

SOBRE ALGUNAS CONDICIONES DE LA EXTRACCIÓN DE FAUNA EDÁFICA MEDIANTE EMBUDOS DE BERLESE-TULLGREN

RENÉ COVARRUBIAS* y
FRANCISCO SÁIZ**

El empleo de los embudos de BERLESE-TULLGREN constituye uno de los mejores métodos actuales de extracción de la fauna edáfica aerobionte, y presenta la ventaja de que en ciertas condiciones es posible convertir el procedimiento en cuantitativo.

Existen fundados datos de que la eficiencia de los embudos de Berlese en la extracción de fauna deja bastante que desear. Se sabe, gracias a FORSSLUND (1948), que aproximadamente el 55% de la fauna bien queratinizada, o sólo un 16,6% de la debilmente queratinizada es recuperada por este método; este último grupo comprende un elevado número de especies de ácaros y colémbolos y la gran mayoría de sus formas juveniles, grupos ambos que dominan generalmente la composición de la biocenosis edáfica.

La significación de estos hechos es de tal magnitud, que ninguna cifra de densidad obtenida por el procedimiento citado podría ser tomada estrictamente como *densidad absoluta*. Una vez sentada esta premisa, se puede afirmar que el método de los embudos puede, sin embargo, ser aprovechado ventajosamente en la obtención de *densidades relativas*. Se podrán comparar densidades relativas entre biocenosis diferentes, siempre que las características del método utilizado sean lo más constante posible, incluidas todas las cualidades físicas de los aparatos (material, tipo de tamiz, tamaño, etcétera), de las condiciones de extracción (gradientes térmicas o de humedad, tiempo de extracción, iluminación, etc.) y de la muestra misma (volumen igual, superficie igual o equivalente, etcétera).

Siendo todos los factores de extracción iguales se asume que, para dos muestras diferentes, la caída de un número mayor de individuos desde una de ellas, refleja la presencia de una mayor densidad de fauna.

Basado en el mismo principio, el método se puede aplicar al estudio de las diferencias de *densidad relativa* entre los distintos grupos zoológicos de la comunidad edáfica aerobionte; en este caso se suma, sin embargo, el error presen-

* Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile. Casilla 5539, Santiago, Chile.

** Instituto de Ecología. Universidad Austral. Valdivia, Chile.

tado por todas las diferencias de comportamiento entre las especies, en relación a su reacción ante el método de extracción.

Queda claro que es indispensable el estudio detallado de las condiciones de extracción y sus posibles influencias para toda interpretación ulterior de datos cuantitativos.

Siguiendo esta línea, nos ha parecido necesario tratar de aclarar algunos puntos acerca del método usado en nuestro laboratorio, en particular lo que se refiere a las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué distribución con respecto al tiempo presenta la caída de animales desde la muestra a los tubos de recolección?

2. ¿Qué número de días es necesario someter la muestra a extracción para obtener un rendimiento *máximo*, o por lo menos un rendimiento *evaluable* en la obtención de fauna?

3. ¿Existen diferencias entre los grupos zoológicos del suelo en cuanto a las interrogantes 1 y 2 señaladas más arriba?

4. ¿Tiene alguna influencia en los puntos 1 y 2, el hecho de que la muestra provenga de ambientes xerófilos o higrófilos?

Existen ya algunos datos dispersos o bien sólo sospechas acerca de la naturaleza de las respuestas posibles, especialmente para los puntos 2 y 3, pero es nuestra intención obtener datos concretos, utilizando el mismo aparataje empleado en trabajos previos chilenos (Covarrubias 1964, 1966, 1966 a y 1968; DI CASTRI *et al* 1961, 1964, 1969; DI CASTRI 1963 DI CASTRI & ASTUDILLO 1966; HERMOSILLA 1968; INÉS RUBIO & HERMOSILLA 1968; ZEISS & HERMOSILLA 1970).

MATERIALES

Se trabajó con embudos de acero inoxidable, de una altura de 29 cm, diámetro superior 18 cm, diámetro inferior 1,8 cm, abertura de la malla del tamiz 2 mm. Además se realizó la extracción con ampollitas de 25 W, colocadas 20 cm sobre la muestra.

La fauna se recogió y guardó en tubos de vidrio conteniendo alcohol de 80°.

La separación de la fauna se realizó bajo microscopio binocular estereoscópico.

METODO

Se tomaron en total doce muestras de suelo, de las cuales seis provienen de un ambiente xerófilo y seis de uno higrófilo.

El primero corresponde a una sabana de *Acacia caven* cercana a la localidad de Polpaico (33° 11' 1" latitud Sur; 70° 53' 0" longitud W.), provincia de Santiago. El segundo fue un bosque higrófilo templado con *Nothofagus sp.* en la localidad de Los Queñes (35° 0' 10" latitud Sur; 70° 48' 19" longitud W.), provincia de Curicó.

Todas las muestras fueron cuantificadas, poniéndose 250 ml de material en los embudos extractores.

Los tubos recolectados fueron retirados, identificados y reemplazados por otros nuevos, cada 60 minutos durante las primeras 12 horas y luego cada 24 horas hasta el final de la experiencia. Se dió término a la fase de extracción al comprobar que ya no caían más animales a los tubos, por un período mayor de 48 horas seguidas.

Toda la fauna recogida en los diferentes tubos fue separada en los principales órdenes o familias, contabilizándose el número de individuos que la representaba.

Las formas juveniles fueron incluidas numéricamente en el grupo respectivo. No se identificaron las especies.

Para probar la posible significación de las diferencias entre las curvas obtenidas, se ensayó la transformación a *Probits* (BONNIER & TÊDIN 1966). También se efectuaron regresiones lineales para aplicar posteriormente el test de «t» de Student (MILLS 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro I se entregan los datos del número de individuos caídos, porcentaje relativo del total con respecto al tiempo (horas) y porcentaje acumulativo respecto al tiempo. Estas son cifras globales para el total de las doce muestras trabajadas.

CUADRO 1

Datos globales, fauna total caída de las 12 muestras, respecto al tiempo.

N° Horas	N° individuos caídos	% relativo del total	% acumulativo
12	3.295	49,10	49,10
24	2.549	37,98	87,08
36	620	9,24	96,32
48	99	1,48	97,80
60	44	0,66	98,46
72	39	0,58	99,04
84	17	0,25	99,29
96	15	0,22	99,51
108	17	0,25	99,76
120	5	0,08	99,84
132	1	0,02	99,86
↓	↓	↓	↓
156	5	0,08	99,94
↓	↓	↓	↓
192	1	0,02	99,96
↓	↓	↓	↓
252	1	0,02	99,98
300	6.708	99,98	99,98

Se pueden observar los siguientes hechos:

1. Ya a las 24 horas ha caído un gran porcentaje de la fauna: 87%.
2. A las 48 horas, habiendo caído un 97,8% de la fauna, se da por concluida una primera fase de la extracción, que podríamos enunciar como de «caída rápida y en cantidad».
3. Después de las 48 horas siguen cayendo animales en pequeñas proporciones hasta las 252 horas. En todo caso en el detalle de esta fase, durante ningún período de doce horas cae un porcentaje de fauna que se eleve sobre el 1% del total. (Ver columna de porcentaje relativo del total.)

Sumando la fauna caída entre las 48 y 252 horas, la cifra asciende apenas a un 2,18% del total obtenido. Toda esta parte corresponde a un pequeño número de individuos que por sus características propias resisten mejor la desecación y el calor.

4. Hay una caída continua de animales desde la iniciación de la experiencia hasta las 132 horas, luego se presentan solamente caídas aisladas de algunos pocos individuos, irregularmente hasta las 252 horas (10.5 días). No hay que olvidar, para la correcta interpretación del término *continua*, que se trabajó con muestreos discretos cada doce horas.

Si bien las observaciones se continuaron hasta las 300 horas, después de las 252 horas no se registró la caída de nuevos animales.

La figura 1 representa la columna de porcentajes acumulativos del Cuadro 1. Se han señalado con flechas los puntos mencionados más arriba en 2 y 4. Esta curva constituye una *curva de caída* del total de fauna edáfica obte-

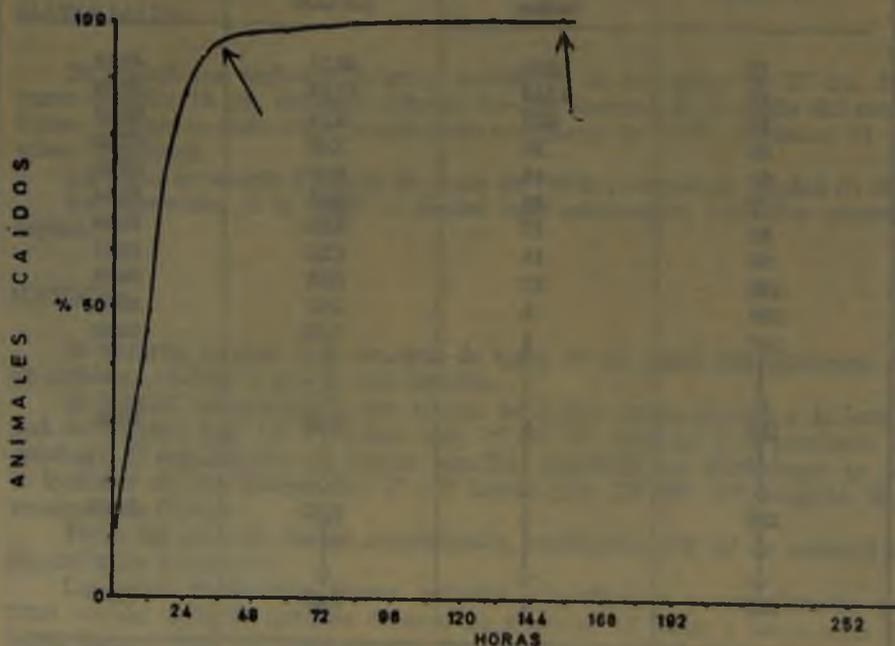


Fig. 1. Curva de caída promedio para la fauna total del conjunto de las 12 muestras.

nida de las doce muestras analizadas. En esta curva está incluido y representado el detalle de las primeras doce horas en que hay datos hora por hora.

De los datos del Cuadro 1 y figura 1, se pueden extraer las siguientes observaciones útiles:

1. Si se desea trabajar obteniendo el *máximo posible* de fauna edáfica a partir de muestras de suelo, hojarasca, etcétera, utilizando un aparato de BERLESE como el descrito, se deberá procesar el material por períodos no inferiores a los diez días; esto por ejemplo en el caso de intentar acercarse lo más posible a medidas absolutas de la densidad. Es lógico pensar que en el caso de muestras provenientes de regiones muy xerófilas, la presencia probable de fauna especialmente resistente a la desecación y el calor, hagan aconsejable aumentar el período de extracción por sobre la cifra citada.

2. En la ejecución de ciertos trabajos, podría utilizarse la extracción del material por períodos inferiores a diez días, pero en ningún caso lapsos inferiores a 48 horas, para asegurar de que al menos se ha completado la primera fase de *caída rápida y en cantidad* de la fauna. Es recomendable agregar aún un margen de error, realizando extracciones de 60 a 72 horas.

Este caso puede presentarse en aquellos trabajos de terreno en que, o bien no se dispone de todo el tiempo que fuera necesario, o no hay un número apropiado de embudos extractores para procesar muestreos sucesivos. Si todas las muestras son extraídas con un lapso similar, entonces se podrán calcular *densidades relativas*, útiles para efectuar comparaciones entre muestras o grupos de muestras. Se espera haber obtenido en todo caso la parte cuantitativamente más importante de la fauna de artrópodos edáficos aerobiontes (sobre el 98%).

3. Solamente con fines cualitativos se podrán efectuar extracciones por tiempos menores (24, 12, 6 horas) obteniendo siempre cantidades no despreciables de fauna. La utilidad de este dato se hace efectiva durante viajes de reconocimiento o exploración, en los que no es posible ni permanecer en el lugar tiempo suficiente para extracciones más acabadas, ni enviar muestras al laboratorio con el mismo fin.

CUADRO 2

Detalle de la caída del total de fauna durante las primeras doce horas. Datos globales para las doce muestras tomados hora por hora.

N° horas	N° individuos caídos	% relativo del total experiencia	% acumulativo
1	785	11,70	11,70
2	269	4,01	15,71
3	276	4,01	19,82
4	154	2,30	22,12
5	180	2,68	24,80
6	157	2,34	27,14
7	192	2,86	30,00
8	191	2,85	32,85
9	257	3,83	36,68
10	284	4,23	40,91
11	288	4,29	45,20
12	262	3,90	49,10
Total	3,295	49,10	49,10

En el Cuadro 2 se entregan datos del detalle de las primeras doce horas en que se analizaron las muestras hora por hora. En estas cifras globales se puede observar que el porcentaje relativo más alto es el de la primera hora (11,70%), cayendo en todas las siguientes a cifras inferiores al 5%. Los datos de la columna de porcentajes acumulativos de esta tabla se representaron también en la parte correspondiente de la figura 1.

Variación de las curvas de caída de fauna, según la procedencia de las muestras.

El problema de si la *curva de caída* varía entre ambientes muy distintos, se abordó estudiando por separado un grupo de seis muestras de un bosque higrófilo templado (Los Queñes) y otro grupo de seis muestras de una sabana (Polpaico).

En la figura 2 se representan superpuestas las *curvas de caída*, para la fauna total de ambos tipos de ambiente. Las curvas presentan pequeñas diferencias entre sí. Al efectuar el test de «t», sobre los datos acumulativos del total de cada curva, transformados a *Probits*, se encontró que para estas diferencias $p > 0.05$, es decir, no son significativas. Sin embargo al trabajar sólo con la parte inicial de las curvas (7 y 12 horas), las diferencias revelaron ser significativas.

Como en esta sección inicial de las curvas los datos presentan por sí mismos una distribución aproximadamente lineal, no fue necesario efectuar la transformación a *Probits* para poder aplicar el test de «t».

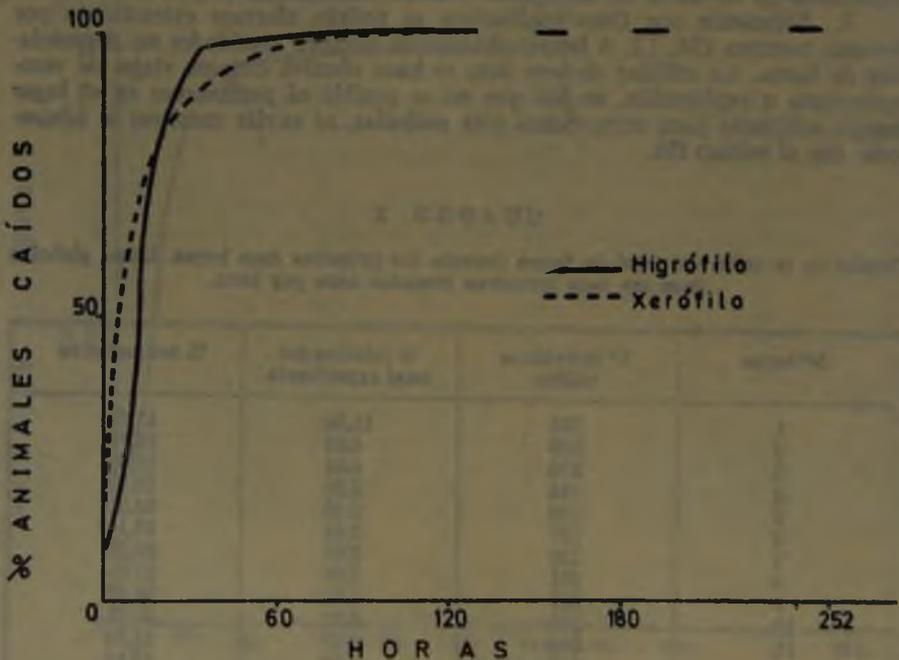


Fig. 2. Curvas de caída promedio, para la fauna total de 6 muestras higrófilas y 6 muestras xerófilas. Las diferencias fueron significativas sólo para las 7 ó 12 primeras horas.

Debemos asumir entonces que, al menos para el rango de ambientes fisiográficos que va entre la sabana y el bosque higrófilo templado, podemos esperar en general curvas totales de caída del tipo de las obtenidas en el presente trabajo; éstas parecen ser relativamente constantes y típicas, por lo que se entregan en el Cuadro 3 sus coeficientes angulares, con el objeto de caracterizarlas para posibles comparaciones ulteriores.

CUADRO 3

Coeficientes angulares b , de curvas o secciones de curvas de caída, para el total de fauna, en los embudos de Berlese-Tullgren.

	Coeficiente angular b		Diferencia entre Higrófilo y Xerófilo
	ambiente HIGROFILO	ambiente XEROFILO	
Datos acumulativos para el total de la curva, transformados a Probits	0,24	0,27	No significativa
Datos acumulativos de las 12 primeras horas, sin transformación	2,91	4,58	Significativa
Datos acumulativos de las 7 primeras horas, sin transformación	2,17	6,10	Significativa

Al menos para las primeras horas (7-12 horas) se espera también que la intensidad de caída de fauna varíe, según si el material provenga de ambientes xerófilos o higrófilos, siendo más rápida en esta sección la salida de animales desde el material xerófilo. Este último hecho podría interpretarse no sólo como una mayor sensibilidad de reacción, sino también quizás como una mayor movilidad de la fauna de terrenos xerófilos sobre su propio substrato.

Los resultados entregados más arriba se refieren todos a promedios del total de muestras higrófilas comparados con promedios del total de muestras xerófilas y para el conjunto integrado de fauna obtenida.

Se efectuaron también comparaciones entre curvas de caída de grupos aislados, seleccionando aquellos que tuvieran las series de datos de largo suficiente como para permitir el análisis.

Se trabajó con los grupos de *Acarina* "in toto", ácaros *Prostigmata* y *Oribatei* e insectos *Homoptera*. Al tomar la curva total, con datos previamente transformados a Probits, sólo para los *Homoptera* entregó el test de significación $p < 0.05$, según si provenían de ambientes xerófilos o higrófilos; para los otros grupos mencionados esta diferencia no dio significación. En el Cuadro 4 se entregan los coeficientes angulares de las curvas de caída de los grupos citados, con el fin de caracterizarlas para fines comparativos.

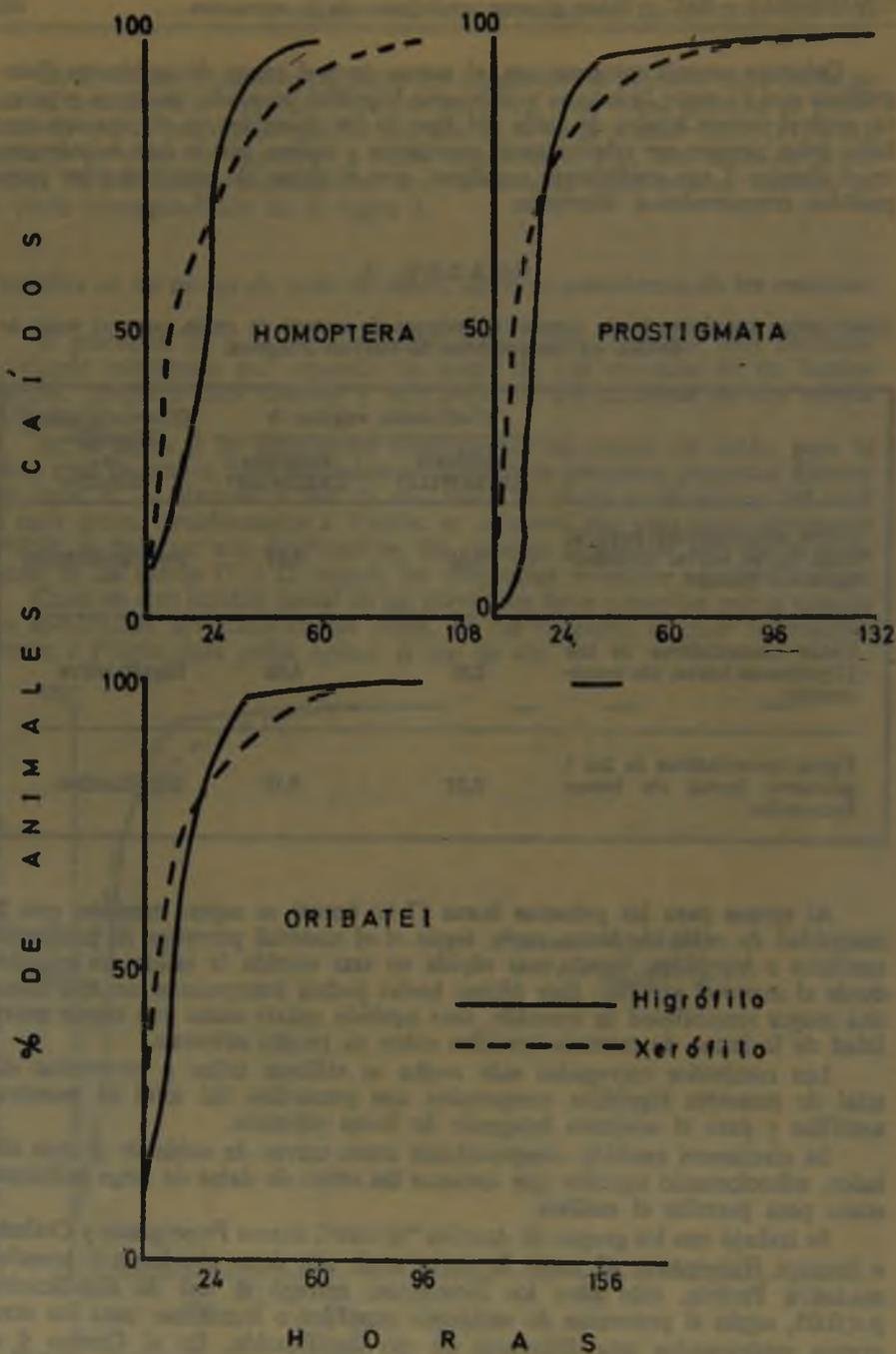


Fig. 3. Curvas de caída para Homoptera, Prostigmata y Oribatei, en material de ambientes xerófilo e higrófilo. Las diferencias entre ambientes fueron significativas sólo para Homoptera.

CUADRO 4

Coefficientes angulares b, de curvas de caída, para algunos grupos aislados de fauna edáfica. Datos acumulativos para el total de la curva, transformados a Probits.

	Coeficiente angular b		Diferencia entre Higrófilo y Xerófilo
	ambiente HIGROFILO	ambiente XEROFILO	
Homoptera (Insecta)	0,95	0,87	Significativa
Acarina in toto	0,25	0,26	No significativa
Oribatei (Acarina)	0,39	0,46	No significativa
Prostigmata (Acarina)	0,31	0,27	No significativa

En la figura 3 se representan curvas de caída para tres grupos: *Prostigmata*, *Oribatei* y *Homoptera*. La curva de *Acarina* "in toto" es en todo comparable a la de *Prostigmata*. En el Cuadro 5 se entregan, separadamente para ambientes higrófilos o xerófilos, los datos básicos de las figuras 2 y 3, es decir, el detalle de los porcentajes acumulativos respecto al número de horas, para la fauna total, *Homoptera*, *Prostigmata* y *Oribatei*.

Respecto al tipo de diferencias entre curvas de caída para la fauna proveniente de ambientes xerófilos o higrófilos, observamos que en todos los casos (ver figuras 2 y 3) se refieren a las mismas partes de las curvas, que esquematizamos en la figura 4. Es posible efectuar las siguientes observaciones:

1. En las primeras doce horas ha salido un mayor porcentaje de fauna del material de ambiente xerófilo.

2. Después de las doce horas el porcentaje de fauna en material de ambiente xerófilo empieza a decrecer lentamente, formando su representación gráfica una curva suave. Para el material de ambientes higrófilos, en cambio, la fauna sigue saliendo al mismo ritmo de las primeras doce horas sin declinar, sobrepasando en cantidad relativa a la fauna de ambientes xerófilos aproximadamente a las 24 horas (cruce de ambas curvas) y hasta que ha salido un porcentaje mayor del 96%, lo que se produce a las 36 horas. Pasado este período, sólo pequeños porcentajes siguen saliendo en horas posteriores; de este modo la curva de caída para fauna de material higrófilo presenta un codo marcado (aproximadamente a las 36 horas), codo que no presenta la curva de caída para fauna de materiales xerófilos.

3. Pasadas las 36 horas, en materiales higrófilos queda sólo un pequeño porcentaje, menor del 4% del total; en materiales xerófilos en cambio este porcentaje es mayor, lo que podría indicar la presencia de un número más elevado de especies y/o individuos más resistentes a la desecación y al calor.

CUADRO 5

Detalle en ambientes xerófilos e higrófilos, de los porcentajes acumulativos respecto al número de horas; para la fauna total, insectos Homoptera y ácaros Prostigmata y Oribatei. Datos básicos de las figuras 2 y 3.

HORAS	Fauna Total		Homoptera		Prostigmata		Oribatei	
	Higró-filo	Xeró-filo	Higró-filo	Xeró-filo	Higró-filo	Xeró-filo	Higró-filo	Xeró-filo
0-1	9.94	18.79	5.59	6.25	1.18	9.43	12.65	17.72
1-2	12.77	27.52	6.99	11.46	1.77	15.13	16.06	23.89
2-3	15.90	35.57	9.09	14.49	2.01	22.01	19.93	37.63
3-4	16.89	43.10	9.79	19.80	2.31	30.26	21.09	43.94
4-5	19.18	47.35	11.19	23.97	3.26	33.99	23.81	48.55
5-6	20.97	51.90	12.59	35.43	4.15	37.92	26.12	53.40
6-7	23.64	55.55	—	39.60	5.10	42.24	29.18	57.77
7-8	26.33	59.06	13.99	41.68	7.29	46.37	31.95	61.65
8-9	30.04	63.39	15.39	48.97	9.83	52.07	36.74	64.81
9-10	34.57	66.45	17.49	52.10	14.44	55.80	41.25	68.21
10-11	39.26	68.76	18.19	54.17	19.28	58.75	47.20	69.91
11-12	43.83	70.32	20.98	—	23.47	61.69	51.70	71.36
12-24	87.61	85.16	72.73	71.88	85.59	81.93	86.30	83.25
24-36	97.80	90.60	93.01	83.34	96.64	87.82	97.85	90.29
36-48	98.60	94.78	98.60	91.67	97.41	93.52	98.83	94.17
48-60	98.97	96.57	100.00	93.75	97.82	94.90	99.29	97.81
60-72	99.25	98.36	—	96.88	98.47	96.47	99.46	99.99
72-84	99.44	98.88	—	97.92	98.88	97.65	99.58	—
84-96	99.61	99.33	—	100.00	99.29	98.24	99.70	—
96-108	99.80	99.85	—	—	99.76	99.62	—	—
108-120	99.86	100.00	—	—	99.94	100.01	—	—
120-132	99.88	—	—	—	100.00	—	—	—
144-156	99.97	—	—	—	—	—	99.99	—
180-192	99.99	—	—	—	—	—	—	—
240-252	100.01	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01	100.00	100.00
Diferencia entre Higrófilo y Xerófilo	Significativa sólo en las 7 ó 12 primeras horas	Significativa	Significativa	No Significativa				

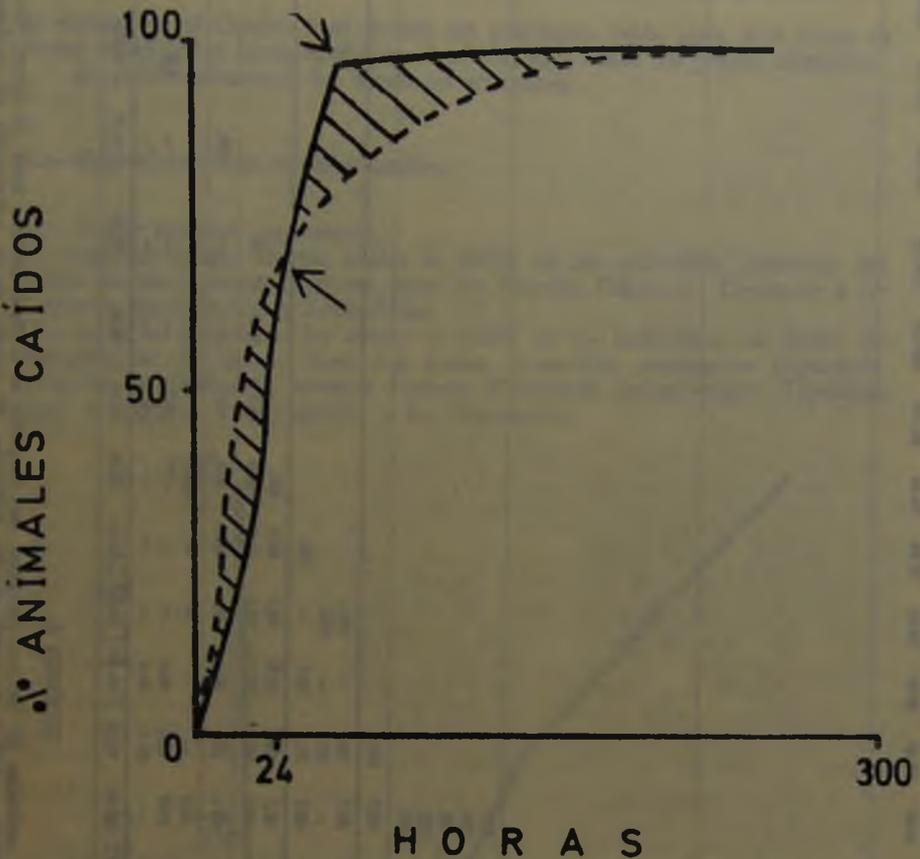


Fig. 4. Esquema general de los tipos de diferencias obtenidas entre curvas de caída de fauna de ambientes xerófilos o higrofilos.

En la figura 4 se han achurado las dos partes que indican diferencias entre las curvas, y que se presentaron tanto en las comparaciones entre los totales de fauna como en los grupos especiales citados que se sometieron a este análisis. No hubo ningún caso en que no se presentaran estas zonas de diferencia en las mismas partes y en mayor o menor magnitud.

Observaciones sobre el comportamiento de grupos separados ante la extracción.

Al examinar el conjunto de grupos faunísticos obtenidos en la experiencia, vemos que su modo de caer desde los embudos no es igual para todos ellos. Existirían distribuciones de caída típicas que reflejarían en cierto modo la sensibilidad de los diferentes grupos frente al aumento de temperatura y luminosidad y a la desecación progresiva. Hemos creído que este dato, *ritmo* o *velocidad de abandono* puede ser útil para los especialistas correspondientes, por lo que

T I P O		Grupo Zoológico	HORAS	0-12	13-24	24-36	36-48	48-60	60-72	72-84	84-96	96-108	108-120	120-132	132-144	144-156	180-182	240-252	TOTAL				
"A"	Cafés y réplicas y coetnea	I	Isopoda (Crustacea)	100.																100			
			Copepoda (Crustacea)	100.																		100	
			Thysanura (Insecta)	100.																		100	
			Collembola Staphylinidae (Insecta)	100.																		100	
			Collembola Latridiidae (Insecta)	100.																		100	
			Collembola Psylliidae (Insecta)	100.																		100	
			Collembola Curculionidae (Insecta)	100.																		100	
			Collembola Meloididae (Insecta)	100.																		100	
			Uroodina (Acarina)	68.3	100.																	100	
			Diptera (Mirisopoda)	41.7	100.																	100	
"B"	Cafés	II	Symphyla (Mirisopoda)	63.0	100.																100		
			Chilopoda (Mirisopoda)	66.7	100.																	100	
			Protura (Insecta)	33.9	100.																	100	
			Collembola Symphyleona (Insecta)	22.2	100.																	100	
			Thysanoptera (Insecta)	20.0	100.																	100	
			Collembola Tenebrionidae (Insecta)	33.3	100.																	100	
			Formicidae (Insecta)	62.3	100.																	100	
			Tarsonemini (Acarina)	55.1	94.0	100.																100	
			Pseudoscorpionida (Arachnida)	90.9	95.5	100.																100	
			Collembola Pedonemphina (Insecta)	54.0	99.0	100.																100	
"C"	Cafés en tiempo largo	III	Collembola Ectosymbionemphina (Insecta)	81.5	99.3	100.															100		
			Collembola Symphyleona (Insecta)	27.8	94.5	100.																100	
			Formicidae (Insecta)	62.3	100.																	100	
			Arachnida (Arachnida)	20.0	60.0	80.0	100.															100	
			Acarina (Acarina)	78.2	95.8	98.1	99.8																100
			Phocoptera (Insecta)	57.1	71.4		85.7																100
			Larva Diptera (Insecta)	82.3	90.5	90.1	95.7					100.											100
			Homoptera (Insecta)	34.3	72.4	89.1	95.8	97.8	99.7	99.2	100.												100
			Prostigmata (Acarina)	32.3	34.7	34.8	39.5	57.1	90.0	98.8	99.3	99.7	99.9	100.									100
			Oribatei (Acarina)	65.5	65.7	66.4	67.8	69.0	69.6	69.7	69.8												100
"C"	Cafés en tiempo largo	III	Gemmatidae (Acarina)	35.3	73.0	92.7															100		
			Larva Coleoptera (Insecta)	30.0	75.0	80.0	85.0	90.0														100	
			Larva Lepidoptera (Insecta)	68.2	70.8		84.6	92.3															100
FAUNA TOTAL			49.00	67.01	90.34	97.62	99.40	99.68	99.94	99.97	99.99	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00			

CUADRO 6

Porcentaje acumulativo de fauna caída desde los embudos de Berlese-Tullgren, con respecto al tiempo, Detalle cada 12 horas. Entre 183 h. y 144 h., entre 156 h. y 180 h. y entre 192 h. y 240 h. no cayó ningún individuo. El detalle de la agrupación en conjuntos A, B y C se da en el texto.

se entrega en el Cuadro 6 el detalle del porcentaje caído cada doce horas en forma acumulativa hasta completar el 100%, para todos los grupos obtenidos.

Se pueden distinguir los siguientes conjuntos:

A.—Grupos de caída rápida y continua.

A este conjunto pertenecen:

I.—Aquellos grupos de los cuales el 100% de los individuos obtenidos cae dentro de las primeras 12 horas, como los Isopoda, Copepoda, Thysanura y coleópteros *Staphylinidae* y *Lathridiidae*.

II.—Aquellos grupos de los cuales el 100% de los individuos cae dentro de las primeras 24 horas, como los ácaros *Uropodina*, miriápodos *Diplopoda*, *Symphyla* y *Chilopoda*, insectos *Protura*, *Collembola* *Symphyleona* *Thysanoptera*, coleópteros *Tenebrionidae* y los *Formicidae*.

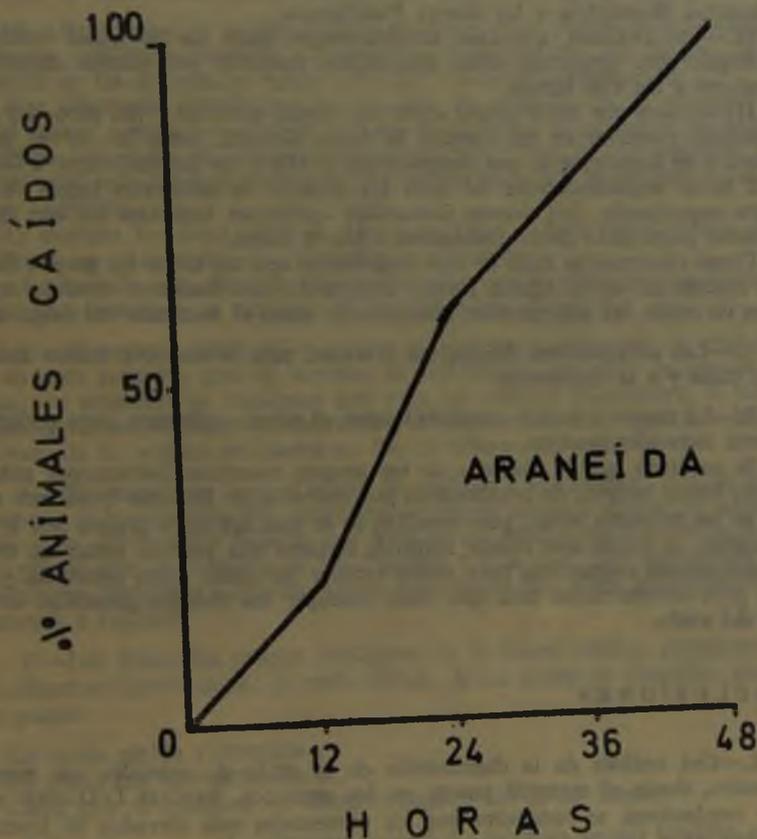


Fig. 5. Curva de caída de Araneida.

III.—Aquellos de los cuales el 100% de los individuos cae dentro de las primeras 36 horas como los *Tarsonemini* entre los ácaros, y además los *Pseudoscorpionidae*, todos los *Collembola Arthropleona* y coleópteros *Byrrhidae*.

IV.—Aquellos de los cuales la caída del 100% de los individuos se completa dentro de las primeras 48 horas con el único grupo representante: los *Araneida*.

En la figura 5 se representa la curva de caída de los *Araneida*, que es de todos los grupos, la que más se acerca a una línea recta.

B.—*Grupos de caída con discontinuidades*, es decir que presentan al menos 12 horas sin caída de individuos, la que se reinicia posteriormente completándose el 100% de los individuos a las 72-84 horas, como los *Acaridiae* (ácaros), *Psocoptera* y larvas de *Diptera* (insectos).

C.—*Grupos en que la caída de individuos se completa en tiempo excepcionalmente largo (más de 90 horas)*.

I.—Aquellos grupos que caen continuamente hasta las 96-132 horas, como los insectos *Homoptera* y las ácaros *Prostigmata*.

II.—Los *Oribatei*, que caen continuamente hasta las 96 horas (caída inicial larga), pero presentan caída discontinua posterior (en nuestra experiencia se registró a las 156 horas).

III.—Casos con caída inicial corta (60 horas) continúa o no, pero con caída discontinua posterior en un número de horas elevado, como las larvas de *Coleoptera* y de *Lepidoptera*, que completaron el 100% de los individuos a las 192 y 252 horas respectivamente, es decir los tiempos de caída más largos de toda nuestra experiencia. Los ácaros *Gamasides* quedarían incluidos en este grupo, por haber presentado caída discontinua a las 96 horas.

Como observación final se deja establecido que no todos los grupos faunísticos reaccionan en la misma forma, adoptando distribuciones diversas en sus curvas de caída, las que podrían interpretarse como el resultado del juego entre:

A.—Las adaptaciones fisiológicas diversas, para la mayor o menor resistencia al calor y a la desecación.

B.—La mayor o menor movilidad sobre el propio substrato, para poder desplazarse convenientemente.

Es evidente que la mayoría de los grupos reacciona fuertemente ante los factores físicos propios de la extracción por embudos de BERLESE-TULLGREN sobre todo en las primeras horas, pero también lo es que hay otros grupos que si bien reaccionan, lo hacen con mayor lentitud, factores que podrán tomar en cuenta los especialistas respectivos para poder evaluar los datos sobre presencia y cantidad para determinados taxa que suele entregar los trabajos generales de biología del suelo.

CONCLUSIONES

1.—Del análisis de la distribución de la caída de animales con respecto al tiempo, desde el material puesto en los embudos BERLESE-TULLGREN a los tubos recolectores, se encuentra que los porcentajes más elevados de fauna total, caen ya a las 24-48 horas, lo que señala una primera fase de la extracción, que hemos identificado como *caída rápida y en cantidad* de la fauna total.

2.—Se describe asimismo una fase posterior, desde las 48 horas adelante, en que los individuos caen en pequeños porcentajes del total; caídas que sin embargo suelen seguirse constatando hasta un número elevado de horas, que en nuestra experiencia llegó hasta las 252.

3.—Se supone que es necesario considerar la existencia de ambas fases de la extracción en la decisión sobre el tiempo adecuado que se dejará el material en los embudos, señalando:

A) La importancia de las caídas en cantidad de las primeras horas para las prospecciones cualitativas durante las expediciones.

B) La necesidad de emplear tiempos fijos de extracción en la obtención de datos para calcular densidades *relativas*, tiempo que en todo caso no debería ser inferior al necesario para completar la primera fase de la caída, es decir 48, 60 ó 72 horas.

C) La necesidad de someter las muestras a una extracción larga de 252 horas como mínimo, en todos aquellos trabajos que pretendan obtener datos lo más parecido posible a densidades absolutas.

4.—Respecto a si la distribución de caída varía según si el material proviene de ambientes xerófilos o higrófilos, se desprenden del análisis de significación de las diferencias encontradas las conclusiones siguientes:

A) Hay diferencia significativa en la caída de animales en las primeras horas (7-12 horas), siendo más rápida la caída de animales de muestras de ambientes xerófilos que en los de ambiente higrófilos (ver figura 2), sin embargo la fase inicial total para los materiales xerófilos es más larga que la fase inicial de materiales higrófilos.

B) Al analizar los datos entre las curvas totales, es decir considerando el total de horas, no se encontraron diferencias significativas.

A pesar de ésto, dada la regularidad con que se presentan las diferencias, se da tentativamente un esquema de su naturaleza (figura 4).

5.—El punto anterior (4) se refiere al análisis considerando el total de fauna de cada muestra, pero al estudiar la distribución de caída de grupos zoológicos por separado, se encuentra que para los insectos *Homoptera*, sí hay diferencia significativa, según si la muestra proviene de ambiente xerófilo o higrófilo. El resto de los grupos analizados no dio tal diferencia.

6.—Se asume que para el rango de ambientes fisiográficos que va entre la sabana y el bosque higrófilo templado, se espera obtener curvas de caída parecidas a las del presente trabajo, que parecen ser relativamente constantes y típicas, por lo que se entregan en los Cuadros 3 y 4 con fines comparativos, sus coeficientes angulares b (de las curvas construídas con datos transformados previamente a Probits).

7.—Los diferentes grupos zoológicos de la fauna edáfica aeroblonte parecen observar distribuciones de caída típicas, de las cuales se describen tres grandes grupos:

A) De caída rápida y continua.

B) De caída con discontinuidades.

C) Caída que se completa en tiempos largos (más de 90 horas).

El detalle para cada grupo se entrega en el texto, como también un análisis de los factores que podrían ser causales de las diferencias encontradas.

RESUMEN

Se analiza cuantitativa y cualitativamente el detalle de la *distribución de caída*, que presenta la fauna edáfica al ser sometida al proceso de extracción desde los embudos de BERLESE-TULLGREN.

Se trabajó con embudos metálicos, iluminados con ampollitas corrientes de 25 W.

A partir desde un conjunto de 12 muestras de 250 ml, se recogió la fauna que caía, cada 12 horas, en tubos separados, hasta que ya no cayeron más animales; al comienzo de la experiencia se separó la fauna que caía cada hora.

Las mediciones duraron hasta las 300 h, aunque se constató la caída de los últimos individuos a las 252 h.

Se describen dos fases en la caída: 1.—fase de *caída rápida y en cantidad*, de duración hasta las 48 horas de la extracción, y durante la cual cae el 98% del total obtenido en la experiencia. 2.—fase de pequeña importancia numérica (2% del total obtenido), pero que puede alargarse hasta un elevado número de horas (que en nuestro caso fueron 252); esta fase sería importante de considerar en la obtención de densidades lo más parecido posible a *absolutas*.

Se analizan en detalle las diferentes distribuciones de caída (o *curvas de caída*) del total de fauna o de grupos por separado (figuras 1, 2, 3, 4 y 5; Cuadros 1, 2 y 6) y se caracterizan por sus correspondientes coeficientes angulares (ver Cuadros 3 y 4).

También se efectúa un análisis (Test de "t" de Student) para demostrar la posible influencia del grado de xerofilia o higrofilia del ambiente de donde proviene la muestra, sobre las distribuciones de caída. Se trabajó con subgrupos de 6 muestras de Sabana y 6 muestras de Bosque Templado Higrofilo.

Efectivamente se encontraron diferencias significativas sólo en las primeras horas de la extracción (7h-12h) para la *fauna total*, y sólo para los insectos *Homoptera* entre los grupos separados, considerando toda su curva de caída. Ninguna de las otras posibilidades de diferencia examinadas entregó significación (ver Cuadros 3 y 4).

Se describen tres modos típicos de *caída* de fauna y se entrega el detalle de los grupos zoológicos que los representan (ver datos básicos en el Cuadro 6). Se dan hipótesis para tratar de explicar las diferencias entre los modos de caer de los diferentes grupos faunísticos.

Se entregan recomendaciones acerca de los modos de trabajar con los embudos de BERLESE (cualitativo, cuantitativo) y se analiza el tipo de datos que se obtiene en cada caso (densidades *relativas*, acercamiento a densidades *absolutas*, etc.).

SUMMARY

The distribution in time of the fauna dropping from the BERLESE-TULLGREN funnels was analyzed, both quantitatively and qualitatively.

The funnels were metallic ones, illuminated with normal 25 W lamp bulbs.

From an initial set of 12 soil samples, 250 ml each, for each sample the fauna was recovered hourly for the first 12 hours, and then every 12th hours, until no more animals were being recovered.

The extraction period lasted 300 hours, but the last recovered animals fell at the 252nd hours.

Two phases are described as forming the entire falling period.

1. Fast-dropping-in-high-quantities phase, lasting from the beginning of the extraction until the 48 hours. During this period, the 98% of the total fauna was recovered.

2. A second phase of little numerical importance (only 2% of the total fauna), but that can be very long (in our case 252 hours), was found. This phase is important when the purpose is the assessment of density figures as close as possible to the *absolute* figures.

The different types of falling distributions (or dropping curves) are analyzed, both for the total fauna and the isolated zoological groups (see Figures 1, 2, 3, 4 and 5 and Tables 1, 2 and 6). Also the respective angular coefficients of the curves are given, in order to characterize them.

In addition, a statistical analysis was done (Student's "t" test) in order to demonstrate the possible influence of the xerophilous or hygrophilous environments, from which the samples were taken, over the falling distributions in Berlese funnels. The work was done separating and testing against each other 6 samples from a savanne (xerophilous) and 6 samples from a temperate rain forest (hygrophilous).

Significant differences were found for: 1) the first 7 or 12 hours in the falling of the total fauna, and 2) the entire falling distribution of the *Homoptera* insects. All the other groups or possible differences tested showed themselves as no-significant (see Tables 3 and 4).

Three typical ways of falling are described for the fauna, and the detail is given for all the zoological groups included in each, among those found in this research (for the basic data, see Table 6).

Hypothesis are given about the critical factors conditioning the falling type. Recommendations are offered for the correct choosing of an extraction time according to the type of data wanted (absolute or relative densities, etc.).

RESUMÉ

La distribution de chute de la faune edaphique est analysée, des points de vue quantitatif et qualitatif, pendant le procès d'extraction dans les entonnoirs de BERLESE-TULLGREN. On a travaillé avec des entonnoirs métalliques, chauffés avec des bougies normales de 25 W.

A partir de 12 prélèvements de 250 ml. on a reçu la faune chaque 12 heures dans des tubes séparés (même pendant toutes les 12 premières heures on a changé les tubes toutes les heures). On a poursuivi l'expérience jusque l'arrêt total de la chute de faune.

La durée de l'extraction s'est prolongée jusqu'aux 300 heures, bien que les derniers individus soient tombés au bout de 252 heures.

On décrit deux phases dans la chute. 1.— phase de *chute rapide et abondante*, se prolongeant jusqu'aux 48 heures de l'extraction, et pendant laquelle tombe le 98% du total de la faune obtenue. 2.— une autre phase, peu importante en ce qui concerne le nombre des animaux tombés (à peine le 2% du total obtenu), mais qui est remarquable par la longueur de sa durée, qui dans notre cas fut 252 heures. Il faut bien considérer cette phase-ci quand l'on prétend obtenir les chiffres les plus approximées que possible à des densités *absolues*.

On décrit en détail les différentes distributions, ou *formes* de chute de la faune totale et des groupes zoologiques séparés (voir figures 1, 2, 3, 4 et 5; tableaux 1, 2 et 6), lesquelles ont été caractérisées par les coefficients angulaires respectifs (voir tableaux 3 et 4).

On a fait aussi une analyse (épreuve de "t" de Student) pour démontrer une supposée influence du degré de xerophilie ou hygrophilie du milieu de provenance des prélèvements, sur les distributions de chute. On a travaillé dans ce but, avec 6 prélèvements provenant d'une savanne (xerophile) et 6 prélèvements provenant d'une forêt hygrophile tempérée.

On a réussi à trouver des différences significatives dans les premières heures du procès d'extraction (7h-12h) pour la faune totale, et aussi, parmi les détails des taxa, pour la chute totale des insectes *Homoptera*. Toutes les autres différences probables qui furent prouvés, n'ont pas montré de signification (Voir tableaux 3 et 4).

On décrit trois façons typiques de chute de la faune, et on représente sur le tableau 6 le détail pour tous les groupes zoologiques obtenus.

On représente des hypothèses pour expliquer les différences observées parmi les formes de chute des groupes de la faune edaphique.

On présente aussi des recommandations sur la meilleure méthode d'utilisation des entonnoirs de BERLESE-TULLGREN, compte tenu des buts, c'est à dire des types de données que l'on veut obtenir (des densités relatives, absolues, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BONNIER, G. & O. TEDIN
1966. Bioestadística. Ed. Acribla, Zaragoza.
- COVARRUBIAS, R., INÉS RUBIO & F. DI CASTRI
1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del norte de Chile. Bol. Prod. Anim. (Santiago, Chile). Serie A (2): 1-109.
- COVARRUBIAS, R.
1966. Estructura de las zoocenosis terrestres antárticas en: *Progresos en Biología del Suelo. Monografías I, UNESCO. Montevideo: 942-957.*
1966 a. Observaciones cuantitativas sobre los invertebrados terrestres antárticos y pre-antárticos. Publicación Nº 9. Instituto Antártico Chileno. Santiago, Chile: 1-35.
1968. Some observations on Antarctic Oribatei (Acarina). *Liochthonius australis* sp.n., and two *Oppia* sp.n. *Acarologia X (2): 313-356.*
- DI CASTRI, F., W. HERMOSILLA, F. SÁIZ & VALERIA DI CASTRI
1961. Primeras prospecciones sobre la fauna edáfica chilena. Bol. IV Conv. Med. Vet. Santiago, Chile: 19-23.
- DI CASTRI, F.
1963. Etat de nos connaissances sur les biocenoses edaphiques du Chili. Proc. Colloquium on Soil Fauna, soil Microflora and their relationships. North Holland Publ. Co., Amsterdam.
- DI CASTRI, F., V. ASTUDILLO & F. SÁIZ
1964. Aplicación de la teoría de la información al estudio de las biocenosis muscícolas. Bol. Prod. Anim. 2 (2): 153-171.
- DI CASTRI, F., V. ASTUDILLO
1966. Análisis de algunas causas abióticas de variación en la densidad de la fauna del suelo, en *Progresos en Biología del Suelo. Monografías I, UNESCO. Montevideo: 371-377.*
- DI CASTRI, F., R. COVARRUBIAS & E. HAJEK
1969. Soil Ecosystems in sub-Antarctic regions. Proc. of the Helsinki Symposium 1966: Ecology and Conservation. 1, UNESCO, París: 207-222.
- FORSBLUND, K.
1948. Über die Einsammlungs methodik bei Untersuchungen der Bodenfauna, *Meddel. Frin. Stat. Skogsforsk. 37 (7): 1-22.*
- HERMOSILLA, W. & E. ZEISS
1968. Estudios ecológicos en el Archipiélago de Juan Fernández. III. Desequilibrios biológicos en la isla Masatierra. *Informaciones Geográficas. Santiago, Chile 18: 45-56.*
- MILLS, T.
1955. *Statistical Methods.* Henry Holt. New York.
- RUBIO, INÉS & W. HERMOSILLA
1968. Estudios ecológicos en el Archipiélago de Juan Fernández I. Biocenosis Edáficas en la cumbre del Cerro Alto (Isla Masatierra). II Coloquio Latinoamericano Biología del Suelo. UNESCO, Montevideo. (En prensa).
- ZEISS, E. & W. HERMOSILLA
1970. Estudios ecológicos en el Archipiélago de Juan Fernández. II. Comparación de zoocenosis endógenas en comunidades climax y disclimax del Cerro Damajuana (Isla Masatierra). *Bol. Mus. Hist. Nat. Santiago, Chile 31: 21-47.*