

Actividad temporal de tenebriónidos epígeos (Coleoptera) y su relación con la vegetación arbustiva en un ecosistema árido de Chile

Temporal activity of epigeous tenebrionids (Coleoptera) and their relationship with the shrubby vegetation in an arid ecosystem of Chile

JORGE G. CEPEDA-PIZARRO

Departamento de Biología y Química, Universidad de La Serena,
Casilla 599, La Serena, Chile.

RESUMEN

Utilizando trampas de intercepción se estudió los patrones de actividad estacional de los tenebriónidos edáficos (adultos) en un ecosistema de matorral del sector árido de Chile (30°13'S, 71°13') y su relación con la modificación del estrato arbustivo. Se colectaron 11 especies de tenebriónidos, siendo *Gyriosomus luczoti*, *Entomochilus* sp., *Hypselops oblonga*, y *Praocis hirtella* las especies numéricamente dominantes. Algunas de éstas fueron estacionalmente activas (p.ej., *G. luczoti*); mientras otras lo fueron durante todo el año (p.ej., *H. oblonga*). La especie más común, *G. luczoti* Chev, exhibió actividad durante la primavera, pero sus máximos aparentemente estuvieron relacionados con la cantidad de agua caída durante el invierno previo. Los índices de diversidad, uniformidad y riqueza de especies mostraron fluctuaciones mayores cuando la precipitación total anual del lugar fue de 95,8 mm que cuando fue de 13,1 mm. No se detectaron diferencias significativas (ANDEVA, una entrada) entre la abundancia relativa de las principales especies de tenebriónidos y la modificación del estrato arbustivo.

Se postula que la precipitación invernal determina la actividad de las especies estacionales, muchas de las cuales se encontrarían en un "estado de alerta fisiológica" que les permitiría aprovechar los pulsos de humedad asociados a las condiciones térmicas que caracterizan al ecosistema estudiado. Se propone que estas variables constituirían los factores reguladores del ciclo biológico de las especies.

Palabras claves: Tenebriónidofauna edáfica, patrones temporales de actividad, efecto de la vegetación arbustiva, zonas áridas, fauna de suelo.

ABSTRACT

This is a study on the effects of manipulation of shrubby vegetation on the seasonal activity patterns of soil tenebrionids (adults) in an arid ecosystem of northern Chile (30°13'S, 71°13'). Eleven species of tenebrionids were collected throughout the study, being *Gyriosomus luczoti*, *Entomochilus* sp., *Hypselops oblonga*, and *Praocis hirtella* the numerically dominant species. While some of them (e.g., *G. luczoti*) showed seasonal patterns of activity, others were active throughout the year (e.g., *H. oblonga*). The most common species, *Gyriosomus luczoti* Chev; was active during the spring, but its activity peaks apparently depended on rainfall of previous seasons, mainly winter. The indices of diversity equitability, and species richness showed greater seasonal fluctuations when annual rainfall was 95.8 mm than when it was 13.1 mm. We did not detect a significant effect (ANOVA, one-way) of the manipulation of shrubby vegetation on the most common tenebrionid species.

It is hypothesized that the amount of winter rainfall determines the activity of seasonal species which would be in a "state of physiological awareness" allowing them to take advantage of pulses of moisture, which are characteristics of this type of ecosystem. It is proposed that soil temperature and moisture regime regulate the life cycles of most of the species living in the area.

Key words: Soil tenebrionofauna, temporal activity patterns, effects of vegetation manipulation, arid lands, soil fauna.

INTRODUCCION

Gran parte de los suelos interfluviales de la IV Región (Coquimbo, Chile) presentan un

alto índice de deterioro y reducción de la producción primaria y secundaria (Hajek 1977, Gastó & Contreras 1979, Etienne *et al.* 1986): Debido a esto, diferentes especies

de arbustos forrajeros del género *Atriplex* se han usado en programas de reforestación (Olivares & Gastó 1981, d'Herbes & Etienne 1983, CONAF 1984), introduciéndose importantes cambios en la condición original de algunas áreas del matorral del sector árido de Chile.

La artropodofauna edáfica es un indicador adecuado de las transformaciones del suelo, ya que ésta rápidamente responde a sus modificaciones tanto naturales como experimentales (Bulan & Garret 1971, Schaefer 1974, Lavigne & Champion 1978). La familia Tenebrionidae es un componente importante de la artropodofauna edáfica de muchos ecosistemas áridos y semiáridos (Wallwork 1982). En estos ambientes, los tenebriónidos juegan un papel clave, tanto en los procesos de fragmentación biológica del recurso vegetal y en los ciclos de los nutrientes —actuando como movilizadores de materia y energía en un sistema donde la acción microbiana se encuentra restringida por las condiciones de baja humedad ambiental—, como constituyendo importantes recursos alimentarios para diferentes arreglos de organismos consumidores, particularmente vertebrados (Crawford 1981, 1988, Wallwork 1982, Parmenter & MacMahon 1988).

Los tenebriónidos de ambientes áridos muestran patrones de actividad tanto circadianos como estacionales (Edney 1971, Pietruska 1980), los que dependen, en gran medida, de las características de la vegetación. Parmenter & MacMahon (1984) sugieren que la arquitectura del estrato arbustivo indirectamente afecta a la comunidad de coleópteros epigeos al modificar la diversidad de la vegetación herbácea y los recursos alimentarios disponibles para estos insectos. En el presente trabajo se analiza el efecto de la manipulación del estrato arbustivo natural sobre la estructura y los patrones de actividad temporal de la tenebriónidofauna epigea de un ecosistema arbustivo (*Flourensia-Gutierrezia*) de la región árida de Chile. La hipótesis a prueba establece que el reemplazo de los arbustos dominantes no produce efectos detectables en los patrones de dominancia y actividad temporal de las especies de Tenebrionidae del lugar. Para poner a prueba esta hipótesis se: (a) deter-

minó la composición taxonómica de la tenebriónidofauna epigea; (b) examinó el efecto de la manipulación del estrato arbustivo sobre la taxocenosis de tenebriónidos adultos; (c) describió las variaciones temporales de la riqueza de especies, diversidad y uniformidad de la comunidad examinada, y (d) describió los patrones de actividad estacional de los tenebriónidos adultos.

MATERIALES Y METODOS

a) *Area de estudio*

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile. La estación se ubica en la provincia de Elqui, IV Región, Chile ($30^{\circ}13'S$ y $71^{\circ}13'W$, Fig. 1).

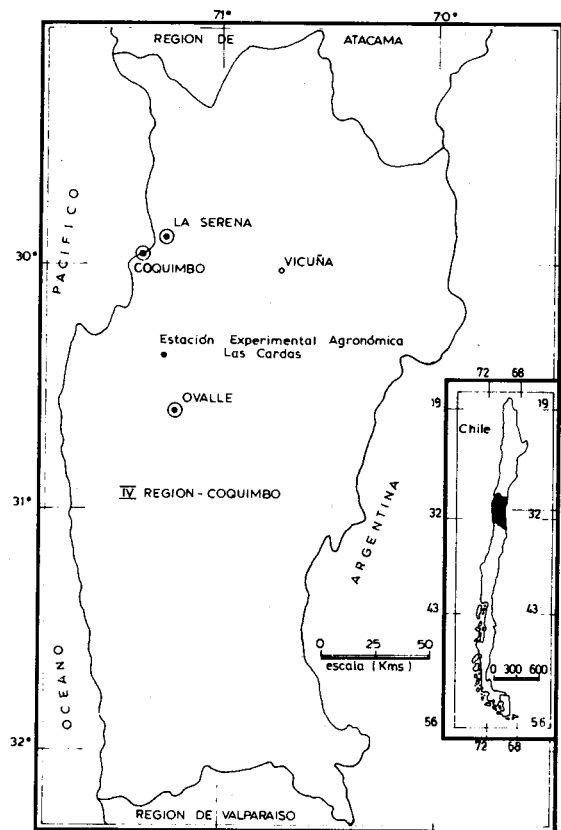


Fig. 1: Ubicación geográfica del lugar de estudio (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", $30^{\circ}13'S$; $71^{\circ}13'W$).

Geographic location of the study site (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", $30^{\circ}13'S$; $71^{\circ}13'W$).

El área se encuentra entre dos cadenas montañosas de la Cordillera de la Costa. El suelo es de tipo deposicional por arrastre, de textura franco-arenosa. El clima es de tendencia mediterránea árida (di Castri & Hajek 1976). La precipitación anual media se encuentra entre las isoyetas 100-150 mm, con alta variabilidad entre años ($CV > 30.0\%$). Los meses de mayor probabilidad de lluvia son mayo-agosto. La temperatura media anual del aire oscila entre $11-19^{\circ}\text{C}$, con máximas medias de $26-27^{\circ}\text{C}$ en enero-febrero, y mínimas medias de $7-8^{\circ}\text{C}$ en julio-agosto. Por la proximidad de la costa la nubosidad es abundante, la humedad relativa media del aire es cercana al 80% (Fig. 2). Bioclimáticamente, junio es el mes más favorable para el crecimiento de la vegetación (di Castri & Hajek 1976).

La vegetación natural dominante en la zona de estudio está formada por los arbustos *Flourensia thurifera* (Mol.) DC. (Compositae) (incienso), *Gutierrezia resinosa* (H. et A.) Blake (Compositae) (pichanilla) y *Heliotropium stenophyllum* H. et A. (Boraginaceae). Especies acompañantes son *Senna cummingii* (H. et A.) Irw et Barnaby (Caesalpinaceae), *Baccharis* sp. (Compositae), *Senecio* sp. (Compositae) y *Lithrea caustica* (Mol.) H. et A. (Anacardiaceae). El estrato herbáceo está formado principalmente por *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit, *E. moschatum* (L.) L'Herit (Geraniaceae) (alfilerillos), *Bromus berterianus* Colla (Gramineae) (pasto largo) y *Plantago hispidula* R. et P. var. *tumida* (Link) Pilger (Plantaginaceae).

La estación "Las Cardas" se encuentra dividida en sectores experimentales y de exclusión. En el área experimental existen parcelas puras del arbusto forrajero *Atriplex repanda* Phil. (sereno), y mixtas (sereno entremezclado con vegetación natural), producto de ensayos de plantación. Las parcelas de sereno se obtuvieron talando la vegetación y desraizando los restos para finalmente proceder a la plantación del sereno. Las parcelas mixtas se lograron entremezclando individuos de sereno con la vegetación original, la cual fue raleada para facilitar el establecimiento de las plántulas de *Atriplex*. Las parcelas experimentales tenían 6 años de edad al iniciarse el

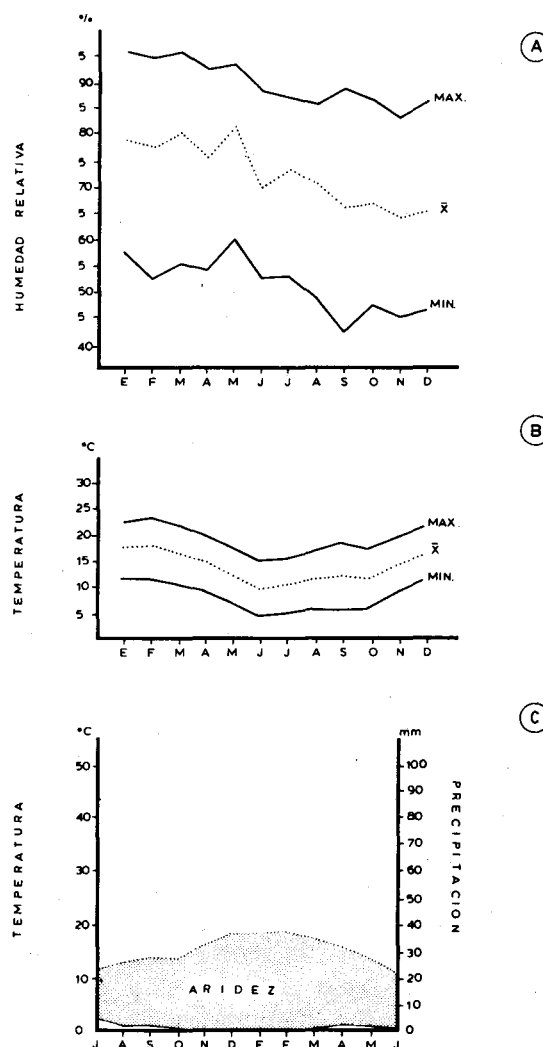


Fig. 2: Diagramas climáticos correspondientes al año estudiado (1979). Datos tomados en la estación meteorológica "Pan de Azúcar", aprox. 20 km al norte del área de estudio. A & B: humedad relativa & temperatura del aire; C: diagrama ombrotérmico.

Climatic diagrams corresponding to the year studied (1979). Data are from the meteorological station "Pan de Azúcar", aprox. 20 km north to the study site. A & B: relative humidity & air temperature; C: ombrothermic diagram.

presente trabajo. El área de exclusión, la cual no fue sometida a modificación alguna desde los inicios de la plantación, corresponde a un sector con la vegetación natural antes descrita. El acceso de mamíferos silvestres y domésticos a las tres parcelas quedó excluido desde los inicios de la plantación.

b) *Diseño experimental*

Se seleccionó una parcela de cada una de las siguientes categorías: parcela de sereno (PS), parcela mixta (PM) y parcela de exclusión (PE). En la selección se tuvo especial cuidado en que la cobertura de arbustos fuera lo más parecida posible (entre 70-80%). Estas parcelas representaron 3 niveles de alteración del suelo y del estrato arbustivo original: nivel 0 (PE), nivel 1 (PM), nivel 2 (PS) y constituyen los tratamientos a comparar.

En cada una de las parcelas se delimitaron 2 cuadrantes (30x45 m cada uno) en los que se emplazaron reticularmente 16 trampas de intercepción (10,5 cm en diam., 10,5 cm en alt.). Detalles de su construcción y disposición en el terreno se describen en un trabajo previo (Cepeda-Pizarro 1987). Las trampas fueron llenadas hasta los dos tercios de su capacidad con una mezcla de formalina (1%), glicerina y detergente doméstico. En atención al ciclo biológico de diversas especies de coleópteros edáficos (Wallwork 1970), las trampas se mantuvieron abiertas por 15 días y cerradas por los 45 días siguientes. Esta secuencia se repitió por 15 meses, desde noviembre de 1978 a enero de 1980, totalizándose ocho períodos de colecta. Con este plan se pretendió atrapar un número representativo de ejemplares de las diferentes especies de la taxocenosis estudiada, evitando sobretrapeo que pudiera alterar las colectas en las unidades temporales siguientes. La trampa constituyó la unidad muestral. Las comparaciones de individuos capturados por tratamiento se efectuaron con análisis univariado de varianza (ANDEVA, una entrada). En este caso se comparó el total de individuos colectados por especie y por tratamiento, usando la transformación $(x + 1)^{1/2}$.

El estudio contempló una serie de supuestos que se detallan a continuación: (1) dado que durante el período estudiado no se observaron diferencias obvias en la composición y cobertura del estrato herbáceo (dominado por *Erodium* spp.), éste se asumió similar para las tres parcelas experimentales. Correlaciones de terreno y ensayos de laboratorio (germinación de semi-

llas) y terreno (desmonte sin reemplazo de la vegetación arbustiva) sugieren efectos alelopáticos de *F. thurifera* (Fuentes *et al.* 1987). Sin embargo, en opinión de los autores citados, este efecto dependería de la precipitación del lugar, en concordancia con lo observado en la zona del presente estudio; (2) dada la homogeneidad del suelo entre parcelas experimentales y la composición específica de la vegetación arbustiva, se consideraron réplicas del diseño experimental a los cuadrantes seleccionados dentro de cada parcela; (3) las trampas no discriminaron entre especies y que el número de ejemplares capturados reflejó las verdaderas relaciones de actividad y abundancias relativas entre las parcelas; (4) se supuso que el tamaño del cuadrante (1.350 m²) incluyó la mayor diversidad de microhabitats posibles para la tenebriónidofauna residente, y que ésta, en consecuencia, mostró una distribución al azar en consideración a la escala espacial involucrada, y (5) los movimientos migratorios fueron iguales en los seis cuadrantes.

Los patrones de actividad de la tenebriónidofauna adulta se estimaron con el índice trampa-día (ITD). Para cada período de muestreo este índice se obtuvo dividiendo el total de individuos capturados por especie por el total de trampas por parcela y por el número de días que éstas se mantuvieron abiertas.

Las variaciones temporales de la diversidad y uniformidad de la taxocenosis (adultos) se estimaron, respectivamente, con los índices de Shannon-Wiener (H' , log 2) y de Pielou (R) (Legendre & Legendre 1983). La nomenclatura de las especies de Tenebrionidae sigue a Peña (1966, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

a) *Especies colectadas y relaciones porcentuales*

Se colectaron 4.556 tenebriónidos pertenecientes a 11 especies, cuatro de las cuales constituyeron aproximadamente el 85% del total. Las especies más comunes fueron *Gyriosomus luczoti* (62,5%), *Entomochilus* sp. (9,4%), *Hypselops oblonga* (7,2%) y *Praocis hirtella* (5,4%). La dominancia rela-

tiva de *G. luczoti* (vaquita) se repitió en las tres parcelas, no así la de las restantes especies (Tabla 1). El número registrado de especies está en el rango de los valores señalados para los desiertos norteamericanos (Turner 1962, Mispagel & Sleeper 1983, Sheldon & Rogers 1984). En cuatro estepas de Chile, Saíz & Vásquez (1980) informan de un número mayor de especies (20 a 40). Sin embargo, analizando el comportamiento de la tenebrionidofauna en función del gradiente latitudinal, estos autores describen una disminución en la riqueza de especies en la estepa más septentrional y cercana a nuestro sitio de estudio (30°10'S, asociación *Haploppapus-Cristaria*). Las diferencias entre ese trabajo y el nuestro pueden deberse a situaciones edáficas, microclimáticas y vegetacionales. El área de estudio de Saíz y Vásquez presenta una clara influencia marina y suelo arenoso; mientras que el sector Las Cardas se encuentra protegido de la influencia marina directa por una cadena montañosa de la Cordillera de la Costa y la textura del

suelo es franco-arenosa, con una costra reseca de difícil penetración. La textura y humedad del suelo son factores importantes en la distribución espacial de muchas especies de tenebrionidos que poseen estados larvales subterráneos (Thomas 1979, Mispagel & Sleeper 1983, Sheldon & Rogers 1984).

En el presente trabajo se observaron marcadas variaciones temporales en las relaciones porcentuales del material colectado. En la primavera de 1978, por ejemplo, se colectaron 3.315 individuos en el lapso de 15 días; de éstos el 73% correspondió a *G. luczoti*. Una situación semejante no se repitió en la primavera siguiente (Tabla 2). Hinds & Rickard (1973) señalan que algunas especies de Tenebrionidae de ambientes áridos muestran marcadas fluctuaciones poblacionales, las que se correlacionan con la precipitación del año de oviposición. No existe información respecto de las especies chilenas. En este estudio, el método de trapeo confunde los cambios en abundancia con las variaciones en actividad. Sin

TABLA 1

Especies y abundancia relativa de coleópteros tenebrionidos epigeos por parcela experimental en un ecosistema árido-costero del norte de Chile (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", 30°13'S 71°31'W)

Species and relative abundance of epigeous tenebrionid coleopterans per experimental plot in an arid coastal desert ecosystem of northern Chile. (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", 30°13'S, 71°31'W).

Especie	PARCELA EXPERIMENTAL (*)							
	PARCELA DE SERENO		PARCELA MIXTA		PARCELA DE EXCLUSION		Total Capturado	%
	Total Capturado	% Total	Total Capturado	% Total	Total Capturado	% Total		
<i>Gyriosomus luczoti</i>	1.238	70,9	829	60,5	782	54,4	2.848	62,5
<i>Geoborus costatus</i>	104	6,0	83	6,1	13	0,9	200	4,4
<i>Entomochilus</i> sp.	37	2,1	65	4,7	324	22,5	426	9,4
<i>Praocis</i> sp.	—	0,0	5	0,4	7	0,5	12	0,2
<i>Hyselops oblonga</i>	89	5,1	81	5,9	158	11,0	328	7,2
<i>Nyctopetus penai</i>	108	6,2	61	4,4	32	2,2	201	4,4
<i>Praocis hirtella</i>	34	2,0	135	9,8	77	5,4	246	5,4
<i>Archeocrypticus</i> sp.	14	0,8	10	0,7	2	0,1	26	0,6
<i>Grammicus chilensis</i>	95	5,4	84	6,1	15	1,0	194	4,2
<i>Nycterinus</i> sp.	6	0,3	2	0,1	13	0,9	21	0,5
Especie no identificada	22	1,2	16	1,2	15	1,0	53	1,2
TOTAL	1.747	100,0	1.371	99,9	1.438	99,9	4.556	100,0

(*) Representa el grado de alteración del arbustal original. Parcela de sereno: mayor alteración; Parcela de exclusión: menor alteración.

Represents the experimental conditions. Sereno plot: higher manipulation. Exclusion plot: No manipulation of original shrubby vegetation.

TABLA 2

Variación estacional de las capturas (trampas de intercepción) de Tenebriónidos epígeos en un ecosistema árido-costero del norte de Chile (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", U.Ch.).
Seasonal variation of captures (pitfall traps) of epigeous tenebrionids in an arid coastal ecosystem of northern Chile (Estación Experimental Agronómica "Las Cardas", U. Ch.).

Especie	ESTACION (*)								Total	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
<i>Gyriosomus luczoti</i>	2.840	5	1			2	1		2.849	62,5
<i>Geoborus costatus</i>	181	1				17	1		200	4,4
<i>Entomochilus</i> sp.		24	221	126	7	37	3	8	426	9,4
<i>Praocis</i> sp.	1		1			6	2	2	12	0,2
<i>Hyselops oblonga</i>	93	65	1	4	28	18	103	16	328	7,2
<i>Nyctopetus penai</i>	149	21	10			3	14	4	201	4,4
<i>Praocis hirtella</i>	40	28	2		10	98	64	4	246	5,4
<i>Archeocrypticus</i> sp.	11	13					2		26	0,6
<i>Grammicus chilensis</i>		17	4	10	2	23	78	60	194	4,2
<i>Nycterinus</i> sp.			2		1	2	7	9	21	0,5
Especie no identificada						2	18	33	53	1,1
TOTAL	3.315	174	242	140	48	208	293	136	4.556	99,9
%	72,8	3,8	5,3	3,1	1,0	4,6	6,4	3,0	100,0	

(*) I: primavera-1978; II: verano-1979; III verano tardío; IV: otoño; V: invierno; VI: invierno tardío; VII: primavera; VIII: verano-1980.

I: spring-1978; II: summer-1979; III late-summer; IV: fall; V: winter; VI: late-winter; VII: spring; VIII: summer-1980.

embargo, observaciones de terreno muestran que la mortalidad de los adultos es alta, particularmente durante el verano, sugiriendo que las variaciones de las relaciones porcentuales pueden deberse a cambios en abundancia más que a variaciones en actividad.

b) Efecto de la alteración del estrato arbustivo

El efecto de la vegetación arbustiva sobre la artropodofauna epígea de ambientes áridos es variable, dependiendo, al parecer, de los taxa involucrados. Existe una estrecha relación entre vegetación y estructura de la taxocenosis de hormigas (Schumacher & Whitford 1976, Wisdom & Whitford 1981), acrídidos (Pfadt 1982), arañas (Hatley & MacMahon 1980) y coleópteros (Saíz & Vásquez 1980). Aunque las áreas sombreadas de las Figs. 3a y b sugieren preferencias de algunas especies por algunos de los ambientes, en este trabajo, con la excepción de *Entomochilus* sp., no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$, Tabla 3) debido a la manipulación de la vegetación arbustiva. Este resultado es concordante

TABLA 3

Valores de F y P de ANDEVA (una entrada). Respuesta evaluada: ind/especie i; tratamientos: alteración del estrato arbustivo.

F and P-values of ANOVA (one-way). Response measured: ind/especies i; treatments: manipulation of shrubby vegetation

Especie	F(2,1)	P
<i>Gyriosomus luczoti</i>	0,37	0,72
<i>Geoborus costatus</i>	4,64	0,12
<i>Entomochilus</i> sp.	30,67	0,01
<i>Praocis</i> sp.	1,00	0,47
<i>Hyselops oblonga</i>	1,50	0,35
<i>Nyctopetus penai</i>	6,42	0,08
<i>Praocis hirtella</i>	1,30	0,39
<i>Archeocrypticus</i> sp.	4,93	0,11
<i>Grammicus chilensis</i>	4,47	0,13
<i>Nycterinus</i> sp.	1,23	0,41

te con los reportados por Hadley (1970) y Ahearn (1971) para el Desierto de Sonora y por Larmuth (1979) para el Desierto de Sahara. Aparentemente, gran parte de las especies arbustivas de desiertos cálidos carecen de los atributos arquitectónicos necesarios para ser atractivas a la mayoría de las especies de tenebriónidos (Parmenter &

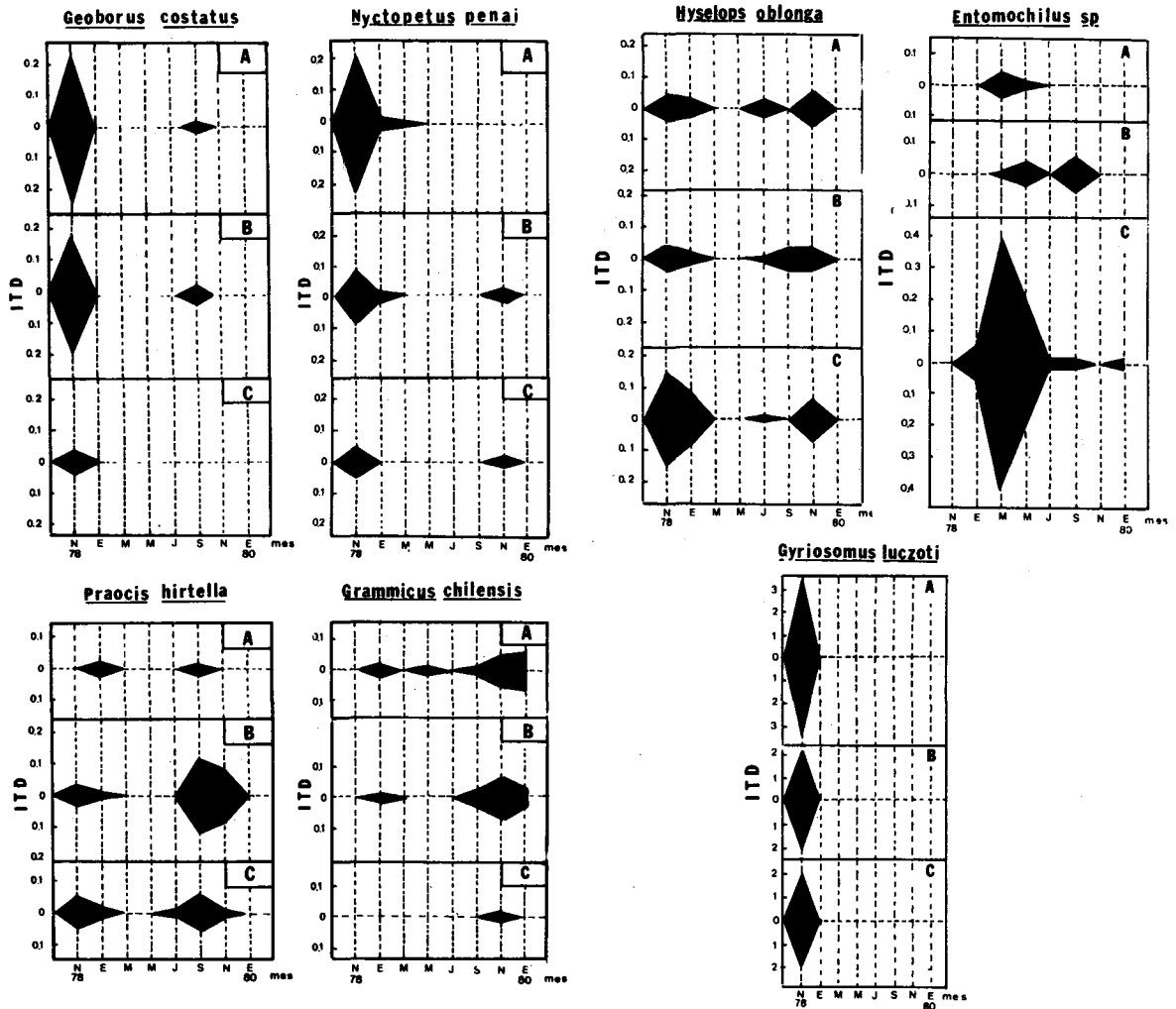


Fig. 3a: Variación temporal del índice trampa-día (ITD) de *Geoborus costatus*, *Nyctopetus penai*, *Praocis hirtella* y *Grammicus chilensis*. A: parcela de sereno; B: parcela con vegetación mixta; C: parcela de exclusión (vegetación natural).

Temporal variation of the trap-day index (TDI) of *Geoborus costatus*, *Nyctopetus penai*, *Praocis hirtella* and *Grammicus chilensis*. A: *Atriplex* plot; B: *Atriplex*-natural vegetation; C: exclosure plot (natural vegetation).

Fig. 3b: Variación temporal del índice trampa-día (ITD) de *Hypselops oblonga*, *Entomochilus sp* y *Gyriosomus luczoti*. A: parcela de sereno; B: parcela con vegetación mixta; C: parcela de exclusión (vegetación natural).

Temporal variation of the trap-day index (TDI) of *Hypselops oblonga*, *Entomochilus sp* and *Gyriosomus luczoti*. A: *Atriplex* plot; B: *Atriplex*-natural vegetation; C: exclosure plot (natural vegetation).

MacMahon 1984). Nuestra hipótesis de trabajo establecía que el reemplazo de los arbustos dominantes no produce efectos detectables en los patrones de dominancia de Tenebrionidae. Aunque los resultados comunicados en este trabajo apoyan este supuesto, diferencias no detectadas pudieran persistir, particularmente aquellas debidas a la presencia de especies poco activas, ya que el método de captura usado basa su eficiencia, entre otros factores, en la movi-

lidad de las especies, presentando un sesgo positivo hacia las más vágiles (Cepeda-Pizarro 1987).

c) *Variaciones temporales de los índices de diversidad, uniformidad y riqueza de especies*

Los valores de diversidad (H') de especies por parcela fueron bajos y similares entre sí. Estos correspondieron a: 1,82 (PS), 1,90

(PE) y 2,08 (PM). Los valores del índice de uniformidad (R) fueron: 0,53 (PS), 0,54 (PE) y 0,60 (PM). Valores semejantes de uniformidad han sido reportados por Saíz & Vásquez (1980) en estepas a 30°27'S (*Haploppapus* sp.) y 30°27'S (*Gutierrezia* sp.). En los párrafos anteriores se han indicado algunas limitaciones del método de muestreo, de manera que los valores de H' y R se deben interpretar con precaución. Sin embargo, ellos reflejan algunas propiedades de la estructura de la comunidad examinada. Los valores relativamente bajos de H' representan la condición más pobre en especies que caracteriza la taxocenosis de tenebriónidos de nuestro sitio de estudio comparado a sectores más meridionales del territorio árido de Chile. El bajo valor de R representa la dominancia relativa de algunas pocas especies (Tabla 1). Puesto que no se detectaron diferencias entre parcelas, los cambios temporales de ambos índices (Fig. 4) se obtuvieron a partir de los totales de individuos por especie por unidad temporal examinada. Es claro el efecto estacional que pueden ejercer algunas especies (p. ej., *G. luczoti*) sobre la estructura de la taxocenosis de la tenebriónidofauna de la estepa

árida. La precipitación de 1978 fue de 95,8 mm y durante la primavera siguiente se observó gran cantidad de adultos de *G. luczoti*. Una situación parecida no se repitió en 1979 cuando la precipitación fue de apenas 13,1 mm (Tabla 4). Nótese en la referida tabla la variabilidad entre años y entre meses con mayor probabilidad de lluvias, patrón que es característico de ambientes áridos. Obsérvese además que el período estudiado es el más seco de los 12 últimos años.

d) Patrones temporales de la actividad de la tenebriónidofauna

Dado que el método de colecta basa su efectividad en la movilidad de los individuos, las fluctuaciones temporales del índice trampa-día (ITD) constituyen un indicador adecuado de los períodos de actividad del componente adulto de la taxocenosis examinada. Se observaron diferencias en los períodos de actividad de las especies componentes. *G. luczoti*, *G. costatus* y *N. penai* fueron especies marcadamente estacionales. Las especies *P. hirtella*, *G. chilensis*, *H. oblonga* y *Entomochilus* sp. permanecieron

TABLA 4

Distribución mensual de las precipitaciones registradas en la estación agrometeorológica "Las Cardas". Período: 1977-1988*
Monthly rainfall recorded at agrometeorological station Las Cardas.
Period: 1977-1988

Meses	Años												Pro- medios 1977- 1988 (mm)
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	
Enero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Marzo	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	0,2
Abril	-	-	1,8	69,6	-	-	-	-	-	2,5	-	-	6,2
Mayo	-	-	3,5	-	64,8	25,4	3,8	-	-	29,9	20,0	-	12,3
Junio	14,9	-	-	20,2	9,2	16,4	7,5	-	-	8,3	-	23,2	8,3
Julio	68,6	32,7	7,8	77,1	9,5	32,0	185,0	378,5	61,2	-	286,5	-	94,9
Agosto	19,5	-	-	19,1	9,7	42,8	37,5	-	2,0	14,0	21,1	8,3	14,5
Septiembre	-	42,4	-	11,3	-	-	-	-	-	-	-	3,2	4,7
Octubre	21,7	-	-	1,8	-	-	-	-	4,0	-	-	-	2,3
Noviembre	-	20,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	124,7	95,8	13,1	202,3	93,2	118,5	233,8	378,5	67,2	54,7	327,5	34,7	145,4

* Fuente: Guillermo Covarrubias C., Universidad de Chile. Centro de Estudios de Zonas Áridas. Coquimbo (CEZA). Comunicación personal.

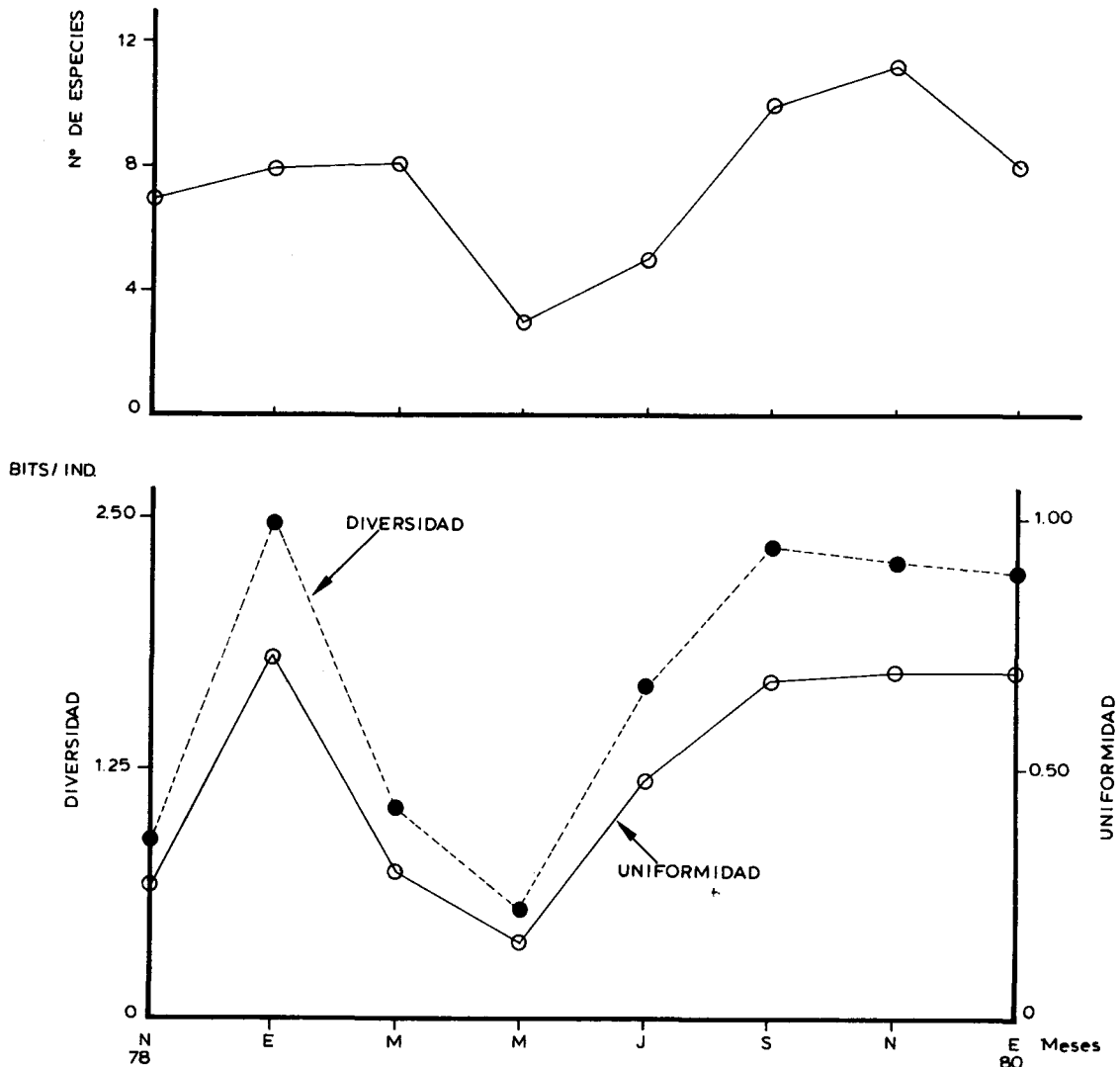


Fig. 4: Variación temporal del número de especies, diversidad (H' , Shannon-Wiener) y uniformidad (R , Pielou) de una taxocenosis de coleópteros tenebriónidos epígeos de un ecosistema árido costero del norte de Chile.

Seasonal variation of species richness, diversity (H' , Shannon-Wiener) and equitability (R , Pielou) of a taxocenosis of epigeous tenebrionid coleopterans of a coastal desert ecosystem of northern Chile.

activas durante todo el año, aunque sus máximos fueron también observados en primavera (Figs. 3a y b).

Es poco lo que se conoce sobre la biología de la mayoría de las especies de Tenebrionidae del desierto (Wallwork 1982). La periodicidad de muchas especies de invertebrados terrestres que habitan estos ecosistemas se interpreta frecuentemente como una adaptación para vivir en un ambiente impredecible, de modo que para obtener el adecuado beneficio de

“pulsos de humedad” estos organismos deben ser capaces de entrar en la época de mayor probabilidad de lluvias en un estado de “alerta fisiológica” que los capacite para una fácil respuesta en caso de hacerse efectivo tal pulso (Crawford 1981). Una posibilidad es que el ciclo biológico de muchas de las especies de tenebriónidos del suelo esté acoplado con la temperatura del suelo más que con el fotoperíodo, y que estas especies sean capaces de vivir en un estado de dormancia por largos períodos.

Por otro lado, estos insectos muestran una amplia gama de fecundidad y longevidad. Por ejemplo, muchas especies de los desiertos norteamericanos y africanos son univoltinas, pero los adultos pueden vivir varios años (Crawford 1981). Algunas especies sobreviven los períodos desfavorables como adultos, otras como larvas (Mispagel & Sleeper 1983).

Puesto que la precipitación total anual del área estudiada es variable (Tabla 4) y que el período incluido en el trabajo fue un momento relativamente breve de la historia de la comunidad, los sucesos observados pudieron haberse debido a fluctuaciones aleatorias propias del sistema o a factores no evaluados por el diseño usado. No obstante, debido a la escasa información al respecto, el estudio de las "estrategias adaptativas" de las especies de invertebrados en los ecosistemas desérticos del norte de Chile —uno de los pocos desiertos costeros del mundo— constituye una estimulante línea de investigación ecológica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los personeros de la Estación Experimental Agronómica "Las Cardas" de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile por las facilidades entregadas para la realización del presente trabajo y a los estudiantes Manuel Moreno G. y Rosa Vega F. por su colaboración en el trabajo de terreno y procesamiento del material colectado, como requisito para la obtención del título de Profesor de Estado en Biología y Ciencias. El profesor Guillermo Covarrubias C. (CEZA, Universidad de Chile, Coquimbo) facilitó la información meteorológica de los 12 últimos años. La determinación taxonómica fue realizada por el Sr. Hernán Vásquez, encargado de la colección de referencia del ex CICA (Universidad del Norte, Coquimbo). Se extienden los agradecimientos a F. Squeo, A. Cortés, J. Gutiérrez y a dos revisores anónimos por sus sugerencias a la versión final del manuscrito. Los gastos de publicación han sido financiados por la Dirección de Investigación de la Universidad de La Serena, Proy. DIULS 130. 2.15 a Jorge Cepeda-Pizarro.

LITERATURA CITADA

- AHEARN GA (1971) Ecological factors affecting population sampling of desert Tenebrionid beetles. *American Midland Naturalist* 86: 385-406.
- BULAN CA & GW BARRET (1971) The effects of two acute stress on the arthropod component of an experimental grassland ecosystem. *Ecology* 52 (4): 597-605.
- CEPEDA-PIZARRO JG (1987) Respuesta al trapeo de los adultos de *Gyrinosomus luczoti* (Coleoptera: Tenebrionidae) a las trampas de intercepción en un ecosistema árido costero del norte de Chile. *Folia Entomológica Mexicana* 73: 89-99.
- CONAF (1984) Contribución al desarrollo de las zonas áridas. Corporación Nacional Forestal. IV Región-Coquimbo, Chile. Mimeografiado, 11 pp.
- CRAWFORD CS (1981) *Biology of desert invertebrates*. Springer-Verlag, New York.
- CRAWFORD CS (1988) Nutrition and habitat selection in desert detritivores. *Journal of Arid Environments* 14: 111-121.
- D'HERBES JM & GM ETIENNE (1983) Bases ecológicas para el desarrollo de la zona árida mediterránea de Chile. En: *Desarrollo y manejo del secano de la IV Región y la investigación del Centro de Estudios de Zonas Áridas*, Universidad de Chile. Mimeografiado, 12 pp.
- DI CASTRI F & E HAJEK (1976) *Bioclimatología de Chile*. Editorial Universidad Católica, Santiago.
- EDNEY EB (1971) Some aspects of water balance in tenebrionid beetles and a thysanuran from the Namib Desert of southern South Africa. *Physiological Zoology* 44: 61-76.
- ETIENNE GM, L FAUNDEZ & J VALDES (1986) Evaluación de la tasa de desertificación en la zona árida de Chile central. *Ambiente y Desarrollo* 2 (2): 105-112.
- FUENTES ER, GA ESPINOZA & G GAJARDO (1987) Allelopathic effects of the Chilean matorral shrub *Flourensia thurifera*. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 57-62.
- GASTO J & D CONTRERAS (1979) Un caso de desertificación en el norte de Chile. El ecosistema y su fitocenosis. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, *Boletín Técnico* 42: 1-99.
- HADLEY NF (1970) Micrometeorology and energy exchange in two desert arthropods. *Ecology* 51: 434-444.
- HAJEK E (1977) Estudio de caso de desertificación. Región de Combarbalá, Chile. Conferencia NU Desertificación. Nairobi, Kenya. INIA/PNUD/RLA.
- HATLEY, CL & JA MACMAHON (1980) Spider community organization: Seasonal variation and the role of vegetation architecture. *Environmental Entomology* 9 (5): 632-639.
- HINDS, WT & WH RICKARD (1973) Correlations between climatological fluctuations and a population of *Philolithus densicollis* (Horn) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Animal Ecology* 42: 341-351.
- LARMUTH J (1979) Aspects of plant habit as a thermal refuge for desert insects. *Journal of Arid Environments* 2: 323-327.
- LAVIGNE RJ & MK CAMPION (1978) The effects of ecosystem stress on the abundance and biomass of Carabidae (Coleoptera) on the short grass prairie. *Environmental Entomology* 7 (1): 88-92.
- LEGENDRE L & P LEGENDRE (1983) *Numerical ecology*. Elsevier Publications Company, New York.
- MISPAGEL, ME & AL SLEEPER (1983) Densities and biomass of surface-dwelling macroarthropods in the northern Mojave Desert. *Environmental Entomology* 12 (6): 1851-1857.
- OLIVARES A & J GASTO (1981) *Atriplex repanda*. Organización y manejo de ecosistemas con arbustos forrajeros. Ciencias Agrarias N° 7. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago.
- PARMENTER RR & JA MACMAHON (1984) Factors influencing the distribution and abundance of ground-dwelling beetles (Coleoptera) in a shrub-

- steppe ecosystem: The role of shrub architecture. *Pedobiologia* 26: 21-34.
- PARMENTER RR & JA MACMAHON (1988) Factors limiting populations of arid-land darkling beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Predation by rodents. *Environmental Entomology* 17 (2): 280-286.
- PEÑA LE (1966) Catálogo de los Tenebrionidae (Coleoptera) de Chile. *Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey, Tutzing, Band 17*: 397-453.
- PEÑA LE (1980) Aporte al conocimiento de los tenebrionidos de América del Sur (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Chilena de Entomología* 10: 37-59.
- PFADT, RE (1982) Density and diversity of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in an outbreak on Arizona rangeland. *Environmental Entomology* 11 (3): 690-694.
- PIETRUSKA, RD (1980) Observations on seasonal variation in desert arthropods in Central Nevada. *Great Basin Naturalist* 40 (3): 293-297.
- SAIZ F & E VASQUEZ (1980) Taxocenosis coleopterológicas epigeas en estepas de Chile semiárido. *Anales del Museo de Historia Natural (Valparaíso, Chile)* 13: 145-157.
- SCHAEFER M (1974) Effect of natural and experimental stress factors in ecosystems exemplified by epigeic arthropod fauna. *Pedobiologia* 14 (1): 50-60.
- SCHUMACHER A & WG WHITFORD (1976) Spatial and temporal variation in Chihuahuan Desert ant faunas. *The Southwestern Naturalist* 21 (2): 1-8.
- SHELDON JK & LE ROGERS (1984) Seasonal and habitat distribution of tenebrionid beetles in shrub steppe communities of the Hanford Site in eastern Washington. *Environmental Entomology* 13 (1): 214-220.
- THOMAS DB (1979) Patterns in the abundance of some tenebrionid beetles. *Environmental Entomology* 8: 568-574.
- TURNER FB (1962) Some sampling characteristics of plants and arthropods of the Arizona Desert. *Ecology* 43 (3): 567-571.
- WALLWORK J (1970) *Ecology of soil animals*. McGraw-Hill, London.
- WALLWORK J (1982) *Desert soil fauna*. Praeger, New York.
- WISDOM WA & WG WHITFORD (1981) Effects of vegetation change on ant communities of arid rangelands. *Environmental Entomology* 10 (6): 893-897.