



Instituto de la Patagonia
- BIBLIOTECA -

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
Biblioteca Central
COLECCIÓN ANTÁRTICA

INSTITUTO ANTÁRTICO CHILENO

PUBLICACION N° 15

1 9 6 8

ESTUDIOS ECOLOGICOS EN ISLA
(SHETLAND DEL SUR)



2 - DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS
ARTROPODOS TERRESTRES

ECOLOGICAL RESEARCH ON ROBERT ISLAND.
(SOUTH SHETLAND)

2 - ALTITUDINAL DISTRIBUTION OF TERRESTRIAL
ARTHROPODS

ROBERTO SCHLATTER (*)
WLADIMIR HERMOSILLA (**)
FRANCESCO DI CASTRI (***)

Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal

UNIVERSIDAD DE CHILE

Santiago de Chile

1968

-
- (*) Memorista de la Sección Ecología Animal.
(**) Sección Ecología Animal y Departamento Científico del Instituto Antártico Chileno.
(***) Sección Ecología Animal.

ESTUDIOS ECOLOGICOS EN ISLA ROBERT (SHETLAND DEL SUR)

2 — DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS ARTROPODOS TERRESTRES (*)

Roberto Schlatter

Wladimir Hermosilla

Francesco di Castri

Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal

UNIVERSIDAD DE CHILE

R E S U M E N

En la isla Robert (Shetland del Sur) se realizaron recolecciones cuantitativas de Artrópodos terrestres, extraídos mediante embudos de Berlese-Tullgren. La zona estudiada fue el cerro Triplet (140 m) y algunos lugares planos de la isla. La diversidad específica, expresada en *bits* por individuo, es en general más alta en el cerro que en las zonas bajas. En cuanto a la densidad, expresada en individuos por 1000 cc, ésta disminuye hacia las partes superiores del cerro.

A B S T R A C T

On Robert Island (South Shetland) quantitative samplings of terrestrial Arthropods were carried out, being the material extracted by Berlese-Tullgren funnels. The studied zone was Triplet Hill (140 m) and some low areas in the island. Specific diversity (expressed in bits per individual) is generally higher on the hill than on lower parts. Density (expressed in number of individuals per 1000 cc) decreases toward the top of the hill.

(*) Trabajo realizado bajo el patrocinio del Instituto Antártico Chileno. XX Comisión Antártica Chilena (1965-1966).

INTRODUCCION

Los ecosistemas terrestres antárticos y subantárticos han constituido en los últimos años un material muy "atractivo" de estudio, debido a que su estructura muy simple, su aislamiento geográfico, la escasa intervención humana y el buen conocimiento taxonómico sobre sus integrantes permiten un enfoque ecológico a nivel de comunidades o sistemas.

En la Sección Ecología del Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal (Universidad de Chile), se han programado estudios a largo plazo en el territorio antártico sobre aspectos integrados de ecología terrestre; éstos posibilitan abordar investigaciones que habrían sido de difícil realización en otros ambientes ecológicos. Los trabajos en este campo fueron iniciados por Covarrubias en la XIX Expedición Antártica Chilena (1964-65), al efectuar una muy amplia prospección de distintas zonas y de numerosos ambientes en el área antártica y subantártica. De acuerdo con los resultados de estas primeras prospecciones, se estimó indispensable escoger una localidad estable en las islas subantárticas, con el fin de iniciar una serie de proyectos ecológicos, cuya duración total se estima en unos 10 años. Se ha seleccionado como base de estos estudios la isla Robert, por existir allí ciertas facilidades logísticas y además por la presencia de una zona muy homogénea de tundra subantártica con cojines de musgo uniformes y continuos. Esto facilita notablemente el diseño de las investigaciones que allí se desarrollan.

En esta publicación, se dan algunos resultados que corresponden a una parte de las investigaciones realizadas durante la primera permanencia de nuestro grupo de trabajo en la isla Robert, en el período estival 1965-66 (XX Comisión Antártica Chilena). Los objetivos principales de este estudio fueron evidenciar los efectos de la altitud sobre la distribución de los Artrópodos terrestres aerobiontes (Acaros y Colémbolos) y sobre la estructura de las comunidades por ellos integradas. En forma complementaria, se obtuvieron también algunas informaciones sobre la distribución de estos Artrópodos en un perfil vertical desde la superficie de los cojines de musgo hasta el suelo subyacente. Además, se efectuaron algunas prospecciones sobre la fauna terrestre que habita otros ambientes de esta isla (cojines de gramíneas, algas, talos de líquen, etc.).

La metodología seguida corresponde a un enfoque cuantitativo, basado en la teoría de la información, que ha sido ampliamente desarrollado por nuestro grupo de trabajo en investigaciones realizadas en el continente sudamericano (di Castri & Astudillo 1966).

En cuanto a trabajos cuantitativos sobre Invertebrados terrestres antárticos, llevados a cabo con el mismo enfoque, después de la prospección general ya mencionada (Covarrubias 1966a y 1966b), hay que citar una publicación de síntesis de di Castri et al. (1967), en que se dan algunos esquemas de regulación y de sucesión ecológica para estos sistemas, y una comunicación de Hermosilla et al. (1967) donde se comparan aspectos estructurales en comunidades antárticas y tropicales.

Además, existen numerosas publicaciones sobre Artrópodos terrestres antárticos, la mayor parte de las cuales se refiere a aspectos taxonómicos y autoecológicos. De ellas citaremos solamente algunas: Balfour-Brown & Tilbrook (1966), Dalenius (1965), Gressitt (1962, 1965a y 1965b), Gressitt & Leech (1961), Gressitt & Weber (1959), Holdgate (1964), Janetschek (1963), Llano (1962) y Pryor (1962).

Queremos agradecer la colaboración de Ernst Hajek en la descripción climática de esta zona y de Oscar González en la redacción de la parte geológica. Nuestros agradecimientos también al Sr. Ignacio Aguilera por la reproducción de las fotos, a la Srta. Silvia Olguín por la transcripción del texto y muy especialmente al personal de la XX Comisión Antártica Chilena.

DESCRIPCION ECOLOGICA DE LA ZONA

Las experiencias se realizaron en la isla Robert, ubicada en la Región Subantártica Chilena y que forma parte de las Shetland del Sur. Ella está situada a $62^{\circ} 24'$ de latitud Sur y $59^{\circ} 30'$ de longitud Oeste; posee aproximadamente 10 millas de longitud y 6 millas de ancho, con una altura máxima de 238 m sobre el nivel del mar que corresponde a la zona de los hielos permanentes.

La fig. 1 muestra la región de la isla que está más despejada de nieve y de hielos en la época estival, donde se desarrolla la mayor parte de nuestros estudios. Los círculos rayados indican las áreas en que se efectuaron las dos experiencias principales de este trabajo: zonación altitudinal (Cerro Triplet) y estratificación en un perfil edáfico (Caleta Copper Mine).

Las figuras 2, 3, 4 y 5 presentan dos aspectos de la isla durante un período de fuerte cubierta nival y de deshielo respectivamente.

A.—Clima.

Dada la ausencia en la isla Robert de una estación meteorológica permanente, se eligieron para caracterizar esquemáticamente el territorio estudiado los datos de la base Arturo Prat, ubicada en el extremo NW de la isla Greenwich y con coordenadas geográficas $62^{\circ} 30'$ latitud Sur y $59^{\circ} 41'$ longitud Oeste. La base Prat se encuentra a unos 15 km en línea de aire, a través del Estrecho Inglés, del lugar en que se hicieron las experiencias.

La representación climática se realizó utilizando básicamente hiterógrafos y climógrafos. Los años estudiados corresponden a 1965 y 1966.

Los hiterógrafos de ambos años (fig. 6) son semejantes en cuanto a su estructura general, debiéndose las irregularidades a la escasa cantidad de observaciones (un año en cada caso). Estas figuras revelan una tendencia oceánica subantártica. Las precipitaciones más altas en los meses de verano (103 y 70 mm en Enero y Marzo de 1965; 89 mm en Enero y Marzo de 1966) indican cierta similitud con la tendencia pluviométrica de la franja oriental de Chile austral. En cuanto a la temperatura, los valores medios oscilan entre -8.1 a $+2.2^{\circ}\text{C}$ (1965) y -12.5 a $+1.8^{\circ}\text{C}$ (1966). Los rangos de oscilación térmica a través del año son por lo tanto relativamente estrechos, corroborando la influencia oceánica de esta región, que puede considerarse como una tundra isotérmica en oposición a las tundras árticas de tendencia continental (di Castri et al. 1967).

Las dos franjas en la parte inferior de la fig. 6 esquematizan las temperaturas medias mensuales para los dos años de observación, adoptando rangos ya discutidos en un trabajo anterior en relación a las zonas subárticas y subantárticas (di Castri et al. 1967). En negro, aparecen

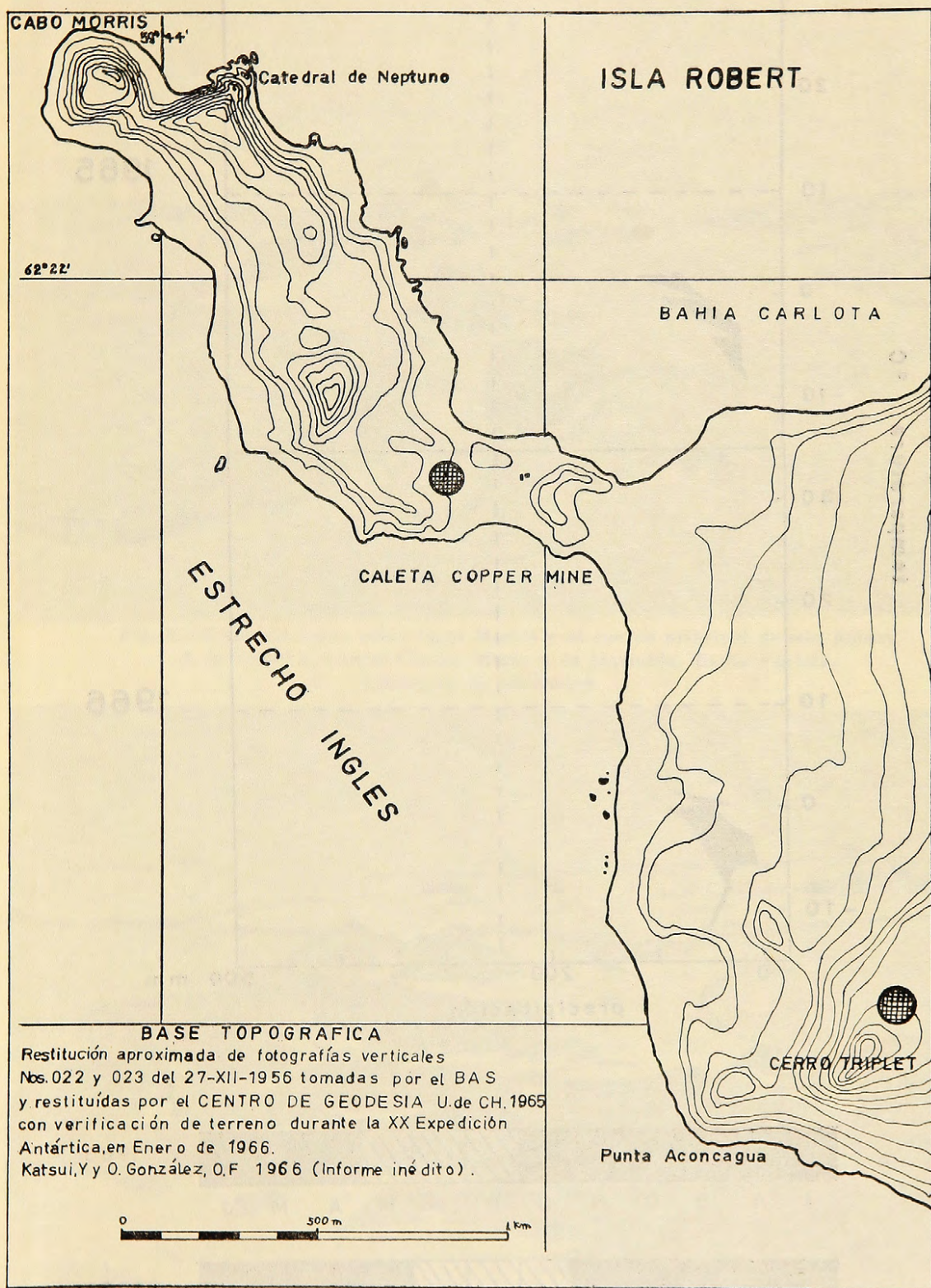


Fig. 1.—Croquis de Cabo Morris, isla Robert. En círculos reticulados se indican las áreas de experimentación.

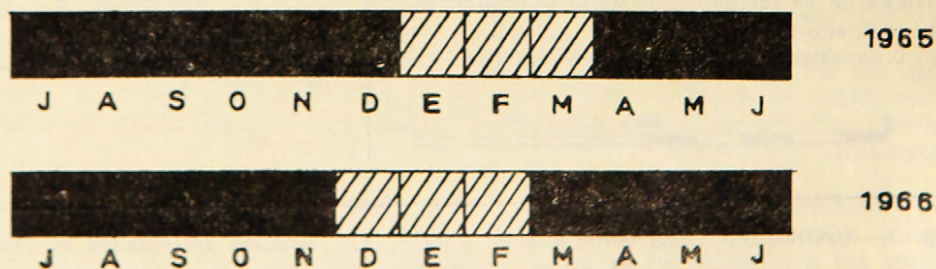
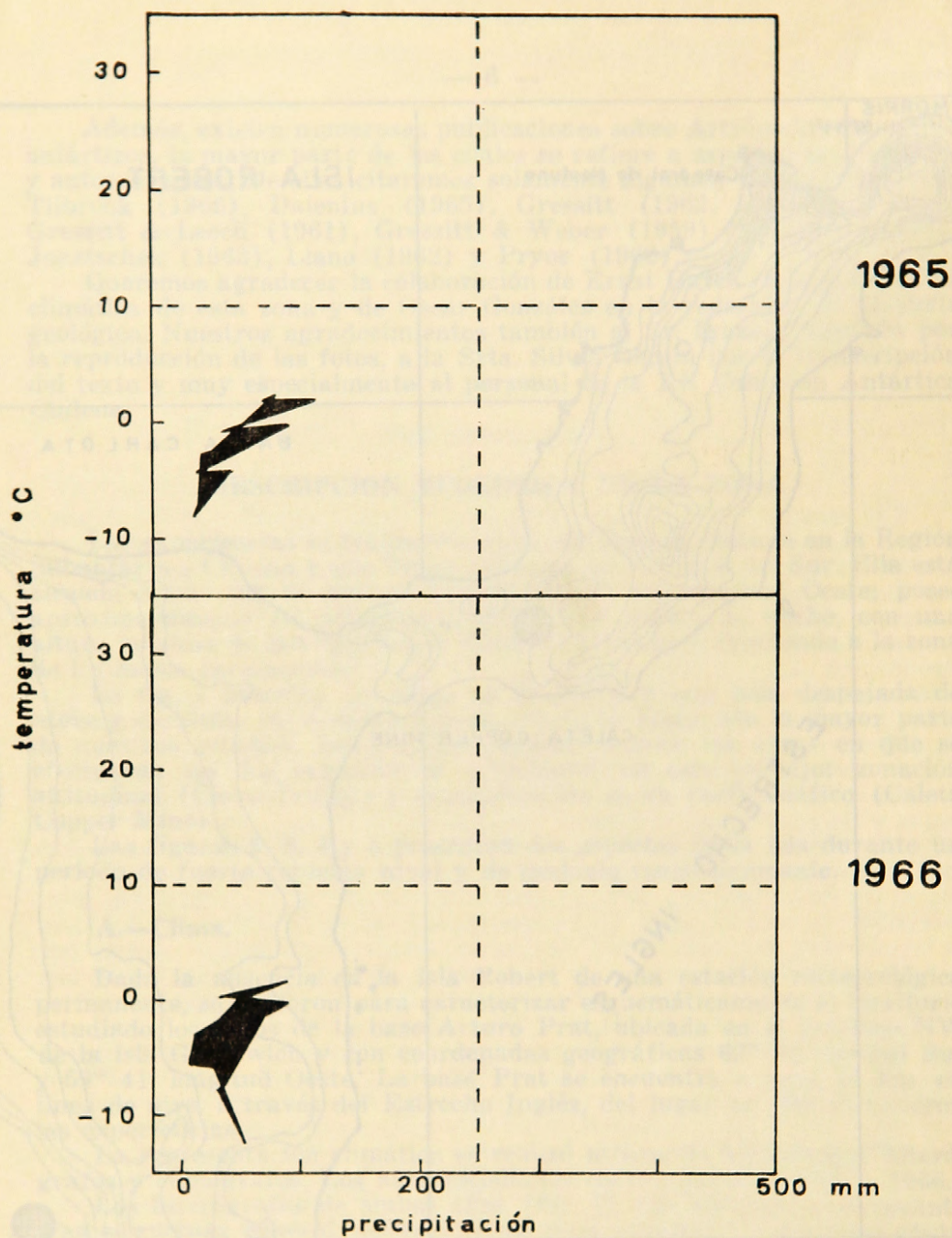


Fig. 6.—Hietógrafos de la Base "Arturo Prat", correspondientes a los años 1965 y 1966. En la parte inferior se presentan las franjas térmicas: en negro los meses con temperatura media inferior 0°C; en achurado aquellos con temperaturas medias entre 0° y 2.5°C.



Fig. 2.—Vista del istmo entre Cabo Morris y el cuerpo principal de isla Robert.
A la derecha, Caleta Copper Mine; a la izquierda, Bahía Carlota.
Comienzos de Diciembre.



Fig. 3.—La misma región anterior en el mes de Enero, en pleno deshielo.



Fig. 4.—Planicie en las cercanías de Caleta Copper Mine. Comienzos de Diciembre.



Fig. 5.—La misma región anterior en el mes de Enero.

los meses con temperatura media inferior a 0°C; en achurado, aquéllos cuya temperatura media varía entre 0 y 2.5°C. Sólo en los meses representados con achurado existe la posibilidad de una actividad biológica relativamente intensa por parte de los animales y de las plantas de esta región. Estos meses corresponden al período estival (Enero a Marzo de 1965 y Diciembre 1965 a Febrero de 1966).

En estas regiones el factor térmico es sin duda el mayor limitante biológico, directa o indirectamente, por cuanto las condiciones de xerofilia no se deben a aridez climática (índices de de Martonne con mínimos de 84 y 96 en Enero de 1965 y de 1966), sino a la acción del frío y del viento.

Analizando las relaciones de temperatura y humedad relativa resumidas en los climógrafos (fig. 7), se aprecia nuevamente el carácter oceánico de esta región. Los valores de humedad relativa son elevados y relativamente constantes alrededor del eje del 80% de H. R.

B.—Geología.

Los rasgos morfológicos de la península occidental de isla Robert son de aspecto mesetiforme en el tramo comprendido entre el refugio Copper Mine y Cabo Morris, con alturas generales entre 30 y 40 m; hay prominencias que alcanzan los 80 m o poco menos, como son el Cabo Morris, la Catedral de Neptuno y el morro próximo al refugio. En general, esa meseta termina en paredes abruptas, al pie de las cuales se han desarrollado angostas playas de gravas.

Esta península se une al cuerpo principal de la isla por una terraza de cota inferior a los 10 m y de un ancho de 250 m aproximadamente. Hacia el oriente, la terraza se interrumpe por un pequeño cerro en herradura que representa las paredes de un antiguo circo glaciar, continuándose a la terraza anterior en unos 150 m hasta empalmar con la pendiente del Este que asciende hacia el interior.

En las cercanías del extremo SE de caleta Copper Mine emerge otra prominencia topográfica correspondiente al cuerpo intrusivo del cerro Triplet, que alcanza una altura próxima a los 140 m.

Geológicamente, la península está constituida por una secuencia volcánica compuesta de lavas de andesita basáltica, aglomerados, brechas volcánicas y tobas bien estratificadas, con un suave manteo de 8 a 15° al NE y al E. La potencia de esta formación es por lo menos de 150 m. Numerosos cuerpos intrusivos como diques, shett y conolitos de composición basáltica y dolerítica se encuentran intruyendo la secuencia volcánica anteriormente señalada.

En el cuaternario se reconocen dos cuerpos de niveles aterrizados, uno pleistocénico y otro postglacial, como sigue:

POSTGLACIAL

- 0 — 3 m playas actuales.
- 5 — 6 m cercanías de costas actuales.
- 10 — 13 m área del refugio Copper Mine y unión de la península con el cuerpo de la isla al Este del refugio.

PLEISTOCENO

- 20 m costa Este de la Caleta Copper Mine y lado Este del refugio.
- 30 — 40 m parte media de la península, costa superior al Este de la caleta Copper Mine.
- 70 — 80 m Cabo Morris, Catedral de Neptuno.

La edad de la formación volcánica, como la de los cuerpos intrusivos, se correlaciona tentativamente con el "Fildes Peninsula Group" (Hawkes 1961) de la isla Rey Jorge, cuya edad es del mioceno inferior.

El cerro Triplet (figs. 8 y 9), en que se realizaron nuestras investi-

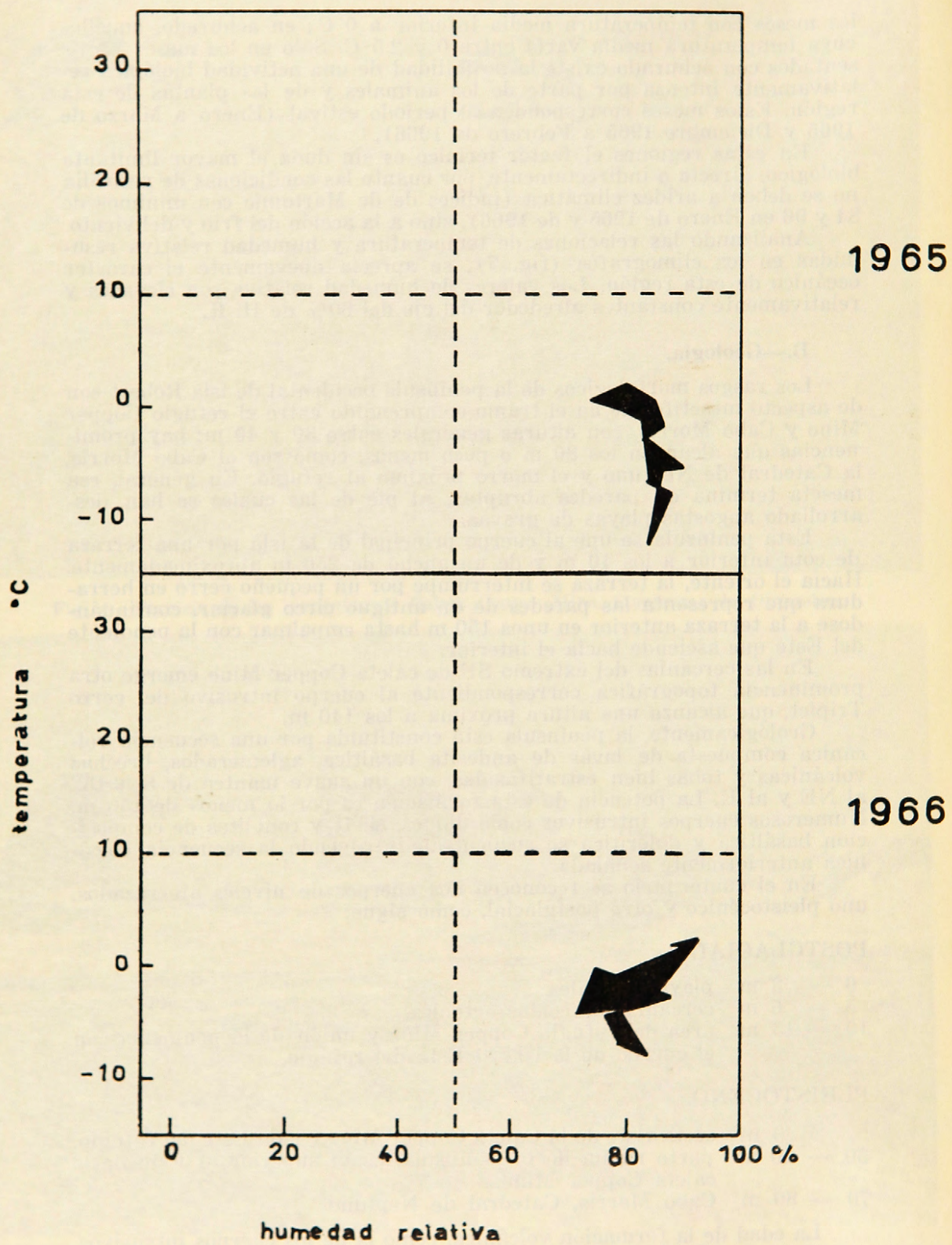
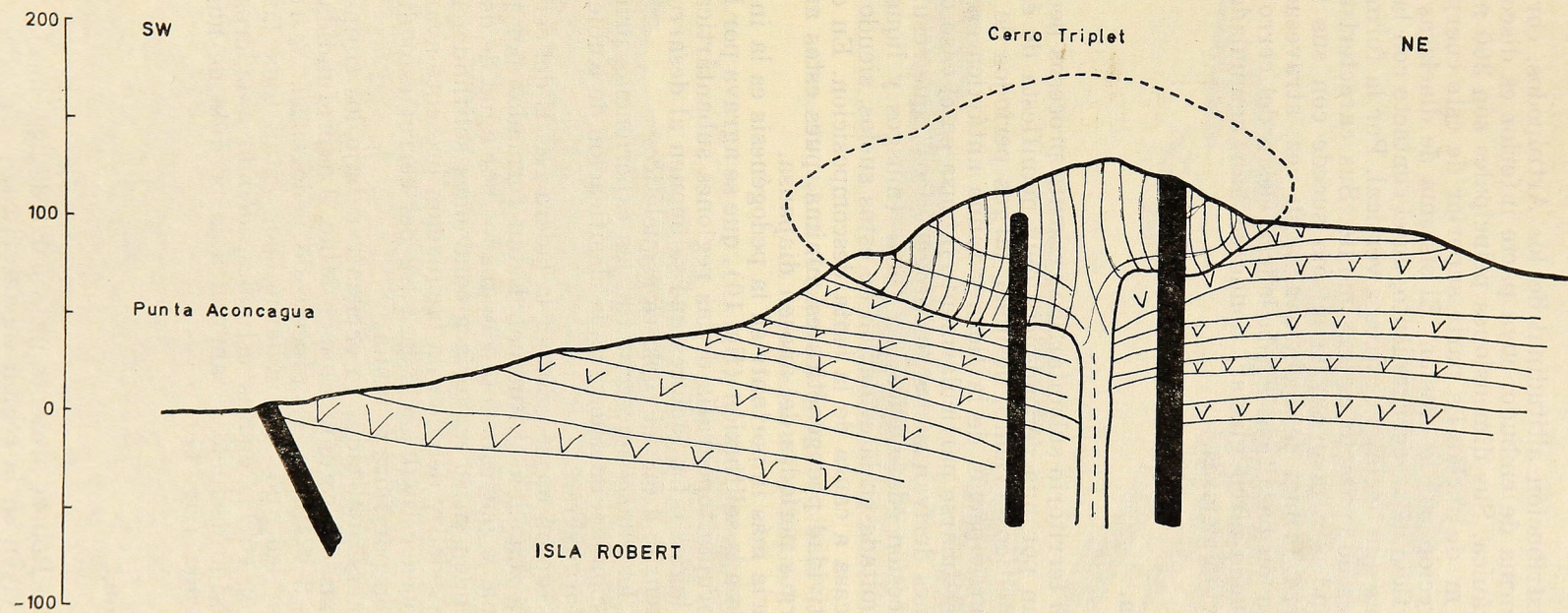


Fig. 7.—Climógrafos de la Base "Arturo Prat", correspondientes a los años 1965 y 1966.



8.—Corte geológico del Cerro Triplet, según Katsui y González 1966 (informe inédito).

gaciones sobre distribución altitudinal de los Artrópodos, corresponde a un intrusivo de forma de embudo, cuya parte inferior es discordante con la formación volcánica. Sus dimensiones principales son 300 m de longitud por unos 150 m de ancho. La parte superior de este cuerpo prácticamente ha desaparecido por la erosión. El sistema de diaclasas es perpendicular a la superficie de su enfriamiento, en el contacto con la formación volcánica, mientras que hacia el centro es vertical. Por la forma del cuerpo y sus relaciones de contacto es un conolito. Sus características petrográficas corresponden a dolerita; lo mismo sucede con sus variaciones texturales. El cerro Triplet se encuentra, a su vez, atravesado por dos diques de composición basáltica. En la ladera Oeste del cerro se ha desarrollado un pequeño circo glaciar, donde se han acumulado depósitos morrénicos y fluvio-glaciares.

C.—Pedología.

En general, el territorio subantártico presenta procesos pedogenéticos que se caracterizan por una dependencia muy manifiesta de éstos frente a los factores climáticos (viento, deshielo, largos períodos de frío, etc.). En cuanto a la participación de la flora y fauna antártica en la pedogénesis, ésta puede estimarse particularmente intensa en el caso de las aves, de cuyas deyecciones derivan suelos “ornitogenéticos”, que resultan etapas pioneras de la sucesión edafológica. La flora (musgos y líquenes) tiene una acción más limitada en la evolución de estos suelos, siendo la producción de humus escasa a causa de la lenta descomposición. En cuanto a la mesofauna, su actividad pedogenética es mínima, pues estos animales terrestres pasan largos períodos del año en diapausa.

La interferencia más importante en la pedogénesis es la inestabilidad de los suelos debido a la solifluxión (fig. 10), que se agrava por los declives derivados de la abrupta topografía de las regiones subantárticas y antárticas. En muchos lugares, los factores que se oponen al desarrollo edáfico actúan con tal intensidad que el suelo es esquelético.

Los suelos en los cuales se efectuaron las experiencias principales de este trabajo corresponden, de acuerdo a la clasificación de Kubiena (1953), a regosoles y protorankers.

Los regosoles fueron observados en la ladera NE-E del cerro Triplet, donde se realizó la zonación altitudinal. Están formados por piedras pequeñas y grava fina, y generalmente empapados por agua de deshielo. Los regosoles corresponden en su mayoría a coluviones solifluidales, que bajo la acción de la gravedad y debido a la inclinación presente avanzan lentamente en cada época estival hacia la base del cerro; esto dificulta sin duda la colonización por flora y fauna.

Los protorankers analizados se encuentran bajo los cojines de musgos en las cercanías del refugio Copper Mine. La profundidad de estos suelos varía entre 3 y 10 cm. El proceso de pedogénesis se realiza aquí con extraordinaria lentitud: en invierno, por estar toda la superficie cubierta por nieve; en las épocas estivales, debido a la erosión, a las corrientes de aguas de deshielo y también a la pérdida de humedad por evaporación acelerada (fig. 11).

D.—Vegetación.

La flora de isla Robert presenta gran parte de las especies de musgos y de líquenes que viven en la región subantártica.

Una alfombra de musgos en que dominan *Drepanocladus* sp. y *Poly-*

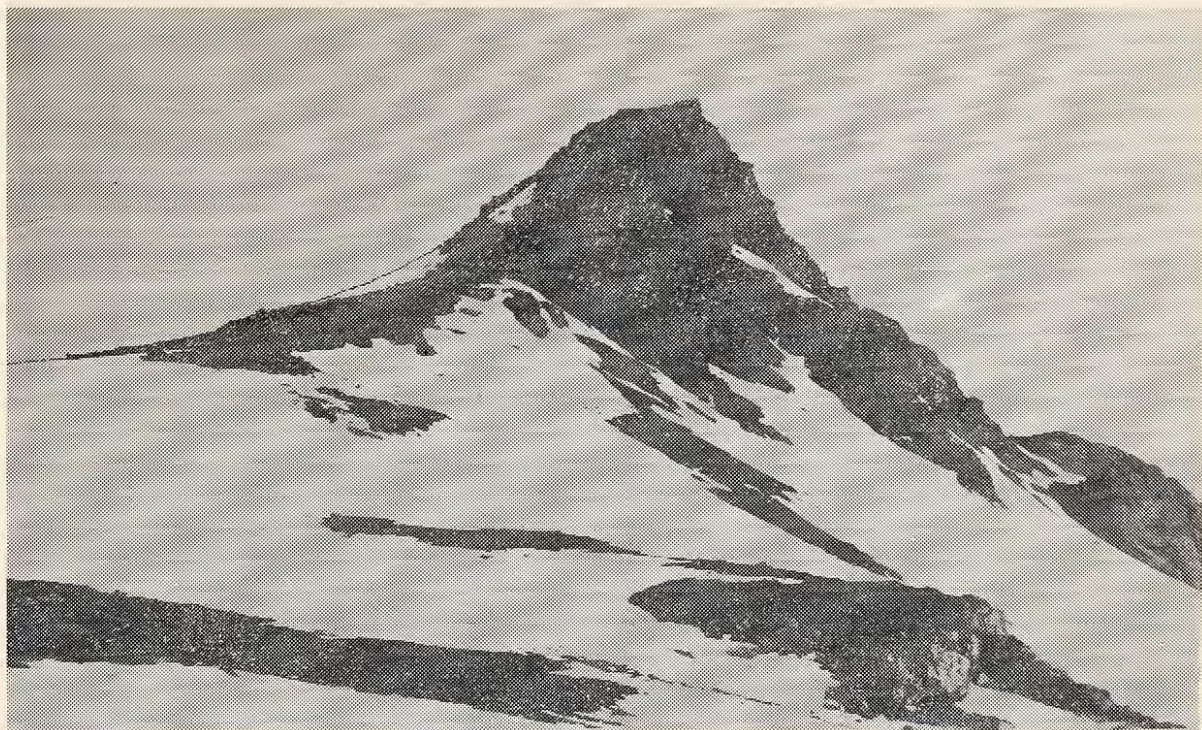


Fig. 9.—Cerro Triplet. A la izquierda la ladera NE en que se efectuó la investigación sobre zonación altitudinal.



Fig. 10.—Soliflucción en Isla Robert.



Fig. 11.—Evaporación intensa en el césped de musgo de isla Robert.



Fig. 12.—Aspecto general del césped de musgo en isla Robert durante el período estival. Se observan pequeñas zanjas para canalizar el agua de deshielo hacia el refugio (Foto F. Sáiz).

trichum alpinum cubre aproximadamente 2 hectáreas de grava y de proteranker (fig. 12); esta alfombra constituye una tundra bastante uniforme y continua, con cierta semejanza fisonómica a una pradera. En esta área se llevan a efecto muchas de las investigaciones de nuestro grupo, y en especial aquéllas de este trabajo que se refieren a estratificación edáfica. Además de las especies de musgos mencionadas, se reconocen pequeñas extensiones de *Grimmia antarctici* y *Bryum antarcticum*.

Los líquenes son notables por su cantidad y variedad, existiendo géneros tales como *Omphalodiscus*, *Omphalodina*, *Buelia*, *Aspicilia*, *Usnea*, *Stereocaulon*, *Cladonia*, *Rhizocarpon*, *Ochrolechia*, *Placopsis*, *Ramalina*, *Lecanidium*, *Caloplaca*, *Parmelia*, *Sphaerophorus*, *Pseudoheppia*, *Haematomma*, *Alectoria*, *Lecanora*, *Rinodina*, *Gasparinia*, *Polycauliona*, *Lecidea* y otros. Las asociaciones líquénicas poseen especial importancia en esta zona, debido a sus propiedades indicadoras en el sentido ecológico, edafológico, fitogeográfico y paleobotánico (Follmann 1965).

Entre las algas observadas, se debe mencionar por su importancia como colonizadora la especie terrestre *Prasiola crispa*, que cubre zonas donde hay permanentemente agua de deshielo. Las algas *Clamydomonas nivalis* y *Scotiella antarctica* se localizan sobre las nieves cercanas a la costa y son diseminadas por los pingüinos.

Una especie de Fanerógama (*Deschampsia antarctica*) fue observada en varias áreas de la isla, formando pequeños manchones.

E.—Fauna.

En isla Robert existe el mismo tipo de fauna terrestre, presente en toda la región subantártica chilena. Entre los Invertebrados que viven en los ambientes muscícola, terrícola, líquénico, lapidícola, coprófilo, etc., los más abundantes son Colémbolos, Acaros, Nemátodos, Rotíferos, Tardígrados y diferentes grupos de Protozoos.

En la isla viven numerosas especies de aves propias de esas latitudes: Petrel gigante (*Macronectes giganteus*), Skua (*Catharacta skua lönnbergi*), Gaviotín (*Sterna vittata gaini*), Petrel damero (*Daption capensis*), Petrel de Wilson (*Oceanites oceanicus exasperatus*), Paloma antártica (*Chionis alba*), Gaviota común (*Larus dominicanus austrinus*), Pingüino Papúa (*Pygoscelis papua ellsworthi*), Pingüino antártico (*P. antarctica*), Pingüino Adelia (*P. adeliae*) y Cormorán antártico (*Phalacrocorax atriceps*).

Entre los mamíferos que habitualmente reposan en las playas cercanas al refugio, se observaron grupos de Elefantes marinos (*Mirounga leonina*). Sobre las nieves litorales son frecuentes las focas de Weddell (*Leptonychotes weddelli*); además, en dos oportunidades se vio un ejemplar de Leopardo marino (*Hydrurga leptonyx*) y una sola vez un Lobo de dos pelos (*Arctcephalus australis*).

F.—Tipos de Habitat.

Cuando las condiciones bioclimáticas llegan a ser favorables y se produce el deshielo, todos los microambientes que existen en esta región muestran una intensa actividad de los Artrópodos terrestres, que revelan en este sentido una gran plasticidad con relación al substrato. Resultan constantemente colonizados los musgos, los líquenes, la parte superficial del suelo, la superficie debajo de las piedras, las algas microscópicas sobre la nieve, las algas terrestres, las algas marinas varadas en el litoral, los nidos de aves, los excrementos de los Vertebrados y todo tipo de desechos orgánicos.

Janetschek (1963) ha definido los dos ambientes principales como "Chalikosystem" y "Bryosystem". El Chalikosystem de este autor es

formado principalmente por grava carente de macroflora; representaría el sistema más antiguo de la Antártica y algunos de sus elementos serían relictos de períodos anteriores a la gran glaciación pleistocénica. En cuanto al Bryosystem, éste sería comparable a los ambientes análogos (muscícola y líquénico) del resto de la biosfera, pero muy simplificado e inmaduro.

Ambos tipos de sistemas citados por Janetschek se encuentran en isla Robert. Algunas de las muestras de la zonación altitudinal corresponden al Chalikosystem (figs. 13 y 14). Otras muestras, en especial aquellas que se refieren a la estratificación en un perfil desde los musgos superficiales al suelo, pertenecen al Bryosystem (fig. 15).

G.—Intervención Antropógena.

La tundra antártica ha sido intervenida por el hombre muy moderadamente en isla Robert. Sin embargo, esta acción humana se va incrementando paulatinamente.

La isla Robert ha sido durante varios años seguidos objeto de investigaciones en épocas estivales; muchos de los científicos que allí trabajaron tuvieron que modificar el sistema de drenaje natural del tapiz de musgos mediante canales y pozos, con el fin de aprovisionarse de agua cerca del refugio (ver fig. 12). Esta intervención sin duda acarreará variaciones en la alfombra de briofitas que caracteriza a la zona plana de la isla.

Además, en los alrededores del refugio (fig. 16) ha desaparecido la vegetación natural. Hay que mencionar también la probable introducción de Artrópodos domésticos derivada del transporte de provisiones para los científicos que permanecen en esta isla.

MATERIAL Y METODOS DE TRABAJO

Para una mejor comprensión, se hará una descripción en forma separada para la experiencia principal de este trabajo (la distribución altitudinal), para la estratificación vertical de un perfil edáfico y para las prospecciones cuantitativas.

a) *Zonación altitudinal del cerro Triplet.* Cada 10 metros de altura, desde la cima (140 m) hasta la base del cerro (80 m sobre el nivel del mar), se sacaron muestras de tierra desprovistas de vegetación. En total, se obtuvieron siete muestras.

Simultáneamente, se tomaron las temperaturas del suelo a 2 cm de profundidad y se realizaron observaciones visuales sobre la cantidad de nieve y la cobertura vegetal en las cercanías de los lugares de recolección.

La tierra se transportó en bolsas de polietileno hasta el refugio, donde en un pequeño laboratorio de campaña estaban instalados los embudos recolectores de Berlese-Tullgren. Las muestras, de 250 cc de tierra, fueron colocadas durante cuatro días en los aparatos antes mencionados. La separación de los animales, la clasificación por especie y el recuento se completaron en los laboratorios de la Sección Ecología del Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal en Santiago.

b) *Estratificación edáfica.* Se extrajeron cinco muestras cada 3 cm desde la superficie de musgos hasta la profundidad del suelo; en total,



Fig. 13.—Parte superior del Cerro Triplet. Lugar de muestra.



Fig. 14.—Base del Cerro Triplet. Lugar de muestra.



Fig. 15.—Secuencia de algas, musgos, líquenes y suelo esquelético en una parte plana de isla Robert.

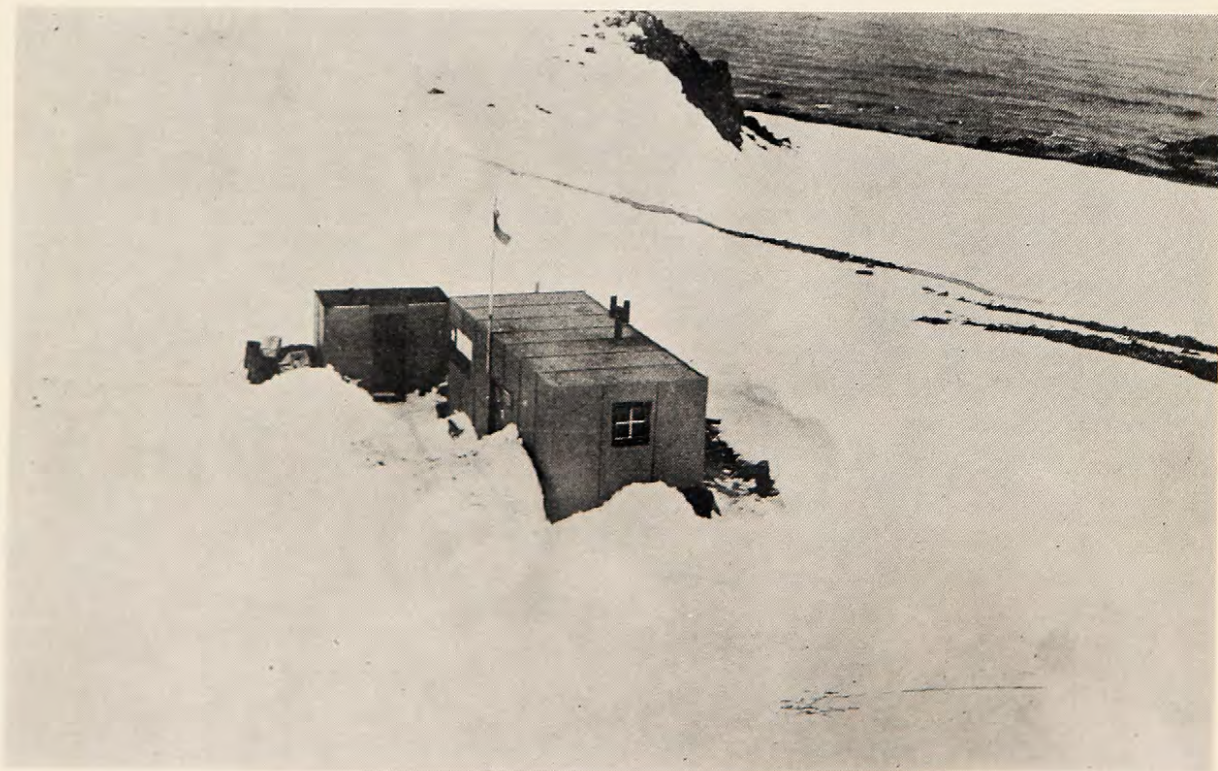


Fig. 16.—Refugio Copper Mine a comienzos de Diciembre.

hubo tres muestras de musgos (profundidad total 9 cm) y dos de tierra (substrato de 6 cm de espesor). Todas las muestras fueron de 60 cc cada una. El transporte al laboratorio, la extracción por Berlese-Tullgren y la elaboración del material fueron semejantes al caso anterior.

c) *Prospecciones cuantitativas*. Se hicieron también cuatro prospecciones cuantitativas, una de tierra entre raíces de *Deschampsia antarctica*, dos de algas varadas en la playa y una de talos de líquen (*Usnea antarctica*). La metodología fue la misma descrita precedentemente.

d) *Método estadístico*. Para todas las muestras se analizó la densidad y la diversidad.

La densidad se expresó siempre en individuos por 1000 cc de material.

La diversidad específica se calculó mediante el índice de Shannon (Shannon & Weaver 1949), basado en la teoría de la información. De acuerdo a este índice

$$H = - \sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i \text{ (bits)}$$

en que la diversidad se expresa como información (H) en bits por individuo, p_i corresponde a la distribución de frecuencias relativas (probabilidades *a posteriori*) de las diferentes especies que integran la muestra. Mayores antecedentes sobre la aplicación de este índice en zoología terrestre pueden consultarse en un trabajo previo (di Castri et al. 1964).

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS

Se entregan a continuación algunas características de los distintos lugares de muestreo, conservando para la designación de las muestras las siglas que han sido adoptadas en el momento de la recolección. Además, se sigue la misma separación ya adoptada en Material y Métodos, con el fin de diferenciar los tres tipos de experiencias realizadas.

A.—Zonación altitudinal del Cerro Triplet.

RS-56: 28. XII. 1965; 19.10 hrs.; 80 m. de altura; exposición NE. Temperatura del suelo 0.8°C.

Suelo con abundantes piedras emergentes, cubiertas por líquenes epipétricos fruticulosos (*Usnea* sp.). Entre éstos, se observa presencia de musgos en regular cantidad. Tierra húmeda, expuesta a los rayos solares directos.

RS-55: 28. XII. 1965; 18.45 hrs.; 90 m de altura; exposición NE-N; temperatura del suelo 0.7°C.

Suelo parcialmente cubierto de nieve, de textura pedregosa, expuesto a los rayos solares. En el lugar de recolección había escasa cantidad de líquenes, sin musgos cercanos.

RS-54: 28. XII. 1965; 18.37 hrs.; 100 m de altura; exposición NE; temperatura del suelo 0.8°C.

Mayor variedad y cobertura de líquenes que las muestras anteriores; presencia de musgos. Sin nieve en el momento del muestreo.

RS-53: 28. XII. 1965; 18.30 hrs.; 110 m de altura; exposición NE; temperatura del suelo 0.8°C.

En esta zona, la cobertura de líquenes y de musgos había disminuido mucho en relación a las anteriores. Suelo con poca nieve húmedo y expuesto a los rayos solares.

- RS-52: 28. XII. 1965; 18.25 hrs.; 120 m de altura; exposición E; temperatura del suelo 0.8°C.
Líquenes y musgos en escasa cantidad. Suelo húmedo y de textura pedregosa.
- RS-51: 28. XII. 1965; 18.20 hrs.; 130 m de altura; exposición E; temperatura del suelo 0.4°C.
Lugar del muestreo con mucha inclinación, sin vegetación y rodeado por nieve.
- RS-50: 28. XII. 1965; 18.00 hrs.; 140 m de altura; exposición NE; temperatura del suelo 1.8°C.
Corresponde a la cima del Cerro Triplet. Suelo húmedo, limoso y rodeado por rocas basálticas desprovistas de vegetación epípetrica.

B.—Extratificación edáfica.

- Muestras RS-61, RS-62, RS-63, RS-64 y RS-65: 19. II. 1966; 19.15 hrs. 18 m de altura; exposición E.
Temperaturas del suelo: a 2 cm de profundidad 1.5°C; a 4 cm 2.0°C; a 6 cm 2.6°C; a 8 cm 2.3°C; a 10 cm 2.0°C; a 12 cm 2.0°C.
Alfombra de musgos de unos 10-20 cm de profundidad, a 200 m del refugio Copper Mine y en dirección SW. A medida que se profundizaba en la capa de musgos, aumentaba la humedad, de tal modo que la última muestra (RS-65) estaba embebida de agua. Por debajo de los 15 cm, se encontraba la roca madre.

C.—Prospecciones cuantitativas.

- RS-59: 28. XII. 1965; 19.35 hrs.
Corresponde a la Gramínea *Deschampsia antarctica* con sus raíces y tierra adherida. Alrededor de esta planta se encontraban cojines de musgos dispersos y líquenes.
- RS-57 y RS-58: 30. XII. 1965; 11.20 hrs.
Ambas muestras se tomaron en un lecho de Elefantes marinos (*Mirounga leonina*), compuesto por algas varadas en la playa de Bahía Carlota. El cojín de algas de 6-10 cm de profundidad estaba sobrepuesto a piedras redondeadas.
- RS-60: 19. II. 1966; 19.20 hrs.; 20 m de altura; exposición SE.
Muestra constituida por la parte aérea de un líquen fruticuloso (*Usnea antarctica*), sin incluir la base del talo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La discusión de los resultados se hará también siguiendo la subdivisión en tres partes, ya enunciada en Material y Métodos.

A.—Zonación altitudinal del cerro Triplet.

Con el fin de evaluar las modificaciones cuantitativas en la distribución de los Artrópodos terrícolas aerobiontes en una zonación altitudinal, se han efectuado recolecciones en la ladera E-NE del cerro Triplet. Para esto, se tomaron siete muestras desde la base (80 m) hasta la cima (140 m) con una distancia de 10 m de altitud entre cada una de ellas; todas las muestras son de suelo propiamente tal. Cabe destacar que esta diferencia altitudinal de 60 m produce en la Antártica cambios fisonómi-

cos apreciables, pues en estas latitudes muy elevadas el efecto de la altitud aumenta considerablemente en relación a lo que acontece para las zonas templadas o tropicales. Es así como pocos metros de elevación pueden conducir en esta región a efectos ecológicos "alpinos".

El cuadro 1 presenta las densidades animales en 1000 cc de material de los distintos grupos de Artrópodos recolectados en ese transect altitudinal. El cuadro 2 y la fig. 17 sintetizan los datos de densidad y de diversidad específica para las diferentes alturas.

En general, la diversidad en la mayor parte de las muestras de este transect altitudinal aparece más elevada que en las zonas bajas de la región subantártica, también en relación a algunas áreas planas de la misma isla, cuyos resultados se discutirán más adelante. Por lo tanto, es posible avanzar la hipótesis de un efecto "nunatak", dado que el cerro Triplet por su misma inclinación queda parcialmente excluido de la cobertura de nieve durante el período invernal. Es posible además que la parte superior de este cerro haya quedado sobre el nivel de los hielos en las últimas glaciaciones.

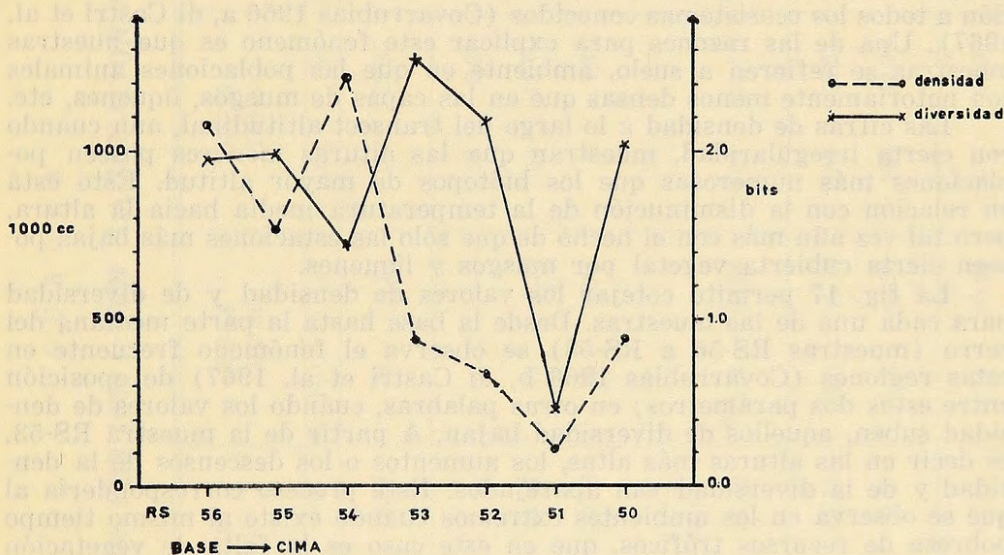


Fig. 17.—Diversidad y Densidad en las muestras de la zonación altitudinal del cerro Triplet.

Hay cierta discordancia entre nuestros resultados y los que obtuvo anteriormente Covarrubias (1966 b) en zonas semejantes. Se debe hacer notar que este autor realizó sus transects altitudinales no en suelo como en nuestro caso, sino en musgos y líquenes. El suelo sería entonces un ambiente algo más maduro; según Janetschek (1963) en los suelos de estas condiciones se formaría una capa pequeña de arcilla, que es favorable para el desarrollo de la vida de los Invertebrados terrícolas; este hecho aportaría una explicación más a los valores relativamente altos de diversidad que hemos observado.

En cuanto a las variaciones de diversidad entre las distintas muestras de la zonación altitudinal, los datos aparecen bastantes homogéneos e impiden señalar secuencias claras. El máximo se ha comprobado para la parte mediana del cerro, donde tal vez coinciden condiciones de vida de las zonas más bajas (presencia de vegetación) con otras de las alturae

mayores (suelos ligeramente arcillosos, situación más elevada en relación a los hielos permanentes, etc.).

En el transect altitudinal la muestra RS-51 (130 m de altura) se diferencia muy fuertemente de las otras por presentar valores netamente más bajos no sólo de diversidad, sino también de densidad y de número de especies; además, los Acaros están totalmente ausentes. Esta muestra será excluida de la mayor parte de las discusiones sobre zonación altitudinal. La irregularidad de los resultados se debe sobre todo a la fuerte inclinación que presentaba el lugar de muestreo y a la ausencia total de cubierta vegetal, factores que condicionan una gran inestabilidad física del substrato por desplazamiento periódico de éste. Además, este biótopo presentó en el momento de la recolección los registros mínimos de temperatura (0.4°C). Esta coincidencia de valores bajos de diversidad y de densidad al mismo tiempo se encuentra en las situaciones ecológicas en que, a las interferencias climáticas y a la inestabilidad del substrato, se acompañan también recursos tróficos insuficientes (di Castri & Astudillo 1966).

En lo que concierne a la densidad en individuos por 1000 cc, ésta es relativamente poco elevada, si consideramos que en estas regiones subantárticas se han registrado los valores más altos de densidad en relación a todos los ecosistemas conocidos (Covarrubias 1966 a, di Castri et al. 1967). Una de las razones para explicar este fenómeno es que nuestras muestras se refieren a suelo, ambiente en que las poblaciones animales son notoriamente menos densas que en las capas de musgos, líquenes, etc.

Las cifras de densidad a lo largo del transect altitudinal, aun cuando con cierta irregularidad, muestran que las alturas menores poseen poblaciones más numerosas que los biótopos de mayor altitud. Esto está en relación con la disminución de la temperatura media hacia la altura, pero tal vez aún más con el hecho de que sólo las estaciones más bajas poseen cierta cubierta vegetal por musgos y líquenes.

La fig. 17 permite cotejar los valores de densidad y de diversidad para cada una de las muestras. Desde la base hasta la parte mediana del cerro (muestras RS-56 a RS-53) se observa el fenómeno frecuente en estas regiones (Covarrubias 1966 b, di Castri et al. 1967) de oposición entre estos dos parámetros; en otras palabras, cuando los valores de densidad suben, aquellos de diversidad bajan. A partir de la muestra RS-53, es decir en las alturas más altas, los aumentos o los descensos de la densidad y de la diversidad van aparejados. Este proceso correspondería al que se observa en los ambientes extremos cuando existe al mismo tiempo pobreza de recursos tróficos, que en este caso es la falta de vegetación (di Castri & Astudillo 1966).

Al analizar los resultados de los cuadros 1 y 2 en relación a la distribución por grupos de los Artrópodos terrestres y al número de especies por muestra, se llega a conclusiones análogas a las formuladas a propósito de la diversidad. En efecto, el número de especies es en general relativamente alto, considerando la situación extrema de estos ambientes; además, en algunas muestras del transect altitudinal están presentes todos los grupos de Artrópodos, cuya existencia ha sido señalada en estas regiones.

En cuanto a la distribución por grupos, llama la atención el porcentaje relativamente alto de Poduromorpha y el número a veces elevado de Oribatei. Esto otorga a estas biocenosis una fisonomía más "edáfica" respecto a la mayor parte de las muestras subantárticas (en especial líquenes), en que Prostigmata y Entomobryomorpha dominan netamente. De esta manera, las poblaciones del suelo de estas regiones extremas tienen semejanzas fisonómicas con las de algunos ambientes del continente americano, en especial con aquellas de estepas andinas (Covarrubias et al. 1964).

Para este transect altitudinal en el cerro Triplet se ha calculado

C U A D R O 1

DENSIDAD ANIMAL (INDIVIDUOS POR 1000 cc) EN LA ZONACION ALTITUDINAL DEL CERRO TRIPLET.

MUESTRAS	RS-56 80 m		RS-55 90 m		RS-54 100 m		RS-53 110 m		RS-52 120 m		RS-51 130 m		RS-50 140 m	
	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%	Nº Ind.	%
<i>Acarina in toto</i>	144	13,33	356	46,59	72	5,90	101	23,85	56	16,66	—	—	276	62,72
<i>Gamasides</i>	4	0,37	—	—	—	—	36	8,25	—	—	—	—	8	1,81
<i>Prostigmata</i>	108	10,00	352	46,07	52	4,27	60	13,77	56	16,66	—	—	144	32,72
<i>Oribatei</i>	23	2,59	4	0,52	20	1,63	8	1,83	—	—	—	—	124	28,19
<i>Acaridiae</i>	4	0,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Collembola in toto</i>	936	88,66	403	53,40	1148	94,09	332	76,14	280	83,33	108	99,99	164	37,27
<i>Entomobryomorpha</i>	360	33,33	364	47,65	600	49,18	232	53,21	128	38,00	104	96,29	132	30,00
<i>Poduromorpha</i>	576	53,33	44	5,75	548	44,91	100	22,93	152	45,24	4	3,70	32	7,27
T o t a l	1080	99,99	764	99,99	1220	99,99	436	99,99	336	99,99	108	99,99	440	99,99

C U A D R O 2

DIVERSIDAD, DENSIDAD Y NUMERO DE ESPECIES EN LA
ZONACION ALTITUDINAL DEL CERRO TRIPLET.

<i>Muestras R S</i>	<i>Altura en metros</i>	<i>Densidad (individuos por 1000cc)</i>	<i>Diversidad (bits p/individuo)</i>	<i>Nº especies</i>
56	20	1080	1.96	9
55	90	764	1.99	8
54	100	1220	1.43	7
53	110	436	2.55	9
52	120	336	2.18	6
51	130	108	0.45	3
50	140	440	2.04	7

también la diversidad acumulativa (fig. 18), analizando las muestras desde la cima a la base y desde la base a la cima del cerro. El método para obtenerla consiste en considerar las muestras progresivas como si fueran una sola, hasta llegar finalmente al cálculo de la diversidad de la totalidad de las muestras (universo). De acuerdo a este método, un eventual aumento de la diversidad en esta secuencia de muestras acumulativas indica la heterogeneidad intermuestras; una diversidad estable o en dis-

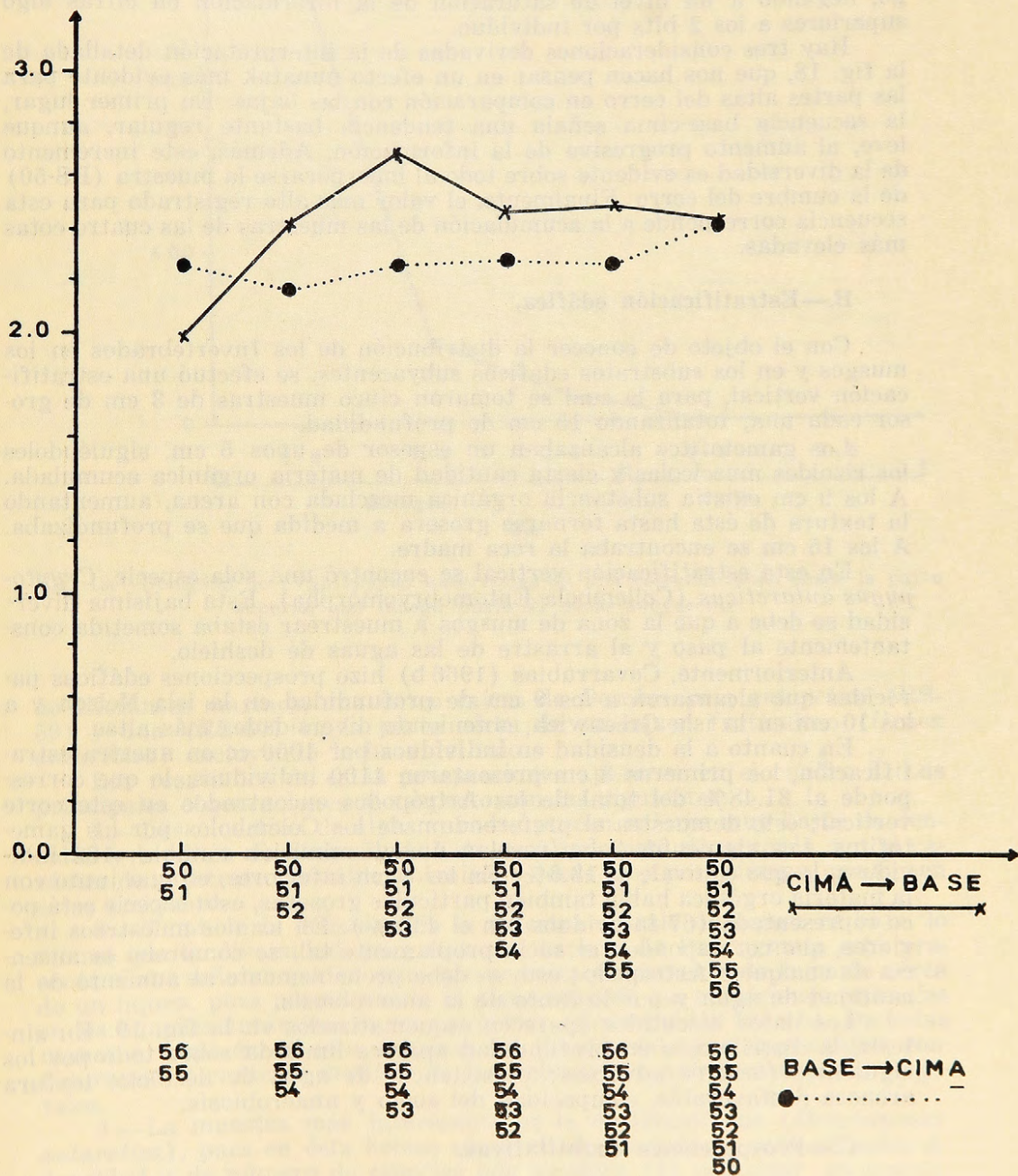


Fig. 18.—Diversidad acumulativa en las muestras de la zonación altitudinal del cerro Triplet.

minución señala, por el contrario, condiciones de afinidad entre ellas. De la misma manera, las diferencias entre los valores de diversidad de las muestras individuales con la diversidad del universo dará una indicación del grado de *redundancia* existente en estos ambientes.

De acuerdo a estas explicaciones, un análisis de la fig. 18 lleva a la conclusión que entre las muestras de la zonación altitudinal hay mucha afinidad y que la repetición de éstas lleva, por lo tanto, a fenómenos de redundancia. Casi todos los valores acumulados tienen un pequeño rango, llegando a un nivel de saturación de la información en cifras algo superiores a los 2 bits por individuo.

Hay tres consideraciones derivadas de la interpretación detallada de la fig. 18, que nos hacen pensar en un efecto nunatak más evidente para las partes altas del cerro en comparación con las bajas. En primer lugar, la secuencia base-cima señala una tendencia bastante regular, aunque leve, al aumento progresivo de la información. Además, este incremento de la diversidad es evidente sobre todo al incorporarse la muestra (RS-50) de la cumbre del cerro. Finalmente, el valor más alto registrado para esta secuencia corresponde a la acumulación de las muestras de las cuatro cotas más elevadas.

B.—Estratificación edáfica.

Con el objeto de conocer la distribución de los Invertebrados en los musgos y en los substratos edáficos subyacentes, se efectuó una estratificación vertical, para la cual se tomaron cinco muestras de 3 cm de grosor cada una, totalizando 15 cm de profundidad.

Los gametofitos alcanzaban un espesor de unos 5 cm, siguiéndoles los rizoides muscícolas y cierta cantidad de materia orgánica acumulada. A los 9 cm existía substancia orgánica mezclada con arena, aumentando la textura de ésta hasta tornarse grosera a medida que se profundizaba. A los 15 cm se encontraba la roca madre.

En esta estratificación vertical se encontró una sola especie, *Cryptopygus antarcticus* (Collembola Entomobryomorpha). Esta bajísima diversidad se debe a que la zona de musgos a muestrear estaba sometida constantemente al paso y al arrastre de las aguas de deshielo.

Anteriormente, Covarrubias (1966 b) hizo prospecciones edáficas parecidas que alcanzaron a los 9 cm de profundidad en la isla Nelson y a los 10 cm en la isla Greenwich, obteniendo diversidades más altas.

En cuanto a la densidad en individuos por 1000 cc en nuestra estratificación, los primeros 3 cm presentaron 1100 individuos, lo que corresponde al 81.48% del total de los Artrópodos encontrados en este corte vertical; esto demuestra el preferendum de los Colémbolos por los gametofitos. Los siguientes 3 cm revelan una disminución notable: 183 individuos, lo que equivale al 13.6%. En los 3 cm inferiores, en que junto con la materia orgánica había también partículas groseras, esta especie está poco representada (67 individuos con el 4.93%). En los dos muestreos inferiores, que corresponden al suelo propiamente tal, se comprobó la ausencia de cualquier Artrópodo; esto se debe probablemente al aumento de la cantidad de agua y por lo tanto de la anaerobiosis.

Los datos discutidos aparecen esquematizados en la fig. 19. En síntesis, la distribución en profundidad aparece limitada sobre todo por los siguientes factores adversos: persistencia de agua de deshielo, textura arenosa desfavorable, compacidad del suelo y anaerobiosis.

C.—Prospecciones cuantitativas.

Estimamos de cierto interés hacer algunas consideraciones someras sobre cuatro prospecciones cuantitativas realizadas en isla Robert y precisamente dos (RS-57 y RS-58) en algas varadas que componen un lecho

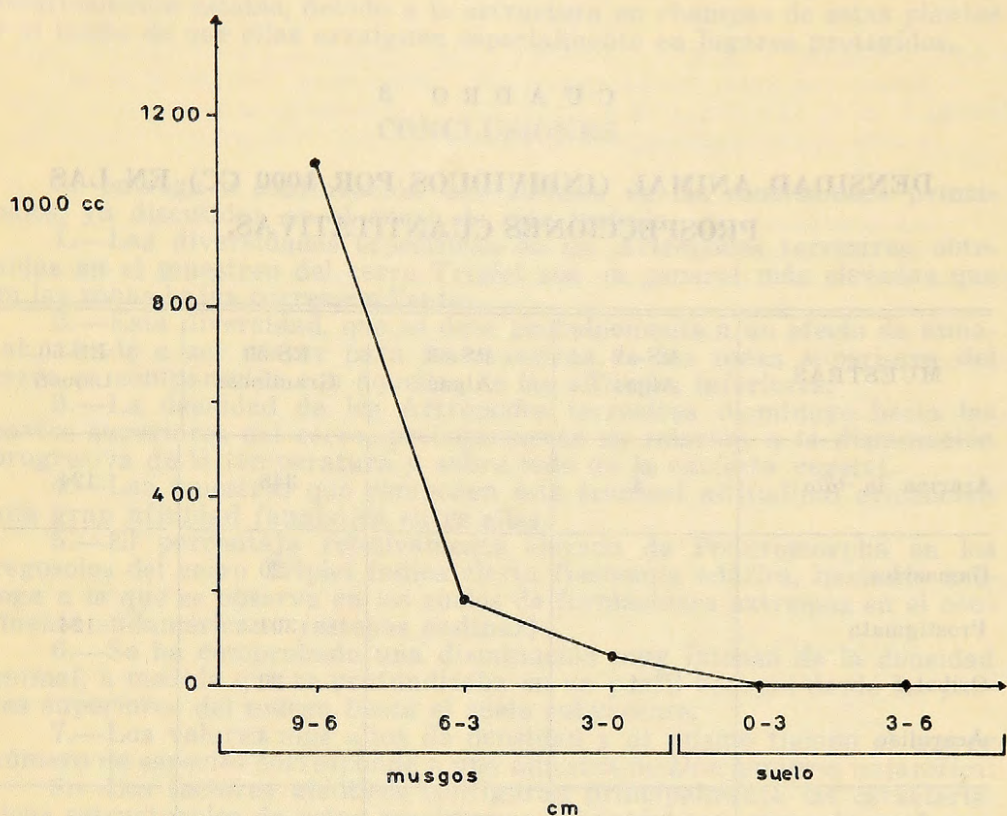


Fig. 19.—Densidad de *Cryptopygus antarcticus* en una estratificación desde la parte superior del musgo hasta el suelo subyacente.

de Elefantes marinos, una entre raíces de *Deschampsia antarctica* (RS-59) y una (RS-60) en la parte aérea de un líquen fruticuloso (*Usnea antarctica*) excluyendo la base del talo.

Los resultados de estas prospecciones aparecen en el cuadro 3. Las principales observaciones al respecto son las siguientes:

1.—Las muestras de algas varadas poseen valores muy bajos de densidad y también de diversidad. Este resultado está de acuerdo con el carácter de substrato inestable, colonizado desde muy poco tiempo, que tienen estos ambientes.

2.—También la densidad de la muestra de talo de líquen es baja, lo mismo que la diversidad, pues una sola especie de Prostigmata está presente. Cabe señalar que en este caso se trata únicamente de la parte aérea de un líquen, pues normalmente la diversidad de las poblaciones animales en los líquenes antárticos es muy superior (Covarrubias 1966 b). De todas maneras, también en estos líquenes los Prostigmata son dominantes, configurando el carácter xerófilo de las poblaciones animales de estos vegetales.

3.—La muestra más interesante es la de Gramíneas (*Deschampsia antarctica*), pues en ésta hemos comprobado los valores más elevados de densidad y de número de especies por muestra (11 especies), en comparación con todos los otros muestreos discutidos en este trabajo. La diversidad es relativamente baja (1.62 bits por individuo), por la dominancia muy marcada de una especie de Entomobryomorpha (*Cryptopygus antarc-*

C U A D R O 3

DENSIDAD ANIMAL (INDIVIDUOS POR 1000 CC) EN LAS
PROSPECCIONES CUANTITATIVAS.

MUESTRAS	RS-57 Algas	RS-58 Algas	RS-59 Gramíneas	RS-60 Liquen
Acarina <i>in toto</i>	4		348	124
Gamasides			20	
Prostigmata			304	124
Oribatei	4		20	
Acaridiae			4	
Collembola <i>in toto</i>	28	44	2936	
Entomobryomorpha	28	44	2304	
Poduromorpha			632	
T O T A L	32	44	3284	124

ticus). En todo caso, parece que estas Fanerógamas antárticas representan para la fauna de afinidad terrícola un ambiente muy favorable y relativamente estable, debido a la estructura en champas de estas plantas y al hecho de que ellas arraiguen especialmente en lugares protegidos.

CONCLUSIONES

Se entrega a continuación una síntesis de las conclusiones principales, ya discutidas en el curso de este trabajo:

1.—Las diversidades específicas de los Artrópodos terrestres obtenidas en el muestreo del cerro Triplet son en general más elevadas que en las zonas bajas correspondientes.

2.—Esta diversidad, que se debe probablemente a un efecto de nunatak, tiende a ser mayor para las muestras de las zonas superiores del cerro en comparación con aquellas de las altitudes inferiores.

3.—La densidad de los Artrópodos terrestres disminuye hacia las partes superiores del cerro, probablemente en relación a la disminución progresiva de la temperatura y sobre todo de la cubierta vegetal.

4.—Las muestras que componen este transect altitudinal evidencian una gran afinidad faunística entre ellas.

5.—El porcentaje relativamente elevado de Poduromorpha en los regosoles del cerro Triplet indica cierta fisonomía edáfica, bastante análoga a la que se observa en los suelos de formaciones extremas en el continente sudamericano (estepas andinas).

6.—Se ha comprobado una disminución muy intensa de la densidad animal, a medida que se profundizaba en un perfil vertical desde las partes superiores del musgo hasta el suelo subyacente.

7.—Los valores más altos de densidad y al mismo tiempo el mayor número de especies corresponde a una muestra de *Deschampsia antarctica*.

8.—Los factores abióticos configuran principalmente las características estructurales de estos ecosistemas subantárticos, rigiendo en forma casi absoluta los procesos pedogenéticos y las sucesiones ecológicas. Esto hace que las diversidades específicas en estos ambientes sean bajas; las densidades pueden ser altas (efecto de ambiente extremo); sólo cuando hay disponibilidades tróficas abundantes (desechos orgánicos, macrovegetación, etc.).

REFERENCIAS

- BALFOUR-BROWN J. & P. J. TILBROOK. 1966. Coleoptera collected in the South Orkney and South Shetland Islands. Br. Antarct. Surv. Bull. N° 9: 41-43.
- CASTRI F. di, V. ASTUDILLO & F. SAIZ. 1964. Aplicación de la Teoría de la Información al estudio de las biocenosis muscícolas. Bol. Prod. anim. (Chile). 2 (2): 153-171.
- CASTRI F. di & V. ASTUDILLO. 1966. Revisión crítica de las aplicaciones de la teoría de la información en zoología del suelo. En: Progresos en Biología del Suelo. Monografías I. UNESCO. Montevideo: 313-331.
- CASTRI F. di, R. COVARRUBIAS & E. HAJEK. 1967. Soil ecosystems in sub-antarctic regions. En: Symposium on ecology of sub-arctic regions, Helsinki 1966. Natural Resources Research. UNESCO. Paris (en prensa).
- COVARRUBIAS R. 1966 a. Observaciones cuantitativas sobre Invertebrados terrestres antárticos y preantárticos. Instituto Antártico Chileno. Publicación N° 9: 1-53.
- COVARRUBIAS R. 1966 b. Estructura de las zoocenosis terrestres antárticas. En: Progresos en Biología del Suelo. Monografías I. UNESCO. Montevideo: 343-357.
- COVARRUBIAS R., INES RUBIO & F. di CASTRI. 1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte de Chile (Provincias de Coquimbo y Aconcagua). Bol. Prod. anim. (Chile). Serie A., Monografías sobre ecología y biogeografía de Chile. N° 2: 1-109.
- DALENIUS P. 1965. The acarology of the Antarctic regions. En: P. van Oye & J. van Miegheem (eds.). Biogeography and ecology in Antarctica. Monographiae Biologicae 15: 414-430.
- FOLLMANN G. 1965. Una asociación nitrófila de líquenes epipétricos de la Antártica Oriental con *Ramalina terebrata* TAYL. et HOOK. como especie caracterizante. Instituto Antártico Chileno. Publicación N° 4: 1-18.
- GRESSITT J. L. 1962. Ecology and Biogeography of land Arthropods in Antarctica. En: Biologie Antarctique. Premier Symposium organisé par le S. C. A. R. (Paris): 212-222.
- GRESSITT J. L. 1965 a. Entomology Field Research in Antarctica. Bioscience, 15 (4): 271-274.
- GRESSITT J. L. 1965 b. Terrestrial Animals. En: T. Hatherton (ed.). Antarctica. Methuen & Co. London: 351-371.
- GRESSITT J. L. & R. E. LEECH. 1961. Insect habitats in Antarctica. Polar Record 10 (68): 501-504.
- GRESSITT J. L. & N. A. WEBER. 1959. Bibliographic introduction to Antarctic and Subantarctic Entomology. Pacific Insects 1 (4): 441-480.
- HAWKES D. D. 1961. The geology of the South Shetland Islands. I. The petrology of King Georg Island. Falkl. Isl. Dept. Surv. Sc. Rep. N° 26: 1-28.
- HERMOSILLA W., R. COVARRUBIAS & F. di CASTRI. 1967. Estudio comparativo sobre la estructura de zoocenosis edáficas en el Trópico y en la Antártica. Bol. Prod. anim. (Chile). 5 (2): en prensa.
- HOLDGATE M. W. 1964. Terrestrial ecology in the maritime antarctic Signy Island (South Orkneys). En: Biologie Antarctique. Premier Symposium organisé par le S. C. A. R. (Paris): 191-193.
- JANETSCHKE H. 1963. Über die wirbellose Landfauna des Rossmeergebietes (Antarktika). Anzeiger für Schadlingskunde. 36 (1): 8-12.
- KUBIENA W. 1953. The soils of Europe. T. Murphy Ed. London.
- LLANO G. A. 1962. The terrestrial life of the Antarctic. Scientific American 207 (3): 212-230.
- PRYOR M. E. 1962. Some environmental features of Hallett Station, Antarctica, with special reference to soil Arthropods. Pacific Insects 4 (3): 681-728.
- SHANNON C. E. & W. WEAVER. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.

INSTITUTO ANTARTICO CHILENO
TRIANA 849 - SANTIAGO, CHILE

Se ofrece y se acepta canje.

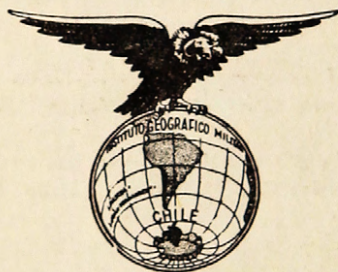
Exchange with similar publications is desired.

On désire l'échange avec les publications congénères.

Wir bitten um Austausch mit ähnlichen Fachzeitschriften.

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO ANTARTICO CHILENO

- Nº 1.— ALDUNATE Alejandro. Boletín meteorológico y sismológico. Base Presidente Gabriel González Videla. Año 1963. 86 págs. (1964)
- Nº 2.— GUTMANN Walter y CAVIEDES Enrique. Relaciones alométricas de algunas aves antárticas. 8 págs. (1964)
- Nº 3.— OFICINA METEOROLOGICA DE CHILE. Anuarios Meteorológicos Antárticos de Chile, 1947-64. 118 págs. (1965)
- Nº 4.— FOLLMAN Gerhard. Una asociación nitrófila de líquenes epipétricos de la Antártica Occidental con *Ramalina terebrata* Taylor et Hook, como especie caracterizante. 18 págs. (1965)
- Nº 5.— MOYANO Hugo. Bryozoa colectados durante la Expedición Antártica Chilena 1964-65. 29 págs. (1965)
- Nº 6.— DODGE C. W. Líquenes de las Islas Shetland del Sur y de la Tierra de O'Higgins (Península Antártica). 12 págs. (1965)
- Nº 7.— ARAYA Braulio y ARAVENA Waldo. Las aves de Punta Armonía, Isla Nelson, Antártica Chilena. Censo y Distribución. 21 págs. (1965)
- Nº 8.— HERVE Francisco y ARAYA Roberto. Estudio Geomorfológico y Geológico de las Islas Shetland del Sur, Antártica (1966).
- Nº 9.— COVARRUBIAS René. Observaciones cuantitativas sobre los invertebrados terrestres antárticos y preantárticos. XIX Expedición Antártica Chilena, 1964-1965 (1966).
- Nº 10.— VELASQUEZ Heraclio. Boletín Meteorológico Base Presidente González Videla. Año 1962. (1966).
- Nº 11.— MOYANO Iván. Bryozoa colectados por la Expedición Antártica Chilena 1964 - 1965 II. (1966).
- Nº 12.— VILLARROEL Hugo S., Estudio Cristalográfico de Minerales de la Antártida (1966).
- Nº 13.— CASTILLO Jorge. Ophiuroideos colectados por la XIX Expedición Antártica Chilena. (En prensa).
- Nº 14.— SAIZ Francisco y HAJEK Ernst. R. 1.— Observaciones de temperatura en nidos de Petrel gigante. (1967).



O/T. 1298 - 500 Ejs. - Instituto Geográfico Militar - 1968