veces al año mediante su georeferenciación.

La función de las hormigas es un elemento central de las zonas áridas, debido principalmente a su papel como estructuradoras de las comunidades vegetales y por las diversas interacciones con otros microorganismos (Rios-Casanova *et al.*, 2004). Sin embargo, no se ha determinado el conocimiento acerca de su diversidad e importancia, (Rojas y Fragoso, 2000). No obstante, se considera que los escamoles coadyuvan a mantener al frágil equilibrio de los ecosistemas áridos, favoreciendo la aireación del suelo, la dispersión de semillas y la polinización de plantas, contribuyendo a la reproducción y regeneración vegetal.

La extracción de escamoles y del gusano blanco asociados al maguey son considerados procesos no destructivos y mínimamente perturbadores de las magueyeras naturales y el ecosistema. La extracción del gusano rojo implica en varios casos la destrucción de la planta ya que usualmente reside en el cuello de la piña. No obstante, si no se extraen, su daño termina matando a la planta, por lo que su aprovechamiento es positivo.

Un aprovechamiento sostenible de un recurso natural implica optimizar su existencia futura. En el caso de la entomofauna comestible asociada a las magueyeras, facilitar una extracción continua implica la permanencia de las poblaciones vegetales con las que dicha entomofauna cohabita, es decir, las magueyeras. De ahí la importancia de reforestar con maguey (Morales *et al.*, 2003), buscando aumentar la densidad de sus poblaciones, conservar la estructura y funcionamiento del ecosistema y aumentar el porcentaje de cubierta vegetal. Esto es particularmente importante en las UA2 y UA3, que presentan mayor deterioro de dichas poblaciones. Ésto es general donde se desea aprovechar el gusano rojo, cuya extracción implica la destrucción de la planta. La reforestación se puede complementar con medidas para proteger los agaves prerreproductivos que son determinantes en el mantenimiento de las poblaciones de maguey (Martínez, 1985)³, porque son un medio seguro de producción de nuevas plantas ante

minimal damage to the plant. Once the individuals removed, it is recommended to put the "trabécula" (structure of sand and clay, where the eggs and immature insects are found) again in its place in order to facilitate their natural re-stocking. The aforesaid, depending on different physical and biological factors, might even allow utilizing the nest once or twice a year through its geo-reference.

The function of ants is a central element in arid zones, due mainly to their activity of structuralizing vegetal communities and because of the various interactions with other microorganisms (Rios-Casanova *et al.*, 2004). However, the knowledge of their diversity and importance has not been determined (Rojas and Fragoso, 2000). Nevertheless, it is considered that escamoles help to maintain the fragile balance of arid ecosystems, favoring soil aeration, seed spreading, and plant pollination, contributing to reproduction and vegetal regeneration.

Removal of escamoles and white grub associated to maguey is considered as a non-destructive process, least disturbing for natural maguey communities and the ecosystem. Removing the red grub, in several cases implies plant destruction, since it usually dwells in the neck of the piña. However, if the insects are not removed, the damage caused by them finishes killing the plant; thus, their exploitation has a positive effect.

Sustainable exploitation of a natural resource implies optimizing its future existence. In the case of edible entomofauna associated to maguey communities, facilitating continuous removal means the continuance of vegetal populations cohabiting with said entomofauna, that is, the maguey communities. Hence, the importance of reforestation using maguey (Morales *et al.*, 2003), trying to increase its population density, to conserve structure and functioning of the ecosystem, and to increase the percentage of vegetal cover. This is particularly important in UA2 and UA3, that show greater deterioration of such populations. This generally happens, where exploitation of the red grub is pretended, whose removal implies plant destruction. Reforestation could be complemented with measures of protecting pre-reproductive agaves, which are the determining factor in maintenance of maguey populations (Martínez, 1985), since they constitute a safe medium of new plant production, facing the low viability of the seeds under wildlife conditions.

Based on the aforesaid, sustainable exploitation of insects should involve sequenced collection in each UA according to its richness. Such exploitation could begin in UA1, as it has the greatest density of the three species, and there is the possibility of continuing with UA2 and subsequently UA3.

la baja viabilidad de las semillas en condiciones silvestres.

Con base en lo anterior, el aprovechamiento sostenible de los insectos debería involucrar una recolección secuenciada en cada UA de acuerdo con su riqueza. Dicho aprovechamiento pudiera iniciarse en la UA1 por tener la mayor densidad de las tres especies, pudiendo continuar con la UA2 y después la UA3.

En términos operativos no se puede aprovechar 100% de las existencias. En términos biológicos, si se busca la estabilidad en la producción de estos insectos tampoco es viable ni aconsejable un aprovechamiento de 100%. De acuerdo con las experiencias de los ejidatarios y recolectores, para el gusano rojo 30% del total sería un aprovechamiento razonable. Para el gusano blanco y los escamoles el aprovechamiento sería 50 y 80%, en las tres UA. Este esquema de aprovechamiento tiene fundamentación empírica y se basa principalmente en el conocimiento de los recolectores. No obstante, se deben considerar otros criterios físicos (temperatura, precipitación, etc.) y biológicos (duración del ciclo biológico, disponibilidad de alimento, presencia de enemigos naturales, etcétera) para fundamentar esta propuesta, pero no hubo suficiente información.

Con los precios (2006) pagados al recolector por los insectos comestibles estudiados (Cuadro 4), el esquema de aprovechamiento propuesto permitiría un ingreso total a la comunidad de \$5 242 000 por temporada anual.

Si se considera que un recolector promedio puede obtener una recolección diaria con valor de \$200.00, se podría generar 26 210 jornales durante la época de recolección de los insectos. Esto reviste especial importancia si se consideran las temporadas de recolección de insectos en la región, que pueden iniciarse de manera secuenciada desde febrero-abril (escamoles), mayo-julio (gusano blanco) y agosto-noviembre (gusano rojo), por lo que su aprovechamiento es una alternativa productiva la mayor parte del año. Dicha actividad puede combinarse con otras actividades agrícolas y ganaderas que se realizan en la región.

In operative terms, it is not possible to exploit 100% of the stock. In biological terms, seeking stability in the production of these insects, 100% exploitation is neither viable nor advisable. According to the experience of ejidatarios and collectors, for the red grub, 30% of the total would be reasonable exploitation. For the white grub and escamoles, the exploitation would be 50 and 80% in the three UA. This project of exploitation has empirical foundation and is mainly based on the collectors' knowledge. However, other physical criteria (temperature, precipitation, etc.), as well as biological criteria (duration of the biological cycle, food availability, presence of natural enemies, etcetera) must be considered to back up such proposal, but there was not enough information.

Taking into account the prices (2006) for the studied insects (Table 4) paid to the collector, the proposed exploitation project would allow the community a total income of 5 242 000 pesos per annual season.

Considering that a collector can – on average – obtain a daily collection of 200.00 pesos, 26 210 daily wages could be generated during the insect collection period. This gains special importance considering that the collection seasons of these insects in the region may begin in a sequenced way February – April (escamoles), go on May – July (white grub) and August – November (red grub), which means, their exploitation represents a productive alternative during the largest part of the year. Such activity may be combined with other agricultural and livestock activities, carried out in the region.

CONCLUSIONS

Based on density and cover of the maguey communities, three homogeneous UA could be delimited in the ejido Tolosa, Zacatecas, covering 10 894 ha that can be utilized with a project of forest management.

In UA1 and UA2, green agave is the dominant species and of greatest importance with respect to the other species. In UA3, maguey is not the prevailing species; the same as in UA1 and UA2, it has an

Cuadro 4. Beneficios potenciales en la recolección secuencial y organizada de los insectos en estudio.
Table 4. Potential benefits in sequential and organized collection of the insects under study.

Insecto	Existencia (t)	Porcentaje de cosecha (t)	Precio (\$)⁻¹ kg	Valor total (\$)	Jornales generados
Gusano blanco	10.5	5.25	180	945 000	4725
Gusano rojo	11.0	3.30	250	825 000	4125
Escamoles	21.7	17.36	200	3 472 000	17 360
Total	43.2	25.91		5 242 000	26 210

³ Martínez, M. R. 1985. Demografía de una población silvestre de maguey mezcalero (*Agave salmiana* ssp. *crassispina* Trel. Gentry) bajo condiciones de utilización intensiva. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz. México. 61 p.

CONCLUSIONES

Con base en la densidad y cobertura de las magueyeras se lograron delimitar en el ejido Tolosa, Zacatecas, tres UA homogéneas que tienen 10 894 ha susceptibles de ser aprovechadas con un esquema de manejo forestal.

En las UA1 y UA2 el maguey verde es la especie dominante y de mayor importancia respecto a las otras especies. En la UA3 el maguey no es la especie dominante; al igual que en las UA1 y UA2 tiene una función importante en la definición de la entomofauna asociada a las poblaciones vegetales naturales.

De acuerdo con la evaluación del recurso natural, es posible plantear un aprovechamiento secuencial organizado de cada UA, de manera que la recolección de las tres especies de insectos comestibles (gusano blanco, gusano rojo y escamoles) permita obtener un ingreso económico adicional para los habitantes del Ejido Tolosa, mediante la recolección sostenible y comercialización de dichos recursos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de la conjunción de esfuerzos de la CONAFOR y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) del Gobierno del Estado de Zacatecas, que conjuntamente con los ejidatarios de Tolosa, en Pinos, Zacatecas aportaron los recursos financieros y humanos requeridos para la presente investigación.

LITERATURA CITADA

CETENAL (Centro de Estadísticas del Territorio Nacional). 1972. Carta Edafológica. CETENAL, México.
 Franco L., J. 1998. Manual de Ecología. Ed. Trillas. 2a. Edición México. 266 p.
 Freese, F. 1969. Muestreo Forestal Elemental. Boletín 232. USDA. Washington, DC. 87 p.
 García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4a Edición, México, D.F. 211 p.
 Ibarra, D. A. 2004. Zacatecas tierra de la plata y el mezcal. Secretaría de Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Zacatecas. Zacatecas, México. 191 p.
 Martínez-Salvador, M., H. Rubio-Arias, and A. Ortega-Rubio. 2005a. Population structure of Maguey (*Agave salmiana* spp. *crassispina*)

important function in the definition of entomofauna associated to the natural vegetal populations

According to the evaluation of the natural resource, organized sequential exploitation of each environmental unit may be suggested, so that the collection of the three edible insect species (white grub, red grub, and escamoles) allows to obtain additional economic income for the inhabitants of the ejido Tolosa through sustainable collection and marketing of those resources.

End of the English version—



in southeast, Zacatecas, Mexico. *Arid Land Res. Manag.* 19:101-109.
 Martínez-Salvador, M., D. Valdez-Cepeda, H. Rubio-Arias, L.F. Beltrán-Morales, B. Murillo-Amador, E. Troyo-Diéguez, and A. Ortega-Rubio. 2005b. Distribution and density of maguey plants in the arid Zacatecas Plateau, Mexico. *J. Arid Environ.* 61:525-534.
 Miller G., T. 1994. *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. 867 p.
 Morales, C. N., y G. Esparza F. 2001. Guía para el manejo de plantaciones de maguey mezcalero. SEDAGRO, FIRA, SEMARNAT, SEDESOL/CONAZA, UACH, CIAZ. 35 p.
 Morales, C. N., G. Esparza F., y J. Cervantes H. 2002. Plan de desarrollo para la región agavera del sureste de Zacatecas. SE/SEDEZAC/SEDAGRO/ Universidad Autónoma Chapingo. 88 p.
 Morales, C. N., J.C. Ledesma, R. Ruiz G., C. Gallegos V., y G. Esparza F. 2003. Aprovechamiento racional del *Agave salmiana* en el ejido San Martín, Pinos, Zac. *Rev. Geografía Agríc.* 32:75-94.
 Ramos-Elorduy, J. 1999. Insectos comestibles. *Arqueología Mex.* 6(35):68-73.
 Rios-Casanova, L., A. Valiente-Banuet, y V. Rico-Garay. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zool. Mex.* 20(1):37-54.
 Rojas, P., and C. Fragoso. 2000. Composition, diversity and distribution of Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México). *J. Arid Environ.* 44:213-227.
 Rzedowski, R.J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. México D.F. 432 p.
 UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1970. Carta de Climas «San Luis Potosí 14 Q-I» escala 1:500,000. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de la Presidencia. Gobierno de la República.