



INSTITUTO DE GEOFISICA
BIBLIOTECA

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Geofísica

México, D. F. 1960

PUBLICACIONES
DEL INSTITUTO DE GEOFISICA

Monografías del Instituto de Geofísica. NO PERIODICO
Anales del Instituto de Geofísica. ANUAL
Boletín Sismológico. MENSUAL
Boletín Geomagnético. SEMESTRAL
Boletín Oceanográfico. NO PERIODICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Monografías del Instituto de Geofísica

LA ISLA SOCORRO

ARCHIPIELAGO DE
LAS REVILLAGIGEDO

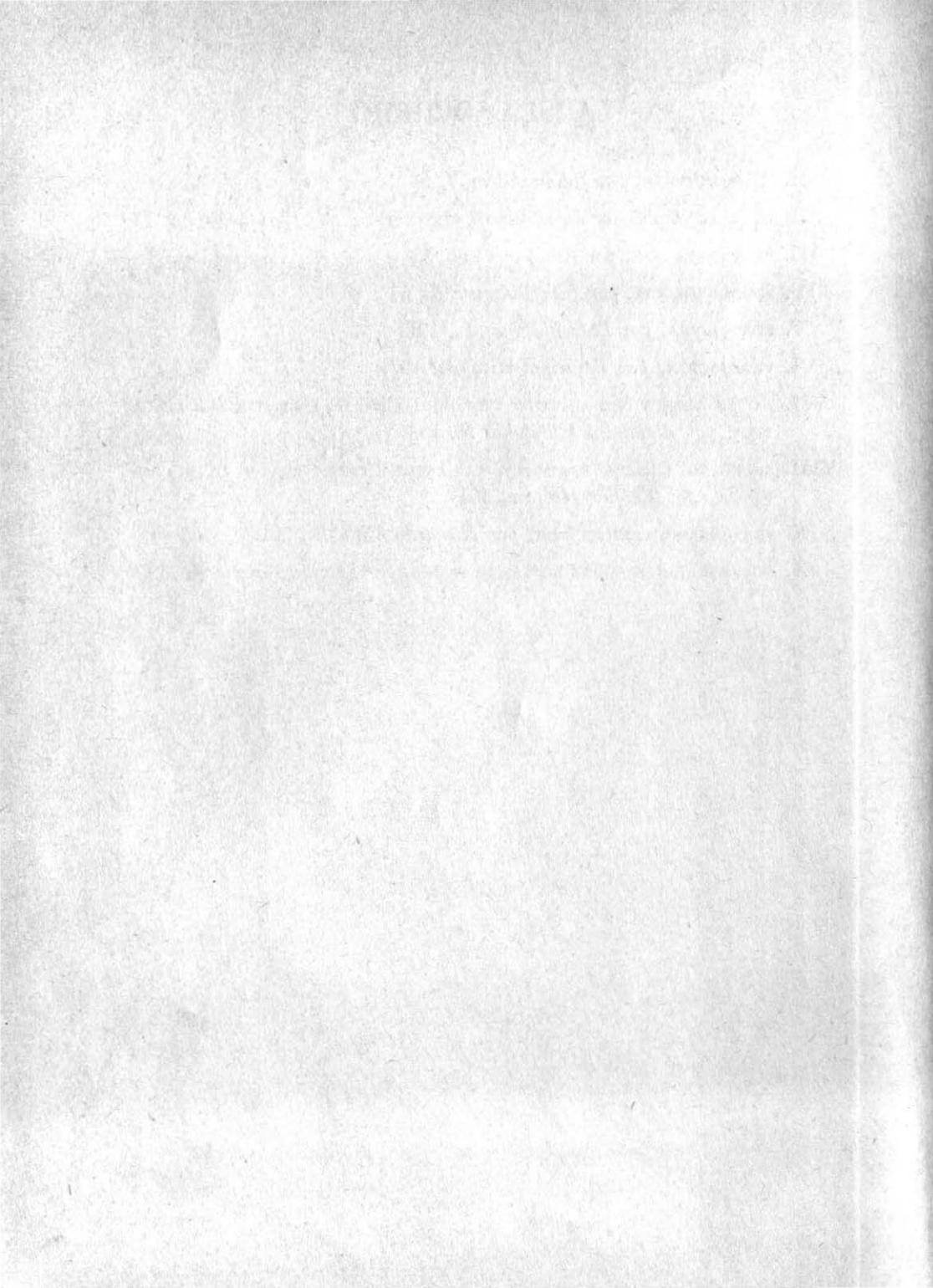
*Julián Adem • Enrique Cobo • Luis Blásquez
Faustino Miranda • Alejandro Villalobos
Teófilo Herrera • Bernardo Villa • Leonila Vázquez*

2

LAS OPINIONES EXPRESADAS POR LOS DISTINTOS AUTORES QUE PARTICIPAN
EN ESTA MONOGRAFIA, SON DE SU PERTENENCIA Y RESPONSABILIDAD.

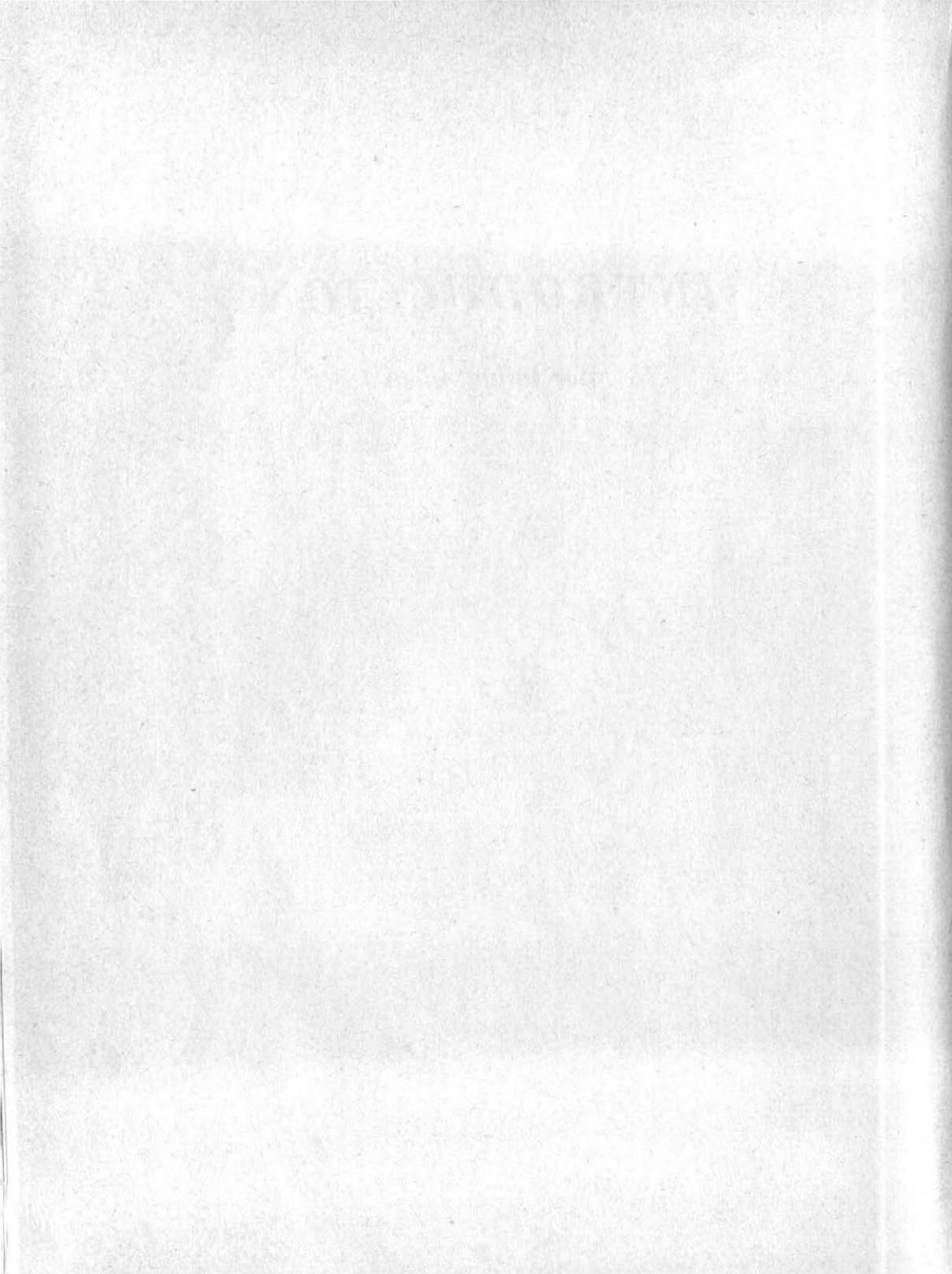
LA ISLA SOCORRO

- I. INTRODUCCION, *por Julián Adem*, 7
- II. DETERMINACION DE LA POSICION GEOGRAFICA, *por Enrique Cobo*, 17
- III. TRIANGULACION, *por Enrique Cobo*, 25
- IV. HIDROGEOLOGIA, *por Luis Blásquez L.*, 67
- V. EDAFOLOGIA, *por Luis Blásquez L.*, 101
- VI. VEGETACION, *por Faustino Miranda*, 127
- VII. NOTAS ACERCA DEL ASPECTO HIDROBIOLOGICO DE LA PARTE SUR DE LA ISLA, *por Alejandro Villalobos F.*, 153
- VIII. ASPECTOS GENERALES SOBRE LA AGROBACTERIOLOGIA Y LA MICROFLORA, *por Teófilo Herrera*, 181
- IX. VERTEBRADOS TERRESTRES, *por Bernardo Villa R.*, 201
- X. OBSERVACIONES SOBRE LOS ARTROPODOS, *por Leonila Vázquez G.*, 217



I
INTRODUCCION

por Julián Adem



LA ISLA SOCORRO, con una extensión de 150 kilómetros cuadrados y situada a 480 Km. del extremo sur de Baja California y a 716 Km. de Manzanillo, es una verdadera avanzada de México en el Pacífico. Forma parte del archipiélago de las Revillagigedo que tradicionalmente ha pertenecido a México y en enero de 1957 nuestro gobierno dió un paso importante, tendiente a la incorporación activa de dicho archipiélago a nuestro territorio, al establecer un sector naval en la isla Socorro.

Con el objeto de llevar a cabo el aprovechamiento del archipiélago en la forma más efectiva, la Secretaría de Marina solicitó la cooperación de la Universidad Nacional Autónoma de México para la realización de estudios básicos.

La Universidad llevó a cabo una primera expedición a la isla Socorro en enero de 1958 en la que participaron investigadores de los institutos de Geofísica, Geología, Biología y Geografía, y a la que también contribuyeron, proporcionando equipo científico, los institutos de Física y Ciencia Aplicada.

Esta expedición representa una nueva modalidad dentro de la Universidad, al agrupar investigadores de distintos institutos universitarios para el estudio unificado de un mismo problema de investigación.

La expedición se llevó a cabo del 8 al 27 de enero de 1958. La estancia en la isla Socorro fué del 14 al 23 de enero, habiéndose utilizado para el transporte la Fragata "Tehuantepec" a las órdenes del Capitán de Navío José María Rivas Sáenz.

Las personas que participaron en la expedición por parte de la Universidad fueron las siguientes:

INSTITUTO DE GEOFISICA

Dr. Julián Adem (*Jefe de la Expedición*)
Ing. Francisco Grivel Piña
Meteorólogo Pedro Mosiño Alemán
Ing. Enrique Cobo
Ing. Carlos Cañón Amaro.

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

Dr. Faustino Miranda
Dr. Alejandro Villalobos
M. en C. B. Bernardo Villa
M. en C. B. Teófilo Herrera
Prof. Gonzálo Pérez
Sr. Héctor Pérez Ruíz
Sr. Rafael Lamothe Argumedo

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

Ing. Luis Blásquez L.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

Sr. Agustín Maya Saavedra

Por parte de Marina, además del personal de la Fragata participaron el Capitán de Fragata Jorge Lezama Urdanivia, quien fungió como oficial de enlace y el personal del sector naval de la isla Socorro, bajo las órdenes del Capitán de Navío Donaciano Hernández Carvajal.

A continuación se presenta un resumen de los trabajos llevados a cabo.

ASPECTO GEOFISICO.

- 1 Se puso en operación un mareógrafo y se adiestró personal para hacer mediciones de temperatura y densidad de las aguas.
- 2 Se hicieron observaciones astronómicas para fijar la posición de la isla y se iniciaron observaciones con la finalidad de hacer una carta geográfica de la misma.
- 3 Se instaló un equipo para recoger muestras para determinar la radioactividad atmosférica y para el análisis químico de la lluvia.
- 4 Se hicieron mediciones de los vientos superiores y se instruyó al personal para hacer ese tipo de observaciones.
- 5 Se hicieron observaciones magnéticas en dos estaciones, habiéndose encontrado fuertes anomalías locales, debidas a la naturaleza del suelo consistente de rocas que contienen gran cantidad de magnetita.

ASPECTO GEOLOGICO.

Se hizo un estudio cuidadoso del aspecto hidrogeológico. Los resultados prácticos consisten en la localización de puntos para perforar pozos con el objeto de obtener agua, así como información respecto a la naturaleza de los suelos.

ASPECTO BIOLOGICO.

- 1 Estudio de la vegetación y naturaleza de los suelos para obtener orientaciones prácticas respecto a las posibilidades de cultivo y aprovechamiento de los recursos vegetales de la isla.
- 2 Estudio de la fauna terrestre: aves, insectos y otros grupos animales en la isla, con el objeto de hacer recomendaciones para conservar el equilibrio biológico de la isla.
- 3 Estudio de la biología marina.

Con el objeto de elaborar una carta geográfica de la isla se organizó una segunda expedición, la cual tuvo lugar del 17 de abril al 17 de mayo de 1958. Esta expedición encabezada por el Ing. Enrique Cobo, llevó a cabo la triangulación.

Para hacer la carta geográfica es necesario llevar a cabo un levantamiento aerofotogramétrico y utilizar como control terrestre la triangulación. Desgraciadamente el levantamiento aerofotogramétrico no se ha llevado a cabo aún. Por lo tanto a falta de una carta completa sólo pudo obtenerse un esquema lo más preciso posible de la isla para lo cual se utilizaron unas fotografías aéreas proporcionadas por la Institución Oceanográfica Scripps, que aunque inadecuadas, permitieron, con base en la triangulación, hacer un esquema de la isla que es el que se muestra en la fig. 1 y mediante el cual se corrige considerablemente la idea general de la isla, la cual resulta más achatada en la dirección Norte-Sur que lo que se creía previamente y se reduce su superficie a aproximadamente unos 150 kilómetros cuadrados. También se corrige considerablemente la orientación de la isla.

Respecto a la nomenclatura se ha tratado de respetar la ya existente; sin embargo ha habido necesidad de bautizar lugares que antes no tenían nombres, especialmente algunos cerros que sirvieron en la triangulación. A una bahía se le puso el nombre de "Bahía Universidad" a sugestión del Comandante Donaciano Hernández Carvajal y en memoria de la expedición universitaria.

En el esquema de la isla los nombres propuestos por nosotros han sido subrayados y su aprobación queda sometida a las autoridades encargadas de la nomenclatura geográfica.

Como aplicaciones de utilidad inmediata de la Isla Socorro pueden citarse las siguientes:

La Isla Socorro es un puesto ideal para establecer una estación meteorológica de primer orden que será de gran valor para el pronóstico del tiempo en la República Mexicana. También es un punto magnífico para hacer observaciones oceanográficas.

Por su posición la Isla Socorro puede aprovecharse como base naval y de marina mercante y su importancia en este aspecto irá en aumento a medida que el país desarrolle su programa de la marcha hacia el mar.

Desde el punto de vista de sus riquezas, se puede afirmar que la principal es la fauna marina: atún, langosta y otras especies de utilidad pesquera.

Actualmente existe un sector naval, formado por unas 40 personas, entre ellas mujeres y niños, sin embargo hay necesidad de suministrar a estas personas la mayor parte de las provisiones y alimentos que consumen, incluyendo el agua para beber. Un aumento de la población de la isla debe ser gradual y no debe sobrepasar

cierto límite que debe estar de acuerdo con la cantidad de provisiones recibidas, y la cantidad que la isla gradualmente pueda producir.

Los estudios de los especialistas indican que existe agua dulce en la isla, que puede satisfacer las necesidades de una pequeña población; sólo se requieren las obras de captación y almacenamiento necesarias.

Respecto a la fauna de la isla, aprovechable como alimento, se debe mencionar la existencia de unos miles de borregos que fueron introducidos por el hombre hace algunos años, a los cuales en la actualidad se les prestan los cuidados necesarios para evitar su extinción.

Poco a poco se podrán ir introduciendo, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos, algunas plantas y animales que puedan ser útiles para la alimentación de la población local.

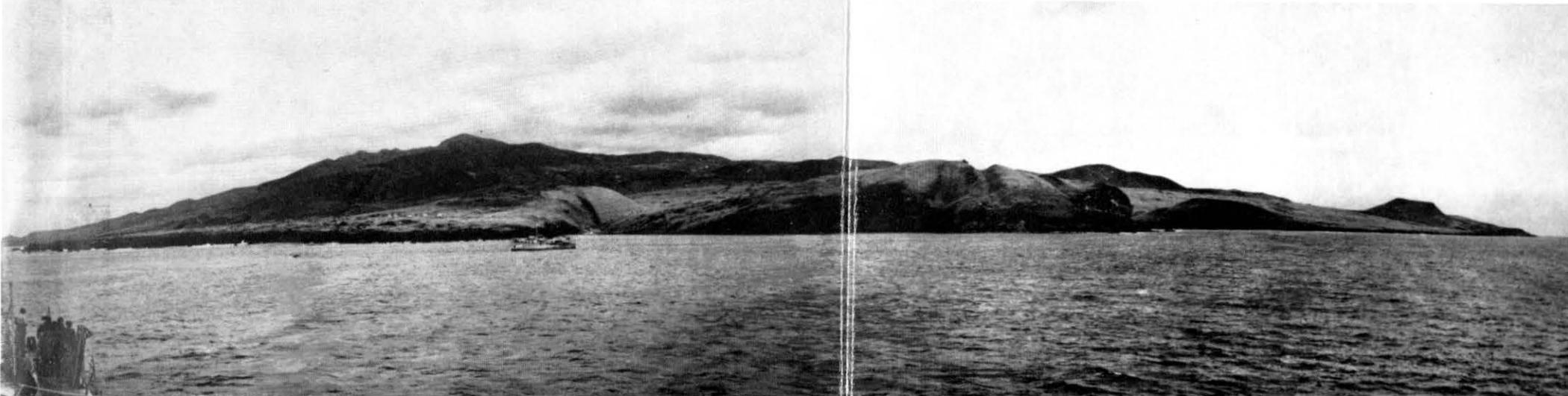


FIGURA 3 / La Isla Socorro (foto Maya S.)



FIGURA 4 / Bahía Rafael Castelán Orta (foto Maya S.)



FIGURA 1 / La fragata "Tehuantepec" (foto Maya S.)

FIGURA 2 / Expedición Universitaria a la Isla Socorro: *de pie de izquierda a derecha*: Villa, Miranda, Hernández Carvajal, Adem, Cañon, Mosiño, Hernández, Herrera y Blásquez. *Sentados abajo de izquierda a derecha*: Lamothe, Pérez Ruíz, Villalobos, Cobo y el buzo de la expedición. *Arriba*: Gonzalo Pérez y Grivel Piña (foto Maya S.)



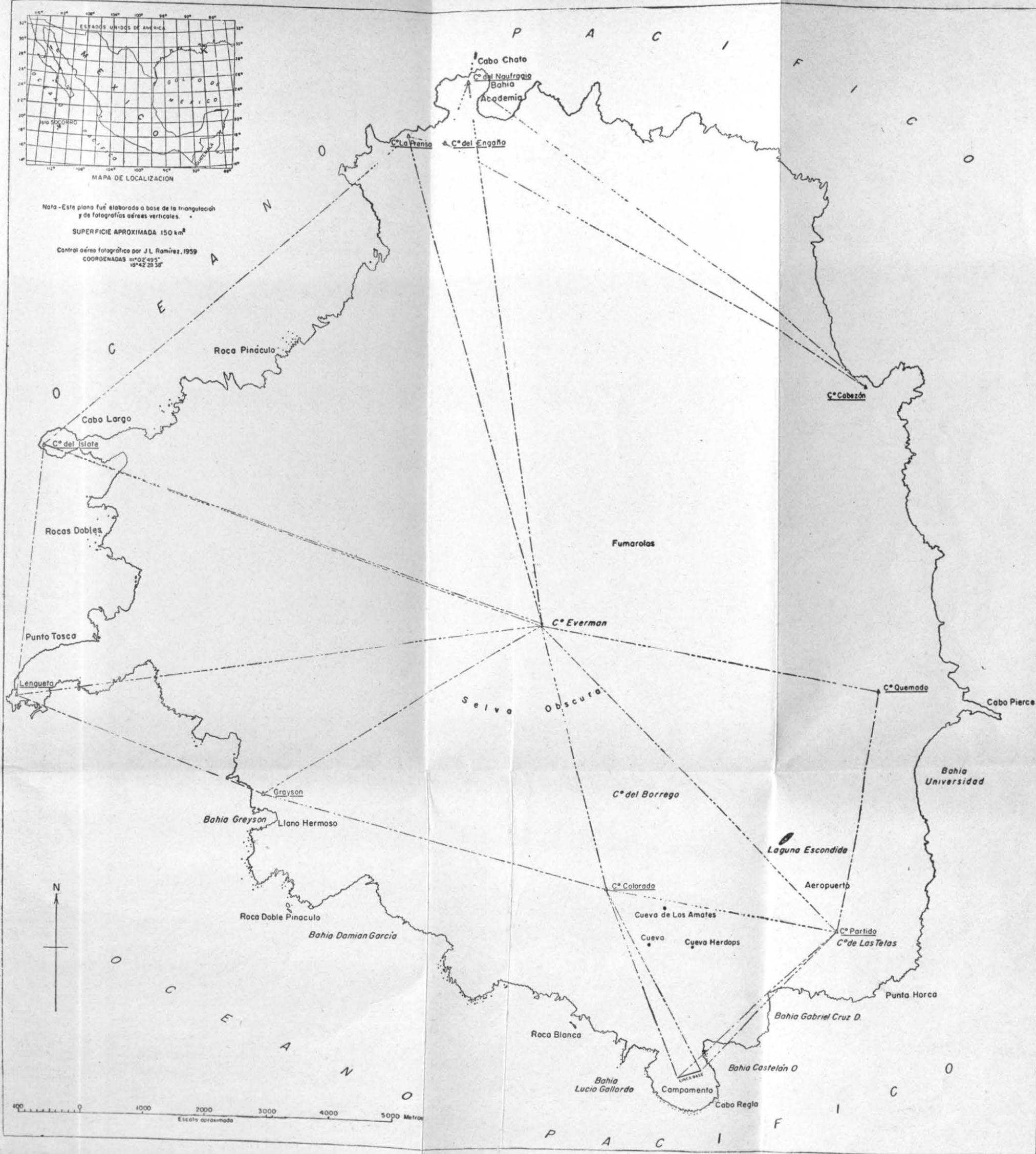
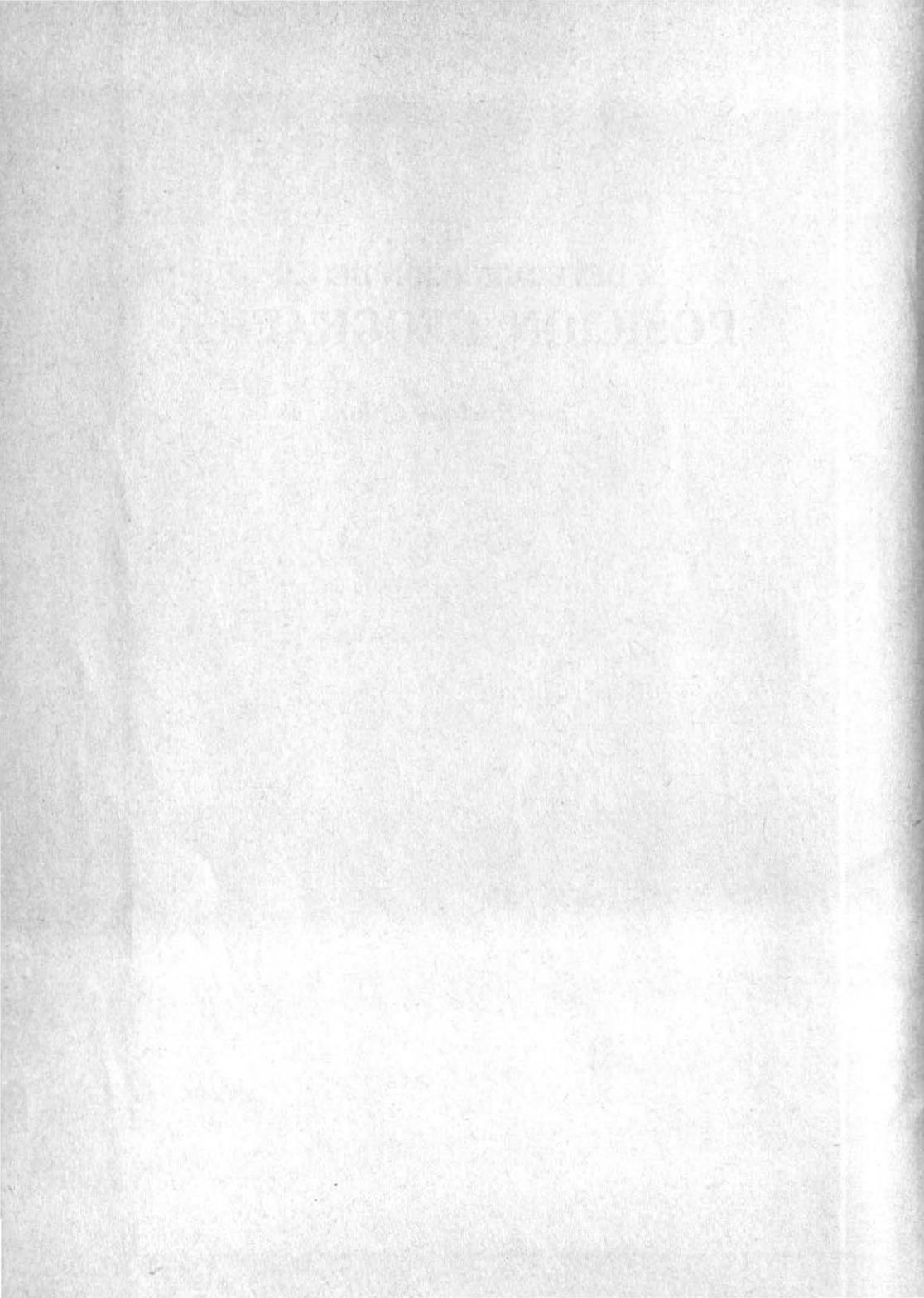


FIGURA 5 / Plano general de la Isla Socorro con su triangulación.

II
DETERMINACION DE LA
POSICION GEOGRAFICA

por Enrique Cobo



EN LA PRIMERA EXPEDICION que realizó la Universidad Nacional Autónoma de México a la Isla Socorro, entre los puntos del programa a desarrollar, estaba incluido el determinar la "posición geográfica" de dicha isla, ya que las determinaciones anteriores, de las cuales se contaban con los datos, o no eran suficientemente precisas, o bien habían sido hechas por instituciones extranjeras y se desconocía la precisión. Por lo tanto, se designó al Instituto de Geofísica para efectuar este trabajo y a Enrique Cobo como Observador, asignándosele a Francisco Grivel como Secretario, habiéndoseles provisto de: un teodolito Wild, modelo T-2 (aproximación un segundo), dos cronómetros (uno de tiempo medio y otro de tiempo sidéreo), un cronógrafo de tira, un receptor de onda corta marca Hammarlund, una carta de observación y demás aditamentos e implementos necesarios; con estos elementos se proyectó determinar la mencionada posición, por medio del método de Littrow, para latitud y el de "alturas iguales de estrellas" para tiempo y longitud.

Ya en la isla, se escogió el Cabo Regla, donde se encuentra el Sector Naval y se instaló allí el campamento general para los expedicionarios. Se construyó primero un monumento de concreto de .20 x .20 x .50 m. en cuyo interior se puso un clavo de cabeza de plomo y en la cara superior, en coincidencia vertical con el clavo, se ahogó una tachuela de bronce de 10 cm. de diámetro con la inscripción del Instituto de Geofísica. Este monumento fué empotrado en el suelo, en el lugar escogido para efectuar los trabajos de astronomía de posición que habían sido encomendados. Sin pérdida de tiempo, se instalaron todos los aparatos mencionados y una vez probados éstos se aprontó el personal para la observación.

Sin embargo el estado del tiempo no cooperó en modo alguno; se puede decir, que hubo nublado casi total y permanente durante todas las noches de la estadía. Se podía observar que después del medio día se cubría el cielo de "cúmulus" bajos y laminados, que parece ser, son endémicos de la región durante la mayor parte del año, pero sobre todo durante el invierno.

Aun así, en la noche del 17 de Enero, la región Norte se despejó, descubriéndose la Estrella Polar, por lo cual se observaron 20 series de alturas absolutas de esta estrella, para el cálculo de latitud por el método ya indicado.

El 18 de enero, se despejó aún más y se pudieron efectuar asimismo, 40 series de alturas absolutas de la Polar.

Cabe mencionar, que en el modo de observación se hicieron dos modificaciones al método clásico; una debe la paternidad al Ing. Manuel Medina Peralta y consiste en que en lugar de que el observador dé el "up" tradicional al Secretario, al poner la estrella en coincidencia con el cruce de los hilos de la retícula y éste a su vez tome la hora, tratando a vista y oído de precisar el décimo de segun-

do, el mismo observador en esta modificación, toma la hora directamente, mediante unos auriculares con los cuales escucha la señal horaria (la WWV de Washington en este caso) y haciendo la coincidencia en un minuto exacto, evita fracciones y retardos, obteniendo una mucho mayor precisión; la segunda modificación es debida al desaparecido e insigne geodesta mexicano el Ing. Don Ricardo Toscano Barragán y consiste en separar las series, es decir, en lugar de hacer una puntería en posición inversa, efectuar las lecturas correspondientes, invertir luego el instrumento y hacer la misma operación en posición derecha, para finalizar así la serie, se hacen un número "n" de visadas en posición inversa, luego se invierte el instrumento y se efectúa el mismo número "n" de visadas en posición derecha; ya en el gabinete, se calculan todas las visadas por separado y se toman promedios de la primera con la última, la segunda con la penúltima y así sucesivamente, con lo cual, aumenta un poco el trabajo, pero también aumenta muy considerablemente el número de series que se pueden efectuar en un tiempo determinado en el campo.

Desgraciadamente los nublados en las noches sucesivas, se hicieron aún más densos impidiendo toda observación estelar. Con lo cual el último día de estancia en la isla, y ya que no se había podido hacer las observaciones de tiempo, se decidió obtener la longitud mediante observaciones del sol, efectuándose dicha mañana a temprana hora 20 series de este tipo de observación.

El Δt de los cronómetros fué controlado usando las señales horarias de la WWV de Washington y utilizando el método de "Coincidencias"; el cual consiste en lo siguiente: escuchando las señales de radio de tiempo medio, y a la vez, "viendo" el batir del cronómetro del tiempo sidéreo, se observa que en un momento dado ambas señales son unísonas y luego vuelven a desincronizarse; ahora bien, si se van contando mentalmente los segundos de la hora media, se podrá, en el segundo preciso en que ambos tiempos son unísonos, anotar la hora sidérea y la hora media en que esto ocurre, lo cual sucederá en un segundo exacto, evitándose la apreciación de las fracciones. Con la hora media anotada, (la cual es hora exacta, puesto que se tomó directamente de la WWV) se calcula la hora sidérea correcta, la cual se compara a su vez con la observada; la diferencia entre ambas será con su signo correspondiente el Δt del reloj. Por lo común basta tomar 3 "coincidencias" (las cuales ocurren en cinco minutos aproximadamente) para obtener una precisión de un centésimo de segundo. Para comparar el cronómetro de tiempo medio, se sigue igual procedimiento, sólo que haciendo uso esta vez del cronómetro de tiempo sidéreo, teniendo en cuenta al convertir la hora sidérea media, sumar algebraicamente el Δt correspondiente al cronómetro sidéreo, obtenido previamente. Cabe men-

cionar, que los cronómetros fueron controlados no sólo por el tiempo de observación, (sino también por lo contrario) durante todo el día, siguiendo el procedimiento anterior; y si no cada dos horas que es lo recomendable, sí con la mayor frecuencia que permitían las malas condiciones de recepción que se observaron durante todo el tiempo, principalmente durante el día.

La corrección por refracción, se efectuó mediante la aplicación de unas tablas publicadas por el Instituto de Geofísica tituladas "Tablas para el cálculo de la refracción atmosférica" por Manuel Medina Peralta y Enrique Cobo — 1957.

Estas tablas se formaron usando la fórmula de refracción atmosférica, desarrollada en el "Traité de Géodésie" de Tardi-Laclavere, Tomo II, Edición 1955. La cual es:

$$\rho = \rho_0 + \rho_0 A + [\rho_0 + \rho_0 A] B$$

en la cual: $\rho_0 = 60''.08 + \delta Z_0 - 0''.067 + \delta^3 Z_0$

$$A = \frac{\alpha t}{1 + \alpha t}; B = \frac{p}{760} - 1$$

en donde: Z_0 = distancia zenital observada

$\alpha = 0.00384$, t = temperatura libre

p = presión atmosférica en milímetros.

La latitud que se empleó como primera aproximación, se obtuvo de observaciones existentes.

Las fórmulas que se emplearon fueron las siguientes:

Para tiempo: $\cot \frac{1}{2} h = \csc (S - \varphi) \cos S \cot \frac{1}{2} Az$

donde $S = \frac{1}{2} (Z + \delta + \varphi)$.

Para longitud: $\lambda = H_0 - (h - H_p)$

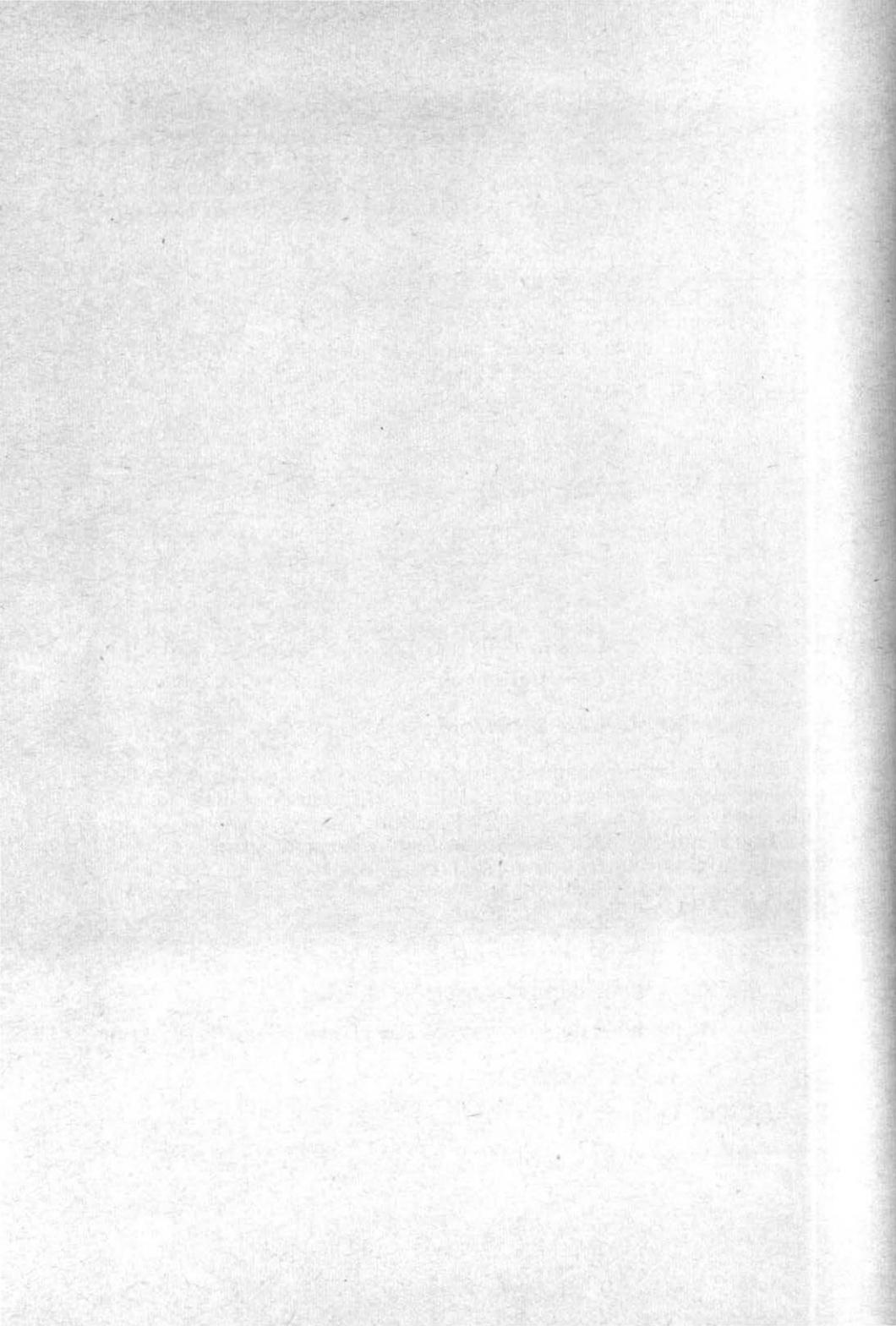
en donde H_0 = hora de observación + 7 horas

H_p = hora de paso del sol por el meridiano

h = ángulo horario.

Para latitud: Fórmula de Littrow

$$\varphi = \alpha - p \cos H + \frac{1}{2} p^2 \sin H \tan \alpha \sec 1''$$



18 ENERO

1- 1'	18 42	28.06	0.32	0.11
2- 2'		28.73	0.35	0.12
3- 3'		33.03	4.65	21.63
4- 4'		29.32	0.94	0.88
5- 5'		31.32	2.94	8.65
6- 6'		24.59	3.79	14.36
7- 7'		30.82	2.44	5.96
8- 8'		25.46	2.92	8.53
9- 9'		25.92	2.46	6.06
10-10'		25.48	2.90	8.41
11-11'		25.70	2.68	7.18
12-12'		27.12	1.26	1.59
13-13'		23.84	4.54	20.61
14-14'		20.20	8.18	66.91
15-15'		20.67	7.71	59.45
16-16'		24.83	3.65	13.32
17-17'		24.78	3.60	12.96
18-18'		27.03	1.35	1.83
19-19'		26.26	2.12	4.50
20-20'		25.44	2.94	8.64

Prom. Gral. 18°42'28.38"

$$En = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$$

$$\therefore En = \pm \sqrt{\frac{1489.63}{3540.00}}$$

$$\therefore En = \pm 0.65''$$

NOTA. Además de tomar la posición geográfica, se efectuaron otros trabajos tales como: nivelación trigonométrica del punto astronómico a la regla de mareas, determinación de la altura del "Monte Everman" por el mismo método, obtención del azimut astronómico de una línea dada, localización del vértice astronómico, etc., que se omiten, ya que estos trabajos fueron rehechos con mayor precisión en la segunda expedición y sus resultados correspondientes se consignan en la reseña de ésta.

III
TRIANGULACION

por Enrique Cobo

De la experiencia adquirida en la primera expedición, se proyectó efectuar la medida de la base en el paraje llamado "Campo Aéreo", localizado al sureste de la isla, el cual presentaba la topografía más viable para dicha medida.

El Dr. Julián Adem, Director del Instituto de Geofísica, nombró para efectuar estos trabajos a los señores Enrique Cobo, como Jefe de la Expedición, Francisco Grivel como segundo observador y José Lauro Ramírez como fotogrametrista; como personal proporcionado por la UNAM.

El día 17 de abril de 1958, fecha de salida fijada por la Secretaría de Marina, se trasladó el personal técnico al Puerto de Manzanillo, Col., por autotransporte, enviando el día anterior el equipo de trabajo en la camioneta del Instituto de Geofísica. El 18 y 19 de abril se efectuaron en el puerto, los arreglos de último momento aguardando asimismo el arribo de la Fragata "Papaloapan", a bordo de la cual venía desde Acapulco el material proporcionado por la Secretaría de Marina. A las cero horas del 20 de abril zarpó el personal y equipo en la Fragata "Tehuantepec", al mando del Capitán de Navío José Rivas Sáenz; cabe mencionar que junto con el personal técnico antes mencionado y con objeto de seguir la expedición en sus labores, partieron también el reportero del diario "La Prensa" José Angel Aguilar, el fotógrafo del mismo, José Manuel Ramírez y el camarógrafo de televisión Víctor Osegueda.

En cuanto zarpó la fragata se procedió a efectuar observaciones oceanográficas, tendientes a determinar las variaciones de temperatura y salinidad del agua, durante el recorrido del puerto de Manzanillo a la Isla Socorro (380 millas marinas). Para estas observaciones se efectuaron medidas cada hora, día y noche, estableciéndose turnos al efecto, a los cuales prestaron su colaboración los periodistas antes mencionados, por su alto concepto de compañerismo.

El martes 22 a las 7 horas, se recaló en la bahía Rafael Castellán Orta, dedicando el día al desembarco del personal y equipo.

El día 23 de abril, se procedió a desembarcar el equipo y organizar el plan de expediciones de reconocimiento a efectuar. El jueves 24 a las 5 a.m. se inició la ascensión al "Monte Everman", lograda su cumbre después de seis horas y media de penosa ascensión. Se tomaron visuales y rumbos, a los puntos probables de vértices laterales y se instalaron los vértices y señales correspondientes a los dos vértices situados en la cumbre del mismo; cabe hacer notar, que por la configuración particular de su cima, desde un solo punto de la misma no hay visibilidad completa de todo el litoral, ahora bien, esta dificultad podía ser resuelta construyendo

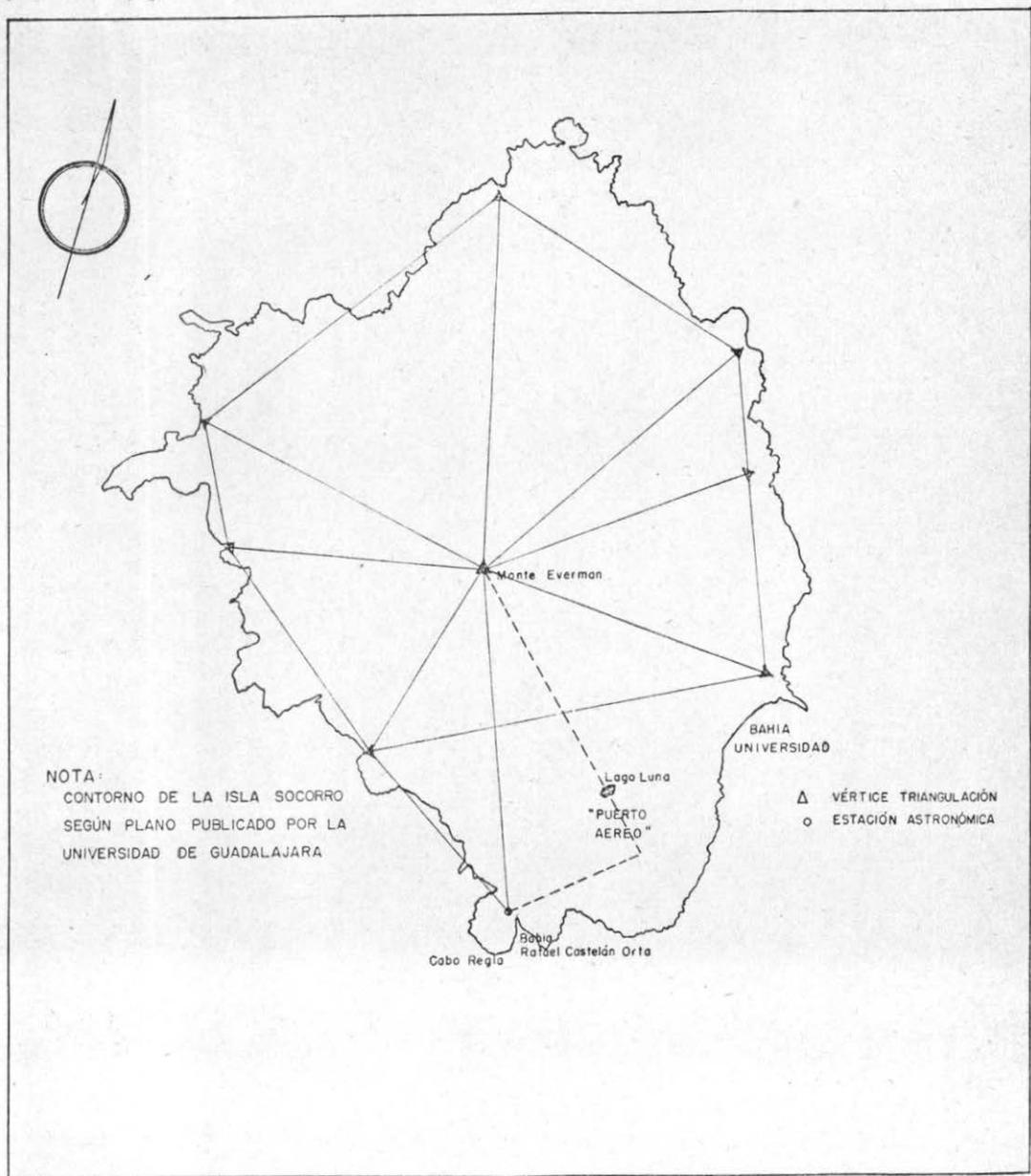
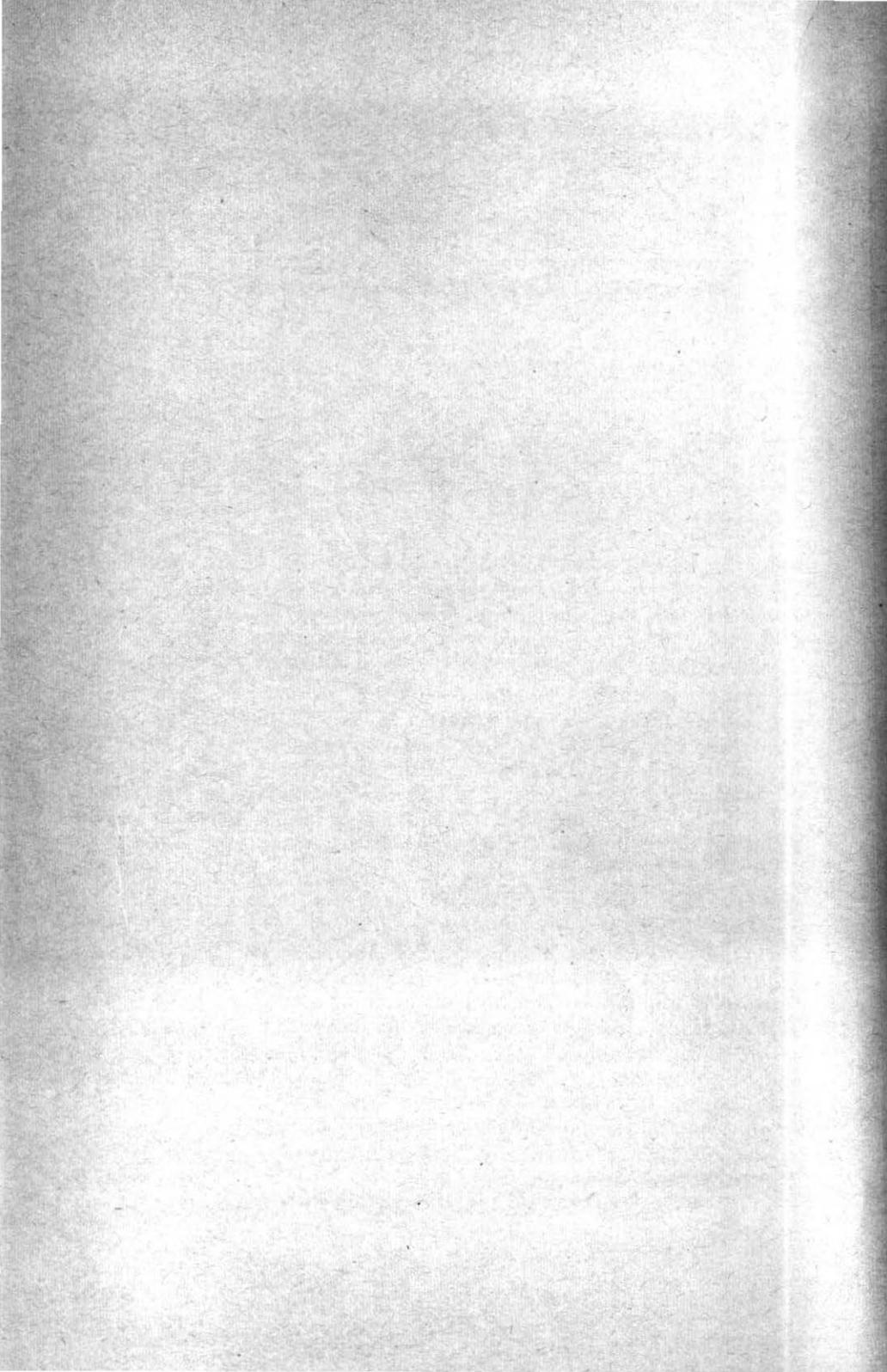


FIGURA 1 / Proyecto de la triangulación en la Isla Socorro.



para los desplazamientos de los mismos, se hizo imposible otro tipo de señalamiento. Consistían éstas, en un mástil rectangular de madera con una sección de 4" x 4", y largo de 2 mts.; a un tercio aproximado de su altura se colocaron dos travesaños formando una cruceta, de aproximadamente 80 cms. de extensión; en la parte superior se colocó una banderola de tela color amarillo, de 50 cm. x 1 m.; se fijaron estas señales en el terreno por medio de tres contravientos de alambre de acero de $\frac{1}{8}$ ", anclados por medio de tres tubos de acero empotrados firmemente en el suelo. Para su mayor visibilidad, se pintaron las crucetas de blanco [Fig. 3].

El viernes 25, con los rumbos obtenidos, se proyectaron los probables vértices laterales y se organizó la expedición para el día siguiente.

El sábado 26, salió una brigada de exploración, para establecer el vértice y la señal correspondiente en el "Cerro Colorado". En este cerro se tomaron rumbos de las visuales a las eminencias aledañas propicias para establecer nuevos vértices. Mientras tanto Enrique Cobo, nivelaba el tramo correspondiente, entre el vértice "astronómico", establecido en la primera expedición y el "O" de la regla del mareógrafo, con objeto de poder determinar las alturas de todos los vértices de la triangulación, con respecto al nivel del mar. Conviene mencionar, que debido al escaso tiempo de funcionamiento de dicho mareógrafo no se tienen datos precisos para determinar el nivel medio del mar y por lo tanto, las cotas que se presentan en este trabajo, se referirán al plan horizontal que pasa por el "O" de la regla del mareógrafo.

El domingo 27 del mismo mes, se procedió a hacer la observación angular, con estación en el punto "astronómico" (vértice núm. 1) y los vértices establecidos en "Cerro Colorado" (vértice núm. 2) y en el "Monte Everman" (vértice núm. 3), con objeto de referir las coordenadas del punto astronómico a los demás vértices de la triangulación. Conviene, para seguir con mayor claridad los desplazamientos de los expedicionarios, ver el plano de conjunto, al final de este trabajo. Esta observación, consistió en 12 vueltas de horizonte, utilizándose al efecto un teodolito de 1" de aproximación, marca Wild modelo T-2; obteniéndose para dicha observación un error probable, de:

$$E_p = \pm 2/3 \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \text{ en donde } [vv] = 489.80 \text{ y } n = 12, \text{ de donde:}$$

$$E_p = \pm 2/3 \sqrt{\frac{489.80}{12(12-1)}} = \pm 0".586$$

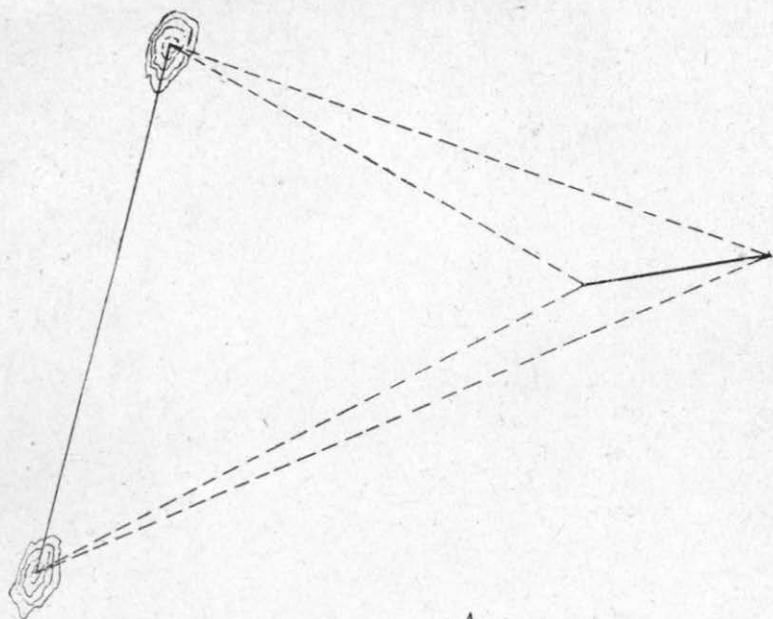


FIGURA 4

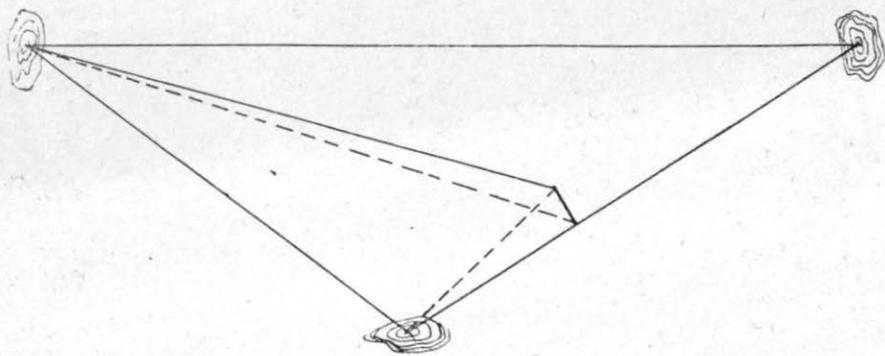


FIGURA 5

El jueves 30 de abril, se procedió a la medida de la base, para lo cual se utilizó una cinta de acero de 50 mts. de longitud, usándose con apoyo intermedio y dinamómetros en los extremos a 10 kg. de tensión, además se adosaron a la misma 2 termómetros "Fahrenheit", uno a la tercera parte y el otro a las dos terceras partes de la longitud.

El método que se siguió en la medida de la base fué el siguiente: Un ayudante mantenía una tensión constante de 10 kg. en el dinamómetro, con ayuda de una baliza hincada en el terreno y amarrada al dinamómetro para facilitar la conservación de la tensión requerida, y un observador mantenía fija la marca del "O" de la cinta, en coincidencia con la marca de la estaca, mientras tanto otro ayudante colocado en el extremo opuesto, mantenía en igual forma la tensión del dinamómetro y el otro observador a la voz de "up" dada por el observador del primer extremo, leía por medio de un doble decímetro de acero y aproximaba el diezmilímetro, la fracción en más o en menos comprendida entre la marca de la estaca y la del extremo de la cinta. A la mitad del tramo se colocaron apoyos intermedios, alinéandose éstos en el sentido vertical, en tal forma que la cinta describiera una línea recta en toda su longitud. Se hicieron 5 medidas en cada tramo y se adoptó el promedio. Igual procedimiento se siguió en sentido inverso.

A continuación se incluye el resumen del registro de campo correspondiente a estas medidas.

MEDIDA BASE

Fecha: 30 de abril de 1958

Observó: E. Cobo y F. Grivel

Lugar: Cabo Regla, Isla Socorro, Col.

Secretario: J. L. Ramírez

Tramo	Primera vuelta	Segunda vuelta	Temperatura	
			1a. vuelta	2a. vuelta
0-1	42.75 + 0.0601	+ 0.0601	30.6	30.8
1-2	50.00 + 0.0065	+ 0.0070	30.6	30.8
2-3	50.00 + 0.1051	+ 0.1049	33.3	31.8
3-4	50.00 - 0.0645	- 0.0646	31.4	31.6
4-5	50.00 - 0.0723	- 0.0725	29.3	28.3
5-6	50.00 + 0.0589	+ 0.0593	29.8	28.8
6-7	50.00 + 0.0830	+ 0.0833	27.2	27.5
7-8	43.25 + 0.0347	+ 0.0348	27.5	28.4

Correcciones a la medida de la base. Las correcciones que deben efectuarse a una longitud medida con cinta son las siguientes:

- a) Por temperatura
- b) Por reducción al horizonte
- c) Por alineación
- d) Por catenaria
- e) Por tensión

Como la cinta se compró en las mismas condiciones que las usadas, es decir, a una tensión de 10 kg. y con apoyo intermedio, no se aplicaron las correcciones "d" y "e"; y aunque los dinamómetros al ser comparados no marcaron exactamente los 10 kg., la diferencia es muy pequeña y la corrección es despreciable y por lo tanto no se tomó en cuenta. Como no se encontraron obstáculos naturales que impidieran la visibilidad entre ambos extremos de la base, la alineación se hizo directamente y por lo tanto tampoco se hizo necesario aplicar la corrección "c".

Las condiciones en que se hizo la comparación de la cinta según certificado cuya copia se presenta a continuación en hoja aparte [Fig. 6] son las siguientes:



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CANTERÍA

Cable de Geografía

CERTIFICADO N.º. 100

Comprobatario emitido por el Sr. Jefe del Servicio P.

Las plantas que se usaron

El día 10 de Mayo de 1956 en la ciudad de Tacubaya, D. F.

El Sr. Jefe del Servicio P.

(Firmado y sellado)

CONDICIONES EN QUE SE HIZO LA COMPARACION.

- A.-Tensión _____ Kgs. Temperatura _____ y apoyado el longímetro en toda su longitud sobre un plano horizontal.
- B.-Tensión _____ Kgs. Temperatura _____ y en catenaria libre. Quedando a nivel las dos rayas cuya distancia se determina.
- C.-Tensión 10 Kgs. Temperatura 19° 9 C. y en catenaria con un apoyo intermedio colocado en 25m. m. a nivel con las rayas extremas.

OBSERVACIONES

Los dinamómetros usaron, respectivamente, a 10 kg., lo siguientes

CONDICIONES	Rayas de longímetro cuya distancia se determinó	DISTANCIA
A		
B		
C	0 - 50	80.9947m.

OPERADORES: Ing. Gudiño, Sr. Rojas y Sr. González.

Tacubaya, D. F. a 10 de mayo de 1956

EL JEFE DEL COMPARADOR.

ING. ROBERTO GUDIÑO AGUILAR

Tensión 10 kg., temperatura 19°9 C., y en cuanto a catenarias se refiere, con un apoyo intermedio a 25 mts. y a nivel con los extremos.

Corrección por temperatura. Ahora bien, como el coeficiente de dilatación de la cinta es el alargamiento que sufre un metro de longitud al aumentar la temperatura 1°C., la corrección a una longitud L' de tramo, cuando la temperatura a la hora de la medida es T' siendo T la temperatura a la cual la cinta tiene la longitud de 50 mts., está dada por la fórmula:

$$C = KL' (T' - T) = 0.000011 (T' - T) L'$$

Esta corrección es positiva o negativa según que la temperatura a la hora de la medida sea mayor o menor que la correspondiente a la longitud exacta de la cinta.

Cabe mencionar, que tanto el tramo inicial como el final, son menores a 50 mts., cosa que determinó la topografía propia del terreno, que obligaba: o a tomar una longitud de base aproximadamente de 250 mts., o bien a medir fracciones de tramo para obtener mayor longitud y a la vez obtener visibilidad a los vértices con los cuales se ligó la base.

TRAMO 1-0

$$\begin{aligned} 1a. \text{ vuelta } C_1 &= 0.00047 (30.6 - 19.9) = + 0.0039 \\ 2a. \text{ vuelta } C_1 &= 0.00047 (30.8 - 19.9) = + 0.0040 \end{aligned}$$

TRAMO 1-2

$$\begin{aligned} 1a. \text{ vuelta } C_2 &= 0.00055 (30.6 - 19.9) = + 0.0046 \\ 2a. \text{ vuelta } C_2^1 &= 0.00055 (30.8 - 19.9) = + 0.0060 \end{aligned}$$

TRAMO 2-3

$$\begin{aligned} 1a. \text{ vuelta } C_3 &= 0.00055 (33.3 - 19.9) = + 0.0061 \\ 2a. \text{ vuelta } C_3^1 &= 0.00055 (31.8 - 19.9) = + 0.0052 \end{aligned}$$

TRAMO 3-4

$$\begin{aligned} 1a. \text{ vuelta } C_4 &= 0.00055 (31.4 - 19.9) = + 0.0050 \\ 2a. \text{ vuelta } C_4^1 &= 0.00055 (31.6 - 19.9) = + 0.0051 \end{aligned}$$

TRAMO 4-5

$$\begin{aligned} 1a. \text{ vuelta } C_5 &= 0.00055 (28.3 - 19.9) = + 0.0033 \\ 2a. \text{ vuelta } C_5^1 &= 0.00055 (29.3 - 19.9) = + 0.0039 \end{aligned}$$

TRAMO 5-6

$$1a. \text{ vuelta } C_6 = 0.00055 (29.8 - 19.9) = + 0.0041$$

$$2a. \text{ vuelta } C_6^1 = 0.00055 (28.8 - 19.9) = + 0.0037$$

TRAMO 6-7

$$1a. \text{ vuelta } C_7 = 0.00055 (27.2 - 19.9) = + 0.0027$$

$$2a. \text{ vuelta } C_7^1 = 0.00055 (27.5 - 19.9) = + 0.0029$$

TRAMO 7-8

$$1a. \text{ vuelta } C_8 = 0.00048 (27.5 - 19.9) = + 0.0025$$

$$2a. \text{ vuelta } C_8^1 = 0.00048 (28.4 - 19.9) = + 0.0027$$

Corrección por desnivel. Para esta corrección la fórmula que suele usarse es la siguiente:

$$C = - \frac{h^2}{2L'} - \frac{h^4}{8L'^2}$$

Como basta llevar la aproximación hasta el diezmilímetro, se puede despreciar el segundo término, cuando los desniveles son menores de medio metro.

Aplicando esta corrección se tendrá:

TRAMO 0-1

$$C_1 = - \frac{9.3391}{85.6202} - \frac{87.2191}{14661.6373} = 0.1150$$

TRAMO 0-2

$$C_2 = - \frac{0.0014}{100.0130} = - 0.0000$$

TRAMO 2-3

$$C_3 = - \frac{2.3348}{100.2102} - \frac{5.4512}{20084.1680} = - 0.0236$$

TRAMO 3-4

$$C_4 = - \frac{0.1109}{99.8710} = - 0.0011$$

TRAMO 4-5

$$C_5 = - \frac{12.0617}{99.8554} - \frac{145.4853}{19942.2016} = - 0.1281$$

TRAMO 5-6

$$C_6 = - \frac{1.3596}{100.1178} = - 0.0136$$

TRAMO 6-7

$$C_7 = - \frac{2.7423}{100.1660} - \frac{7.5203}{20066.4544} = - 0.0278$$

TRAMO 7-8

$$C_8 = - \frac{0.0077}{86.5696} = - 0.0000$$

LONGITUD DE LA BASE CORREGIDA

1a. Vuelta

Tramo.	Longitud tramo.	Corr. Temp.	Corr. Desn.	Long. corregida
0—1	42.8101	+ 0.0039	— 0.1150	42.6990
1—2	50.0065	+ 0.0046	—	50.0111
2—3	50.1051	+ 0.0061	— 0.0236	50.0876
3—4	49.9355	+ 0.0050	— 0.0011	49.9394
4—5	49.9277	+ 0.0033	— 0.1281	49.8029
5—6	50.0589	+ 0.0041	— 0.0136	50.0494
6—7	50.0830	+ 0.0027	— 0.0278	50.0579
7—8	43.2847	+ 0.0025	—	43.2872
				$\Sigma = 385.9345$

2a. Vuelta

0—1	42.8101	+ 0.0040	— 0.1150	42.6991
1—2	50.0070	+ 0.0047	—	50.0117
2—3	50.1049	+ 0.0052	— 0.0236	50.0865
3—4	49.9354	+ 0.0051	— 0.0011	49.9394
4—5	49.9275	+ 0.0039	— 0.1281	49.8030
5—6	50.0833	+ 0.0029	— 0.0136	50.0494
6—7	50.0833	+ 0.0029	— 0.0278	50.0584
7—8	43.2848	+ 0.0027	—	43.2878

$$\Sigma = 385.9353$$

Longitud base = 385.9349

Error probable y precisión de la base. El error probable de la base, es igual a la raíz cuadrada de la suma de los errores probables de cada tramo, donde:

$$E_p = \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots + E_n^2}$$

$$\text{siendo } E_1 = \pm 2/3 \sqrt{\frac{[vv]_1}{n(n-1)}} ; E_2 = \pm 2/3 \sqrt{\frac{[vv]_2}{n(n-1)}} ; \text{etc.}$$

por lo tanto:

$$E_p = \pm \sqrt{0 + 7.84 + 27.04 + 0 + 3.61 + 0 + 5.76 + 2.25}$$

$$\therefore E_p = \pm 0.0007$$

La precisión es la relación inversa del error probable entre la longitud de la base, de donde:

$$P = \frac{E_p}{L}$$

$$P = 1 : 551.428$$

El 10. de mayo, en virtud de tener prácticamente elaborado el proyecto definitivo y con objeto de acelerar el ritmo del trabajo, se encargó a José Lauro Ramírez del señalamiento sucesivo de todos los vértices, empezando ese día por explorar la Bahía Grayson, y fijar el vértice y señal correspondiente. Esta expedición, se efectuó en la lancha del Sector Naval.

Mientras tanto Enrique Cobo y Francisco Grivel, llevaban a efecto las observaciones angulares con estación sucesiva en los extremos de la base y visuales a los vértices "Cerro Colorado", "Cerro Partido" y el extremo no ocupado a la sazón de la base. Para estas observaciones se efectuaron 9 series de lecturas en inversa y derecha: la tabla que se dá a continuación, para el cambio de origen en cada vuelta, con objetivo de disminuir la influencia de los errores que pudiera tener la graduación del limbo horizontal, es la empleada en todas las observaciones angulares que se efectuaron.

Vuelta	Derecha	Inversa
1	00	180
2	20	200
3	40	220
4	60	240
5	80	260

6	100	280
7	120	300
8	140	320
9	160	340
-	180	360

La tabla anterior como se puede observar se refiere únicamente a los grados cerrados, ahora bien, en cuanto a los minutos y segundos también se modifican sucesivamente, agregando en cada vuelta 66°.

El método de medida, fué el llamado "Direcciones", el cual consiste, en visar la señal que se escoja como origen, poniendo a continuación la primer lectura (según la tabla anterior), luego con el movimiento particular del aparato visar la segunda y efectuar las lecturas correspondientes, así sucesivamente con todas las señales por visar, completando así la vuelta de horizonte; luego se invierte el instrumento y se visa la última señal, efectuando la lectura que se obtenga y se sigue recorriendo en sentido contrario, hasta finalizar en la primer señal, con lo cual se completa la observación de una serie o vuelta. Se repite en igual forma la operación para todas las vueltas, cambiando sólo el origen de lectura, tal como se indicó anteriormente.

El 2 de mayo, la brigada de reconocimiento, salió por vía marítima hacia el llamado "Cerro Quemado", pero debido al fuerte viento reinante, el mar se encontraba sumamente picado e impidió todo desembarco.

La brigada de observación, partió muy de mañana hacia el vértice situado en "Cerro Colorado", con objeto de completar la observación antes que el sol calentara demasiado la atmósfera, pues se había observado que en los días en que la temperatura era muy elevada, se hacía impracticable la observación, pues la reverberación era sumamente fuerte. Llegando a la cumbre de este cerro, se efectuó la observación con visuales a los vértices situados respectivamente en "Cerro Grayson", "Monte Everman", "Cerro Partido", "Extremo Este base" y "Extremo Oeste base". La observación se efectuó, dando 9 vueltas de horizontes, en la forma antes descrita.

El 3 de mayo, la brigada de reconocimiento, partió en la madrugada hacia "Cerro Quemado", arribando al mismo, se encontró que no había visibilidad hacia la región noreste del litoral de la isla, donde se había proyectado el siguiente vértice, pues esta región estaba formada por un macizo sumamente quebrado que bajaba paulatinamente desde las mismas faldas del "Monte Everman" hasta la costa. Se determinó más tarde explorar con detenimiento esta región, para decidir cómo se podría modificar el proyecto de la triangulación. Una vez instalada la señal, esta brigada tuvo que escapar violentamente,

pues se declaró fuerte incendio en el mismo cerro donde se encontraba.

La brigada de observación, salió a "Cerro Partido", donde se tenía que observar visuales a "Extremo Este base", "Extremo Oeste base", "Cerro Colorado", "Monte Everman" y la señal que se instalaría poco antes de la observación en "Cerro Quemado"; pero al declararse el incendio en este último montículo, fué tal la cantidad de humo que se desprendía del mismo, que se hizo materialmente imposible ver la señal y tuvo que reducirse la observación a sólo los cuatro primeros vértices mencionados. La observación se desarrolló con toda normalidad a pesar del fuerte viento que acosó constantemente a los observadores.

El domingo 4 de mayo, tanto porque así lo exigía el trabajo, como para dar un respiro a los expedicionarios, se dedicó a trabajos de gabinete, tales como el cálculo de direcciones y cierre de figuras completadas hasta la fecha.

Ya con la certidumbre, de que el guardacostas que se ofreciera para ayudar a los trabajos, no arribaría a la isla por descompostura del mismo, se decidió seguir el trabajo en la lancha del Sector Naval, a pesar de encontrarse en muy malas condiciones, pero esta decisión se hacía imperiosa si se quería dar cima a la triangulación, ya que los puntos restantes a observar, estaban situados por necesidad fuera del alcance terrestre que se podía alcanzar; bastará el siguiente ejemplo para comprender la situación: el punto más cercano al campamento, al que se tenía que arribar, era la Bahía 'Grayson', a la cual se hacía por mar (en la lancha del Sector) poco más de una hora de recorrido, en cambio por tierra y sin llevar equipo de ninguna naturaleza se hacían alrededor de 15 horas. Además de lo anterior, se temía pudiera llegar la época de los ciclones frecuentes en esta región, con el consiguiente trastorno para el trabajo.

El 5 de mayo, estando ya embarcadas en la lancha del Sector Naval las dos brigadas, fué imposible ponerla en marcha, teniendo que posponer la expedición para el día siguiente, previa reparación de la misma. El tiempo se utilizó, en limpieza y ordenamiento del instrumental.

El martes 6 de mayo, reparada la embarcación al menos provisionalmente, se desembarcó la brigada de observación en la Bahía Grayson desde donde se inició el escalamiento del montículo del mismo nombre. Ya en éste, se instaló el instrumento en espera de que apareciera la señal en la "Lengüeta", pequeña península formada de lava, sin vegetación ninguna y de muy difícil y peligroso acceso. Aparecida ya la señal se procedió a efectuar la observación angular, visando respectivamente en 9 series los vértices situados en "Lengüeta", "Monte Everman" y "Cerro Colorado".

Mientras tanto la brigada de exploración se desembarcaba en otra península como a 4 km. de la "Lengüeta", llamada "Lengüeta del Islote", en la cual se instaló el vértice y señal correspondiente. Hecho esto, volvieron en la lancha a recoger a la brigada de observación, que los aguardaba en la "Bahía Grayson", para desembarcar esta última en la "Lengüeta", operación sumamente difícil, pues se tenía que subir un cantil casi a pico y de una altura como de 40 metros, además las paredes del mismo al apoyarse se desmoronaban provocando derrumbes. Ya en la cumbre, se descubrió que la visibilidad era nula al siguiente vértice, pero se podía subsanar demoliendo una roca, pero tanto por falta de medios para el objeto como por falta de tiempo por ser avanzada la hora, se dejó esto para más adelante y se efectuó la observación de rutina, sólo con visuales al "Monte Everman" y al "Cerro Grayson".

El 7 de mayo, partieron a bordo de la lancha nuevamente las dos brigadas, enfrentándose a un mar sumamente picado, que hacía temer por la integridad de los desembarcos. Afortunadamente tras dos horas de intranquila navegación, se logró desembarcar a la brigada de observación a las faldas del "Cerro del Islote", continuando la embarcación con la brigada de exploración hacia el norte de la isla, en cuyas inmediaciones, se pensó situar el siguiente vértice.

La brigada de observación tras rápido reconocimiento y ya en la cumbre del vértice citado, decidió cambiar la señal a unos 20 mts. de donde se encontraba (como se recordará no se había visado en la observación anterior), desde donde era posible observar la señal del vértice anterior; con lo cual y tras de aprontar el instrumento y al aparecer la próxima señal ya en la punta norte, se efectuó la observación de rutina con 9 series y visuales a "Cerro La Prensa" (nombre en honor de los compañeros periodistas que acompañaban a la expedición), "Monte Everman" y "Lengüeta".

Al día siguiente 8 de mayo, se embarcan ambas brigadas, y con el fin de ir explorando al costear la isla, se remonta ésta por el lado "Este" del litoral. En el punto que pareció conveniente, se desembarcó la brigada de exploración y la lancha continuó con el resto de la expedición a la punta norte, donde se desembarcó con toda felicidad, pues en esta punta hay dos pequeñas playas de arena muy fina divididas por un montículo escarpado; cabe mencionar que estas playas son muy hermosas y se encuentran en ellas numerosos restos de naufragios, remotos y cercanos. Escalado el montículo donde se encuentra el vértice, se procede sin demora a observar como se ha indicado con visuales a "Cerro del Islote", "Monte Everman" y "Cerro del Naufragio" (eminencia situada como a un km. del "Cerro La Prensa" y el cual divide ambas playas); con este último cerro así como el "Monte Everman" y el "Cerro La Prensa" se obtiene un triángulo, poco mal conformado, pero del todo obligado, por la falta de visibilidad,

para la liga del trabajo. Terminada la observación, se desciende a la playa y se continúa el escalamiento del montículo que divide ambas playas y efectuar así la observación con visuales a "Cerro La Prensa", "Monte Everman" y "Cerro Cabezón" (señal que acaba de instalar la brigada de exploración).

El 9 de mayo, se hace imposible salir por nuevo desperfecto de la lancha, y se dedica el día a cálculos de gabinete.

El sábado 10 de mayo, se sale por vía marítima hacia el vértice situado en "Cerro Quemado", desembarcando en un paraje ubicado a unos dos km. del mismo. Una vez llegado al vértice, se procede a observar las direcciones compuestas entre este cerro y el "Monte Everman" y "Cerro Partido". Se retorna al sitio donde se dejó la lancha y se embarca de nuevo, continuando costeano hasta llegar a las inmediaciones del "Cerro Partido"; como se observó muy peligroso el desembarco, por las numerosas rompientes, el Jefe de la Expedición trata de reconocer el terreno y si es posible desembarcar (todo esto en la pequeña panga de desembarco), lo cual logra al cabo de vencer numerosas dificultades, ya logrado esto se transporta al segundo observador y a los aparatos indispensables así como a un solo ayudante, con lo cual los tres emprenden muy accidentado camino al "Cerro Partido", donde se efectúa la observación de rutina con sólo visuales al "Monte Everman" y "Cerro Quemado", pues como se recordará, sólo faltaba este ángulo ya que su observación fue del todo imposible el día que se declaró el incendio.

El domingo 11 de mayo, en vista de lo extenuoso de las jornadas anteriores, se decreta día de descanso total para todos los expedicionarios.

El día 12 de mayo, la brigada de observación compuesta como ya se ha dicho por Enrique Cobo y Francisco Grivel más dos infantes de marina, se refuerza esta vez con 5 marinos más y en la madrugada se emprende el ascenso del "Monte Everman", a cuya cumbre se llega sobre las 11 de la mañana. Se instala un campamento sumamente rudimentario a un lado de las fumarolas y a unos 200 mts. de la cumbre del volcán, hecho lo cual, se procede a efectuar las observaciones desde el vértice sur, lo cual se logra satisfactoriamente a pesar de un forísimo viento que acosa constantemente a los observadores.

El martes 13 de mayo, tras haber pernoctado en el campamento provisional, se encuentran los observadores desde muy temprana hora, para efectuar su trabajo en el vértice norte, pero nubes bajas y espesas cubrían toda la región norte, sólo a las 10 de la mañana se despejó pudiéndose realizarse la observación, aunque siempre obstaculizados por muy fuerte viento.

El miércoles 14, se dedicó a trabajos de gabinete por la mañana y por la tarde a observar el sol para obtener el azimut astronómico de la línea base, para lo cual se efectuaron 4 series, tomándose ade-

más la providencia de referir la línea al azimut tomado en la primera expedición.

El jueves 15 de mayo, se espera el arribo del Guardacostas G-35 a bordo del cual, venía el nuevo Comandante del Sector Naval; lo cual aconteció al medio día. Como todos los miembros del Sector deberían dar la bienvenida al nuevo Comandante y ser también éste el deseo de los expedicionarios, se suspendieron todos los trabajos en esta jornada.

El viernes 16 de mayo, todos los expedicionarios se embarcaron en la lancha, desembarcando a la brigada de observación en la península denominada "La Lengüeta", desembarco sumamente penoso, pero al fin logrado, con lo cual y previa demolición de algunas rocas que estorbaban la visibilidad, al vértice situado en "Cerro del Islote", se observó la dirección faltante. Ya en la embarcación, se enfiló a la punta norte y en las inmediaciones de una de las playas situadas en ésta, la embarcación sufrió un desperfecto definitivo. Tras muchas fatigas, se fondeó la embarcación a fin de que no sufriera el arrastre hacia alta mar y se desembarcó en la pequeñísima panga, con lo cual todos los miembros de la expedición quedaron a salvo en tierra, pero totalmente aislados y sin medios de transporte al campamento y careciendo de agua y alimentos. En la imposibilidad de remediar la situación y sin más oportunidad que esperar auxilios del Sector Naval cuando notasen la desaparición, se procedió aprovechando que el percance los había arrojado al sitio de trabajo, a fijar y señalar el vértice auxiliar "V", por medio del cual y el vértice situado en el montículo que divide ambas playas y que desde ese día tomó el nombre de "Cerro del Naufragio", se situaría por el método llamado de "Intersecciones", el vértice situado en el "Cerro Cabezón", pues desde este último, era del todo imposible visar cualesquiera de los otros vértices, cosa que acontecía con toda la franja de terreno comprendida entre la costa noreste y el "Monte Everman", pues como ya se indicó su conformación es un conjunto interminable de cerros y barrancas, donde se hacía imposible toda visual aceptable en cuanto a longitud se refiere; pero como esta franja no podía quedar sin control terrestre, se adoptó el citado vértice del "Cerro Cabezón", cuya ubicación servía magníficamente al objeto.

Una vez instalada la señal en el vértice "V", se procedió a observar las visuales a "V", "Cerro Cabezón", y "Cerro La Prensa", con estación en "El Cerro del Naufragio" y posteriormente, las visuales al "Cerro del Naufragio", "Cerro Cabezón" y "Cerro La Prensa", con estación en el punto auxiliar "V", para finalizar, haciendo estación en el "Cerro La Prensa", visando esta vez "El Cerro del Naufragio" y el vértice auxiliar "V". Para la noche se prendió gran fogata con los restos de naufragios y se establecieron guardias

de una hora, para vigilar la hoguera y el probable arribo del esperado socorro. Transcurrida sin novedad la noche, a las siete de la mañana del día siguiente, llegó el tan deseado auxilio, con el arribo del Guardacostas G-35.

A las 5 de la tarde, de ese mismo día 17 de mayo, zarpó el mismo Guardacostas G-35, con los expedicionarios arribando a Manzanillo a las 8 de la mañana del 19 del mismo mes. Para salir el mismo día por carretera todos los expedicionarios y llegar a la capital, el martes 20 de mayo de 1958.

A continuación se presenta el estado de direcciones y el cierre de figuras en la inteligencia que los ángulos dados, corresponden al promedio de las 18 lecturas provenientes de 9 vueltas de horizonte. Más adelante, se presenta el cálculo de la compensación así como el de coordenadas de todos los vértices.

RELACION DE DIRECCIONES OBSERVADAS

Estación	Punto visado	Dirección			NOTAS
Extremo W (base)	2	0°	00'	00.00	Nomenclatura: Vértice
	4	67	20	59.73	
Extremo E (base)	Extremo E	92	12	35.44	4 Cerro Partido
	(base)				2 Cerro Colorado
Extremo E (base)	Extremo W	0	00	00.00	3—S Monte Everman
	(base)				11 Cerro Quemado
4	2	81	08	47.66	5 Cerro Grayson
	4	152	05	56.88	6 Vértice Lengüeta
2	Extremo E (base)	0	00	00.00	7 Cerro del Isote
	Extremo W (base)	3	02	35.54	
11	2	58	01	06.41	
	3—S	93	12	15.28	
5	11	147	11	16.65	
	5	0	00	00.00	
6	3—S	60	16	39.14	
	4	175	14	23.75	
6	Extremo E (base)	226	16	17.98	
	Extremo W (base)	232	54	57.10	
5	4	0	00	00.00	
	3—S	91	11	01.27	
6	2	0	00	00.00	
	3—S	46	31	48.01	
6	6	173	21	00.11	
	5	0	00	00.00	
	3—S	29	31	14.83	
	7	106	58	56.44	

Estación	Punto visado	Dirección	NOTAS
7	3—N	0° 00' 00.00"	Vértices
	8	59 42 52.70	8 Cerro La Prensa
8	7	0 00 00.00	
	3—N	65 36 01.36	9 Cerro del Naufragio
	V	130 04 07.69	V Cerro del Engaño
	9	180 25 43.16	10 Cerro Cabezón
9	8	0 00 00.00	
	V	29 25 37.84	
	3—N	57 25 48.60	
	10	102 02 11.45	
V	8	0 00 00.00	
	9	100 12 42.16	
	10	200 29 24.68	
3—S	11	0 00 00.00	
	4	34 49 55.93	
	2	64 41 00.25	
	5	137 52 29.70	
	6	161 32 03.05	
	7	188 39 54.76	
3—N	7	0 00 00.00	
	8	54 41 02.02	
	9	62 25 27.69	

CIERRE DE FIGURAS

Estación	Angulos	Estación	Angulos
Extremo W (base)	67° 20' 59.73	7	75° 24' 24.28
	24 51 35.71	6	77 27 41.61
Extremo E (base)	81 08 47.66	3—S	27 07 51.71
	70 57 09.22		$\Sigma = 179 \ 59 \ 57.60$
4	3 02 35.54		Cierre = + 2.40
	54 58 30.87		
2	51 01 54.23	7	59° 42' 52.70
	6 38 39.12	3—N	54 41 02.02
	$\Sigma = 360 \ 00 \ 12.08$	8	65 36 01.36
	Cierre = - 12.08		$\Sigma = 179 \ 59 \ 56.08$
			Cierre = + 3.92
2	114° 57' 44.61		
4	35 11 08.87	8	114° 49' 41.80
3—S	29 51 04.32	9	57 25 48.60
	$\Sigma = 179 \ 59 \ 57.80$	3—N	7 44 25.67
	Cierre = + 2.20		$\Sigma = 179 \ 59 \ 56.07$
			Cierre = + 3.93
4	53° 59' 01.37		
11	91 11 01.27	8	50° 21' 35.47
3—S	34 49 55.93	9	29 25 37.84
	$\Sigma = 179 \ 59 \ 58.57$	V	100 12 42.16
	Cierre = + 1.43		$\Sigma = 179 \ 59 \ 55.47$
			Cierre = + 4.53
5	46° 31' 48.01		
2	60 16 39.14	Error de cierre promedio por	"
3—6	73 11 29.45	ángulo =	1.06
	$\Sigma = 179 \ 59 \ 56.60$		
	Cierre = + 3.40		
6	29° 31' 14.83		
5	126 49 12.10		
3—S	23 39 33.35		
	$\Sigma = 180 \ 00 \ 00.28$		
	Cierre = - 0.28		

COMPENSACION DEL CUADRILATERO WE 4 2 POR EL METODO DE "MINIMOS CUADRADOS".

Angulos observados.	Log. seno ángu- los impares.	Log. seno ángu- los pares.	Dif. log 1"	Diferencia ²	
1	24°	51'	35.71	46	2116
2	81	08	47.66	3	9
3	70	57	09.22	8	64
4	3	02	35.54	396	156816
5	54	58	30.87	14	196
6	51	01	54.23	17	289
7	6	38	39.12	181	32761
8	67	20	59.73	8	64
$\Sigma = 360$	00	12.08	$\Sigma = 8.5757894$	249	424
			$\Sigma = 8.5756386$	249	192315

$\omega = 360^\circ - \Sigma \text{ ang.} = 12.08$
 $\beta_2 = \Sigma \text{ dif. log 1", "impares"} - \Sigma \text{ dif. log 1", "pares"} = 175$
 CALCULO DE ω_1
 Angulos

$5 + 6 = 106^\circ 00'$ 25.10
 $-(1 + 2) = -106 00$ 23.37

$\omega_1 = + 1.73$
 CALCULO DE β_2 y β_2^2

$d_3 + d_s = 16$ $k_1 = \frac{1}{4} (\omega_1 - \beta_1 k_4)$
 $-(d_1 + d_r) = \frac{577}{\beta_2 = -561}$ $k_2 = \frac{1}{4} (\omega_2 - \beta_2 k_4)$
 $\beta_2^2 = 314721$

$\omega_4 = \log \text{sen "pares"} - \log \text{sen "impares"} = - 1508;$
 CALCULO DE β_1 y β_1^2

$7 + 8 = 73^\circ 59'$ 38.85 $d_1 + d_6 = 63$
 $-(3 + 4) = -73 59$ 44.76 $-(d_2 + d_5) = - 17$

$\omega_2 = - 5.91$
 FORMULAS PARA EL CALCULO DE LAS "K"

$k_3 = \frac{1}{8} (\omega_3 - \beta_3 k_4)$
 $k_4 = \frac{2 \beta_1 \omega_1 + 2 \beta_2 \omega_2 + \beta_3 \omega_3 - 8 \omega_4}{2 (\beta_1^2 + \beta_2^2) + \beta_3^2 - 8 (d^2)}$

$\beta_1 = + 46$
 $\beta_2^2 = 2116$

CALCULO DE k_4

$2 \beta_1 \omega_1 = 159.16$	$2 (\beta_1^2 + \beta_2^2) = 633674$
$2 \beta_2 \omega_2 = 6631.02$	$\beta_2^3 = 30625$
$\beta_3 \omega_3 = 2114.00$	
$- 8 \omega_4 = 12064.00$	$- 8 (d^2) = 1538520$
Numerador 20968.18	Denominador = -874221
$k_4 = - 0.02398$	

CALCULO DE k_1

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 1.730 \\ - \beta_1 k_4 &= 1.103 \\ \hline 4k_1 &= 2.833 \\ k_1 &= 0.708 \end{aligned}$$

CALCULO DE k_2

$$\begin{aligned} \omega_2 &= - 5.910 \\ - \beta_2 k_4 &= - 13.453 \\ \hline 4k_2 &= - 19.363 \\ k_2 &= - 4.841 \end{aligned}$$

CALCULO DE k_3

$$\begin{aligned} \omega_3 &= - 12.08 \\ - \beta_3 k_4 &= - 4.196 \\ \hline 8k_3 &= - 16.276 \\ k_3 &= - 2.034 \end{aligned}$$

AUXILIARES

$$\begin{aligned} k_1 + k_3 &= - 1.326 \\ k_2 + k_3 &= - 6.875 \\ - k_1 + k_3 &= - 2.742 \\ - k_2 + k_3 &= - 2.807 \end{aligned}$$

FORMULAS PARA EL CALCULO DE LAS "V"

$v_1 = k_1 + k_3 + d_1 k_4$	$v_5 = k_3 - k_1 + d_5 k_4$
$v_2 = k_1 + k_3 - d_2 k_4$	$v_6 = k_3 - k_1 - d_6 k_4$
$v_3 = k_2 + k_3 + d_3 k_4$	$v_7 = k_3 - k_2 + d_7 k_4$
$v_4 = k_2 + k_3 - d_4 k_4$	$v_8 = k_3 - k_2 - d_8 k_4$

Núm.	Angulos Observados.	d k ₁	V	Angulos Compensados	Núm.
1	24° 51' 35.71"	- 1.103	- 2.429	24° 51' 33.28"	1
2	81 08 47.66	- 0.072	- 1.254	81 08 46.41	2
3	70 57 09.22	- 0.192	- 7.067	70 57 02.15	3
4	3 02 35.54	- 9.496	+ 2.621	3 02 38.16	4
5	54 58 30.87	- 0.336	- 3.078	54 58 27.79	5
6	51 01 54.23	- 4.408	- 2.334	51 01 51.90	6
7	6 38 39.12	- 4.340	- 1.533	6 38 37.58	7
8	67 20 59.73	- 0.192	+ 2.999	67 21 02.73	8

$$\Sigma \quad 360^{\circ} \quad 00' \quad 12.08 \qquad -12.080 \quad 360^{\circ} \quad 00' \quad 00.00$$

ECUACION DE LADOS

Ecuación de condición: $\frac{\text{sen } 1 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7}{\text{sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 6 \text{ sen } 8} = 0$

log sen	1 = 9.6236529	long sen	2 = 9.9947940
" "	3 = 9.9755409	" "	4 = 8.7251082
" "	5 = 9.9132285	" "	6 = 9.8906933
" "	7 = 9.0633184	" "	8 = 9.9651451
	<u>$\Sigma = 8.5757407$</u>		<u>$\Sigma = 8.5757406$</u>

$$\text{Cierre} = 0.0000001$$

ECUACION DE ANGULOS

ecuación (a) = 1 + 2 + 3 + 4 = 180°;

ecuación (b) = 3 + 4 + 5 + 6 = 180°

ecuación (c) = 5 + 6 + 7 + 8 = 180° (de condición)

1 = 24° 51' 33.28"	3 = 70° 57' 02.15"	5 = 54° 58' 57.79"
2+3 = 152 05 48.56	4+5 = 58 01 05.95	6+7 = 57 40 29.48
4 = 3 02 38.16	6 = 51 01 51.90	8 = 67 21 02.73
<u>$\Sigma = 180^{\circ} \quad 00' \quad 00.00$</u>	<u>$\Sigma = 180^{\circ} \quad 00' \quad 00.00$</u>	<u>$\Sigma = 180^{\circ} \quad 00' \quad 00.00$</u>

54 CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL CUADRILATERO: W (extremo oeste base), E (extremo este base), 4 (Cerro Partido), 2 (Cerro Colorado)

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos	Distancias horizontales	PROYECCIONES CALCULADAS			
				N + y	S - y	E + x	W - x
W	E	N 70° 43' 36.00" E	385.94	127.39		364.31	
E	4	N 42° 49' 24.56" E	3055.36	2240.96		2076.86	
4	2	N 79° 09' 29.49" W	3714.58	698.70			3648.28
2	W	S 21° 20' 00.01" E	3296.05		3067.05	1207.11	
E	2						
W	4						
				3067.05	-3067.05	3648.28	-3648.28

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Verti- ces	Cotas	Notas
2240.96		2076.86		+	2164.38	+	2271.56	4	293.32	
698.70			3648.28	-	1483.90	+	2970.26	2	380.91	
	3067.05			-	276.79	-	96.79	W	29.42	
3067.05	-3067.05	3648.28	3648.28							

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 2 (Cerro Colorado), 4 (Cerro Partido),
3S (Everman).

Estacio- nes.		P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos	Distancias horizontales	PROYECCIONES CALCULADAS			
					N + y	S - y	E + x	W - x
2	4		S 79° 09' 29.49" E	3714.58		698.70	3648.28	
4	3-S		N 43° 58' 19.88" W	6765.57	4869.02			4697.40
3-S	2		S 14° 07' 14.83" E	4300.25		4170.32	1049.12	
					4869.02	-4869.02	4697.40	-4697.40

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y		S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Notas
4869.02	698.70	3648.28	4697.40		+	2164.38	+	2271.56	4	+ 293.32
	4170.32	1049.12			-	2533.02	+	7140.58	3-S	+ 1042.76
					-	1483.90	+	2970.26	2	+ 380.91
4869.02	4697.40	-4697.40								

55 CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 4(Cerro Partido), 11 (Cerro Quemado),
3S(Everman)

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos		Distancias horizontales		PROYECCIONES CALCULADAS				
		N	S	E	W	N	S	E	W	
4	11	N 10° 00'	N 10° 00'	41.97" E	3865.16	3806.30	— y	+ x	671.95	5369.35
11	3-S	N 78° 48'	N 78° 48'	16.28" W	5473.51	1062.72				
3-S	4	S 43° 58'	S 43° 58'	19.88" E	6765.57		4869.02	4697.40		
						4869.02	-4869.02	5369.35	-5369.35	

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N	S	E	W	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
+ y	- y	+ x	- x							
3806.30		671.95		+	2836.33	+	6077.86	11	+ 313.77	
1062.72			5369.35	-	2533.02	+	7140.58	3-S	1042.15	
	4869.02	4697.40		+	2164.38	+	2271.56	4	292.90	
4869.02	4869.02	5369.35	5369.35							

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 2(Cerro Colorado), 5(Grayson),
3S(Everman)

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos	Distancias horizontales	PROYECCIONES CALCULADAS			
				N + y	S - y	E + x	W - x
2	3-S	N 14° 07' 14.83" W	4300.25	4170.32			1049.12
3-S	5	S 59° 04' 15.75" W	5145.82		2644.83		4414.11
5	2	S 74° 23' 55.10" E	5672.21		1525.49	5463.22	
				4170.32	-4170.32	5463.22	-5463.23

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E - x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
4170.32			1049.12	-	2533.02	+	7140.58	3-S	1042.76	
	2644.83		4414.11	-	6947.13	+	4495.75	5	123.69	
	1525.49	5463.23		-	1483.90	+	2970.26	2	380.91	
4170.32	-4170.32	5463.23	-5463.23							

58 CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 3S(Everman), 5(Grayson), 6(Lengüeta).

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos		Distancias horizontales		PROYECCIONES CALCULADAS			
		N	S	E	W	N + v	S - y	E + x	W - x
5	3-S	N 59° 04'	15.75" E	5145.82	2644.83	4414.11			
3-S	6	S 82° 43'	49.01" W	8360.08		1057.89			8292.88
6	5	S 67° 44'	56.25" E	4190.85		1586.93		3878.77	
						2644.83	-2644.82	8282.88	-8292.88

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
2644.83		4414.11		-	2533.02	+	7140.50	3-S	1042.76	
	1057.89		8292.88	-	10825.90	+	6082.69	6	29.79	
	1586.94	3878.77		-	6947.13	+	4495.75	5	123.69	
2644.83	-2644.83	8292.88	-8292.88							

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 3S(Everman), 6(Lengüeta), 7(Cerro del Isloite)

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos			Distancias horizontales		PROYECCIONES CALCULADAS				
		S	N	W	S	N	S	E	W	- x	
7	6	S 05° 16'	N 82° 43'	06.60" W	3939.54	1057.89	3922.90	8292.88	361.74		
6	3-S	N 70° 08'	N 82° 43'	49.01" E	8360.08	1057.89					
3-S	7	N 70° 08'	N 70° 08'	18.48" W	8432.75	2865.01				7931.14	
							3922.90	-3922.90	8292.88	-8292.88	

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
1057.89			2533.02	+	7140.58	3-S	1042.76			
2865.01		7931.14	-10464.16	+	10005.59	7	61.44			
3922.90	-3922.90	8292.88	-8292.88							

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 3N(Everman), 3S(Everman),
7(Cerro del Isote).

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Distancias horizontales				PROYECCIONES CALCULADAS			
		Rumbos Astronómicos	N	S	W	+ y	- y	+ x	- x
7	3-S	S 70° 08' 18.48" E	8432.75	2865.01	7931.14				
3-S	3-N	N 30° 46' 02.96" E	35.78	30.74	18.30				
3-N	7	N 70° 22' 37.22" W	8439.59	2834.27					7949.44
					2865.01	-2865.01	7949.44	-7949.44	

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
	2865.01	7931.14		-	2533.02	+	7140.58	3-S	1042.76	
30.74		18.30		-	2514.72	+	7171.32	3-N	1042.36	
2834.27			7949.44	-	10464.16	+	10005.59	7	61.44	
					2865.01	-2865.01	7949.44	7949.44		

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 8(Cerro La Prensa), 3N(Everman),
7(Cerro del Islote).

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos	Distancias horizontales	PROYECCIONES CALCULADAS			
				N + y	S - y	E + x	W - x
7	3-N	S 70° 22' 37.22" E	8439.59	7704.25	2834.27	7949.44	
3-N	8	N 15° 41' 33.89" W	8002.54				2164.51
8	7	S 49° 54' 28.77" W	7561.89				5784.93
				7704.25	-7704.25	7949.44	-7949.44

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti ces	Cotas Z	Notas
7704.25	2834.27	7949.44	2164.51	-	2514.72	-	7171.32	3-N	1042.36	
	4869.98		5784.93	-	4679.23	-	14875.57	8	65.05	
				-	10464.16	-	10005.59	7	61.44	
8	7704.25	7949.44	7949.44							

3 CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 3N(Everman), 8(Cerro La Prensa),
9(Cerro del Naufragio).

Estacio- nes.	P. visa- dos.	Distancias				PROYECCIONES CALCULADAS			
		Rumbos	Astronómicos	horizontales	N + y	S - y	E + x	W - x	
3-N	8	N 15° 41'	33.89" W	8002.54	7704.25			2164.51	
8	9	N 49° 28'	43.00" E	1279.02	831.02		972.26		
9	3-N	S 07° 57'	06.91" W	8618.14		8535.27	1192.25		
					8535.27	-8535.27	2164.51	-2164.51	

PROYECCIONES CORREGIDAS COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
7704.25			2164.51	-	4679.23	-	14875.57	8	65.05	
831.02		972.26		-	3706.97	-	15706.59	9	47.95	
	8535.27	2192.25		-	2514.72	+	7171.32	3-N	1042.36	
					8535.27	-8535.27	2164.51	-2164.51		

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: V(Cerro del Engaño), 8(Cerro La Prensa), 9(Cerro del Naufragio).

		PROYECCIONES CALCULADAS					
Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos	Distancias horizontales	N + y	S - y	E + x	W - x
8	9	N 49° 28' 43.00" E	1279.02	831.02		972.26	
9	V	S 20° 03' 03.65" W	1000.79		940.13		343.12
V	8	N 80° 09' 40.02" W	638.53	109.11			629.14
				940.13	- 940.13	972.26	- 972.26

PROYECCIONES CORREGIDAS. COORDENADAS

N + y	S - y	E + x	W - x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
831.02		972.26		-	3706.97	+	15706.59	9	47.95	
	940.13		343.12	-	4050.09	+	14766.46	V	88.25	
109.11			629.14	-	4679.23	+	14875.57	8	65.05	
940.13	- 940.13	972.26	- 972.26							

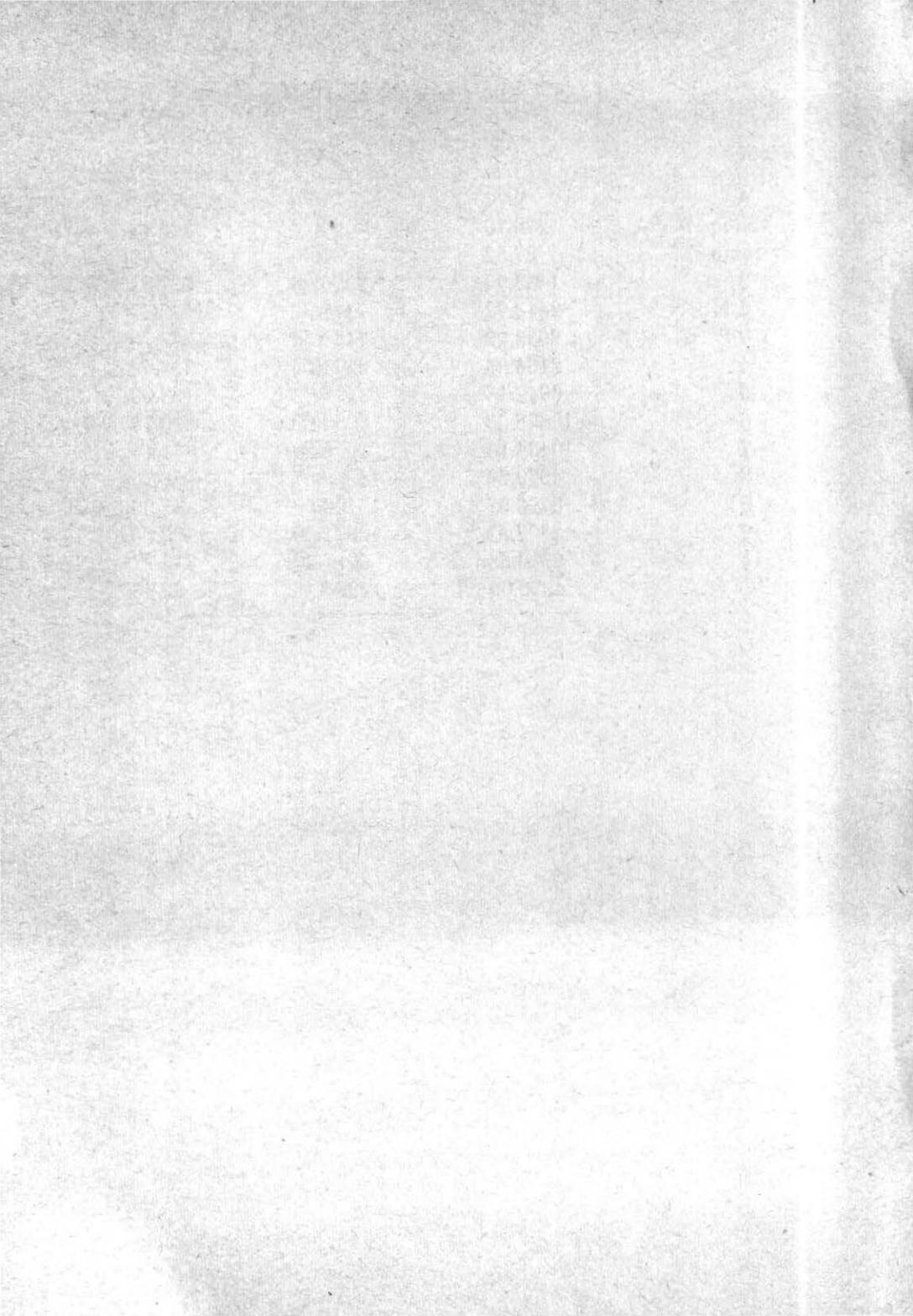
CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL TRIANGULO: 10(Cerro Cabezón), V(Cerro del Engaño), 9(Cerro del Naufragio).

PROYECCIONES CALCULADAS											
Estacio- nes.	P. visa- dos.	Rumbos Astronómicos			Distancias horizontales			S	E	W	
		S	E	N	+ y	- y	+ x				- x
9	V	S 20° 03'	03.65" W	1000.79	940.13					343.12	
V	10	S 59° 40'	13.83" E	7713.62	3895.16					6657.90	
10	9	N 52° 33'	29.96" W	7953.39	4835.29					6314.77	
					4835.29	-4835.29	6657.90	-6657.89			

PROYECCIONES CORREGIDAS										COORDENADAS				
N	+ y	S	- y	E	+ x	W	- x	Sig- no	X	Sig- no	Y	Vérti- ces	Cotas Z	Notas
		940.13				343.12		-	4050.09	+	14766.46	V	88.25	
		3895.16		6657.90		6314.77		+	2607.81	+	10871.30	10	100.85	
4835.29								-	3706.97	+	15706.59	9	47.95	
					4835.29	-4835.29	6657.90	-6657.89						

LISTA DE COORDENADAS

Vértice		X		Y	Z
1		0.00		0.00	—
Extremo W	—	276.79	—	96.79	29.42
Extremo E	+	87.52	+	30.60	37.68
2	—	1483.90	+	2970.26	380.91
3-N	—	2514.72	+	7171.32	1042.36
3-S	—	2533.02	+	7140.58	1042.76
4	+	2164.38	+	2271.56	293.32
5	—	6947.13	+	4495.75	123.69
6	—	10825.90	+	6082.69	29.79
7	—	10464.16	+	1005.59	61.44
8	—	4679.23	+	14875.57	65.05
9	—	3706.97	+	15706.59	47.95
10	+	2607.81	+	10871.30	100.85
11	+	2836.33	+	6077.86	313.77
V	—	4050.09	+	14766.46	88.25



IV
HIDROGEOLOGIA

por Luis Blásquez L.

FISIOGRAFIA.

Para la localización de los puntos, se emplean aquí las designaciones que se derivan de dividir la isla de Socorro en cuarteles, separados por dos ejes orientados astronómicamente de N a S y de E a W con su origen en el Monte Everman. Se han dividido los cuarteles en cuadros de 1 km. y para señalar un punto, se dá primero el cuartel, que puede ser NE, NW, SW, o SE, después el número del cuadrado, contado siempre en las ordenadas; a continuación el número del cuadrado contado en las abscisas, ambos a partir de los ejes y por último el número particular del elemento dentro del cuadrado, puesto por orden cronológico, sin atender a otra disposición.

Como ejemplo, se da el nombre del Campamento que existe en la isla: SE. 8.3-1 que significa que está en el cuadrante SE en el cuadro a 8 km. al S. del eje E-W y a 3 km. al E. del eje N-S. Así no sólo se puede encontrar la localización del Campamento fácilmente en el mapa, sino que se puede tener una idea de la distancia al origen o intercepción de los ejes en el cerro Everman (0.0), igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los números que acompañan a las letras o sea de:

$8^2 + 3^2 = 64 + 9 = 73 = 8.5$, para el caso anterior. La distancia a cualquier cuadrado es computable con igual facilidad. Es posible a la designación anterior agregar un nombre, para hacer más fácil memorizar los elementos topográficos.

El cerro Everman se levanta con formas arredondeadas visto desde el SE, sobre una plataforma amplia y rugosa, rodeada de numerosos cerros de bastante altitud (900 m.), que forman un conjunto central elevado [Fig. 1] del que se desciende con rapidez principalmente hacia el W, ensenada Grayson SW.3.5 [Fig. 2], siendo mucho menos pronunciadas las pendientes hacia el E. [Fig. 3].

De S a N. o más bien, en el sentido longitudinal de la isla, el terreno asciende con rapidez desde la playa acantilada, por una pequeña explanada donde está el Campamento o Sector Naval, SE. 8.3, elevándose en el cerro. La Herradura, SE. 7.3, para ascender moderadamente desde 200 a 400 m. de altitud hasta unos 5 km. del litoral, [Fig. 4], donde se inicia la base de una terraza de flancos de fuerte pendiente, a los 500 m. de altitud con una plataforma, de unos 0.75 km. de amplitud, accidentada por varios conos volcánicos adventicios o secundarios, que alcanza unos 700 m. de altitud al llegar al pie del cerro Everman, con 1050 m. de elevación.

Hacia el N.NW del cerro antes referido, el perfil del terreno exhibe también terrazas aún más dilatadas, como puede apreciarse en la misma fig. 4.

Rodean al Everman en un radio de 3.5 km, 12 volcanes adventicios distribuídos en su mayor parte en el cuartel SE, encontrándose otros diez en un radio de 4.5 km. Sin aparente subordinación al Everman, pero también adventicios que con anterioridad se han clasificado de terciarios², se encuentran numerosos pequeños volcanes agrupados principalmente en el extremo SE de la isla. [Fig. 5].

Se hace notable la abundancia de aparatos volcánicos, muy pocos con sus cráteres bien conservados y así mismo llama la atención la extensión e importancia de las terrazas o plataformas. Al S y SE del Everman, la rinconada principal, empieza al pie de los cerros SE. 2.3, SW. 3.2 y SE. 3.1, sigue su límite desde este último cerro hacia el SE. 4.4, en cuyo cráter se aloja la laguna Escondida [Fig. 6], y continúa hacia los cerros SE. 6.5, SE. 7.4 y SE. 7.3.

La red fluvial es incipiente y los cursos prácticamente carecen de afluentes, siendo sus cuencas hidrográficas extremadamente reducidas, como lo revelan sus índices específicos y de drenaje³. El primero es de 0.06 y el segundo 0.03 para el arroyuelo mayor. En cambio el índice erosivo coloca a los cursos en la categoría de torenteras³.

Aun en los flancos de los conos volcánicos, no se han desarrollado barranquillas y sólo por excepción se forman cauces del tipo que muestran las figs. 7 y 8. Algunos otros, son bastante reducidos y encajonados. En general puede apreciarse que el escurrimiento normal es casi nulo y que sólo el carácter violento de la precipitación que acompaña a los ciclones, ha podido labrar los cauces existentes en la isla.

Las formas topográficas son directas, de tipo constructivo. La erosión ha modificado la fisonomía volcánica principalmente en la parte central y más elevada, las cumbres y contornos del Everman, que no muestra ya su cráter, ni aun la forma troncóica original. Numerosos volcanes han perdido también esta forma y se han reducido a lomas arredondeadas, muchas semi-esféricas, algunas alargadas. Los volcanes más recientes tienen sus cráteres más o menos bien conservados. En uno de ellos existe una laguneta [Fig. 6], que representa el único recurso de agua superficial almacenada en la isla, otros tienen sus cráteres casi intactos [Fig. 9].

GEOLOGIA.

Rocas. Se encontraron traquitas, tobas traquíticas, hialotraquíticas, hialolatitas, basaltos, arenas y cenizas basálticas.

El petrógrafo del Instituto de Geología, Sr. Eduardo Schmitter, describe los ejemplares de las rocas que estudió como sigue:

Muestra No. 664.—SE.6.2 — 2.1 (158)

Basalto de Olivino, con microtextura porfídica y parcialmente flui-

dal, entre cuyos constituyentes esenciales se identificó un poco de augita.

Muestra No. 665.—SE.4.5 — 1.3 (337)

Traquita, con microtextura porfídica y hialopilitica, entre cuyos constituyentes esenciales se identificaron algunos cristales de hornblenda reabsorbida; presenta también una textura vesicular.

Muestra No. 666.—SE. 4.5 — 1.3 (337)

Traquita Alterada, con microtextura esferulítica y parcialmente porfídica, entre cuyos constituyentes secundarios se identificó augita.

Muestra No. 667.—SE. 2.3 — 1.6 (607)

Toba Traquitica, con microtextura hialopilitica, entre cuyos constituyentes esenciales se identificaron pequeños cristales verdes de augita muy bien conservados.

Muestra No. 668.—SE. 2.3 — 5.7 (399)

Toba Traquitica, con microtextura hialopilitica. (Semejante a la muestra No. 667).

Muestra No. 669.—NE. 1.4 — 7.3 (73)

Hialotraquita, con microtextura fluidal típica, con gran cantidad de cristalitas feldespáticas y de augita. Presenta una textura parcialmente vesicular, entre cuyos constituyentes accesorios se identificaron pequeños cristales de rutilo?

Muestra No. 671.—NE. 2.3 — 1.6 (730)

Vidrio Traquitico, parcialmente devitrificado.

Muestra No. 672.—NE. 2.4 — 1.7 (750)

Vidrio Traquitico, parcialmente devitrificado, con microtextura parcialmente porfídica.

Muestra No. 673.—NE. 1.7 — 1.2 (600)

Vidrio Traquitico, parcialmente devitrificado con microtextura fluidal y con algunos fenocristales de feldespato.

Muestra No. 674.—SE. 2.6 — 1.9 (640)

Hialolatita?, con microtextura traquitica.

Muestra No. 675.—SE. 3.1 — 3.5 (500)

Vidrio Traquitico, con microtextura fluidal.

Muestra No. 675 (Bomba).—

Hialolatita?, con microtextura parcialmente fluidal y textura vesicular, entre cuyos constituyentes esenciales se identificó augita.

Muestra No. 677.—NE. 1.4 — 7.2 (30)

Aglomerado Volcánico Fino, con microtextura brechoide, entre cuyos constituyentes secundarios se identificó calcita.

Ciudad Universitaria, D. F., a 10 de junio de 1958.

Eduardo Schmitter

Estructuras. En la base, como roca más antigua, se encontró una toba traquítica, abajo de una brecha basal de una corriente de traquita. Estas rocas muestran una coloración azulada muy oscura, casi negra, con oxidaciones intensas de sus ferromagnesianos que les dan tintes rojizos y cafés. La disposición de las corrientes, concordantes con sus fragmentarios de sustentación, muestra que no fué únicamente el Everman el emisor de rocas traqui-láticas, sino que existieron varios focos volcánicos de tanta o mayor antigüedad que él, aunque ninguno de ellos alcanzó tanta altura y completó un ciclo eruptivo semejante.

Las rocas traquíticas quedaron cubiertas en su mayor parte por las rocas de tipo basáltico provenientes del Everman y sus adventicios secundarios y terciarios; pero formaron primero una gran plataforma submarina, integrante de la llamada meseta "Albatros" y después una serie de corrientes, dispuestas en terrazas escalonadas.

Las estructuras correspondientes a estas rocas, constan de alternancias de corrientes con depósitos lapilli-pómez y cineríticos con espesores individuales de 6 a 20 m, dispuestas con inclinaciones radiales a partir de varios centros, siendo el principal el Everman.

Esta topografía quedó sepultada y sobre sus elementos se encuentran con visible discordancia las rocas del edificio basáltico. [Figs. 7, 10 y 11], agrupadas también a partir de varios focos volcánicos mucho más numerosos y nuevamente teniendo al Everman como regente, al grado de formar los secundarios un todo casi homogéneo con esa elevación, [Fig. 12].

La distribución de los volcanes basálticos sugiere emergencia de magmas a favor de grietas NNW, como es el caso de los conos NW. 7.2, NW. 5.2, 0.0, SE. 3.1, SE. 5.1, SE. 6.2, SE. 7.3-1 y SE. 7.3-2. Se pueden señalar otros volcanes con alineamientos paralelos a éste; pero si existen o existieron realmente grietas correspondientes a ellos, es materia de investigaciones geofísicas; pues cuando hay muchos volcanes relativamente próximos, se pueden trazar muchos alineamientos, pero no deducir tan simplemente su con-

xión con fracturas determinantes y sí en cambio con emergencias veniformes.

Las estructuras basálticas son totalmente terrestres, es decir, se formaron arriba del nivel del mar; pero sus lavas muestran enfriamientos rápidos, por estar constituidas por vidrios del tipo de la obsidiana o cuando menos mostrar una textura celular vítrea y una peculiar disgregación "Aa" Hawaiana [Fig. 13], que se extrema en la producción de hacinamientos caóticos [Fig. 14], de fragmentos relativamente grandes, peñascos en extremo rugosos, [Fig. 15].

Las lavas del Everman forman una gran terraza anular constituida por peñascos de hialotraquita de aristas muy vivas y disposición caprichosa, con torrecillas y salientes [Fig. 16]. Pudiera decirse que es una montaña de vidrio.

Las proyecciones de arenas y cenizas basálticas de colores rojizo y amarillento son también muy considerables, alternando con las corrientes, forman a su vez terrazas de superficies planas o de corta pendiente [Fig. 17], y constituyen principalmente los conos secundarios y terciarios.

Las corrientes fragmentarias llegan a formar pequeños pedregales, [Fig. 18], o bien tapizan los flancos de los volcanes terciarios mostrando algunas veces curiosos despenaderos.

Geología histórica. No es aventurado asignar a las traquitas la misma edad de las andesitas continentales, toda vez que la aparición de estas rocas forma un capítulo particular restringido en edad en la historia del mundo. Se sabe en general, que las andesitas son Cenozoicas y las de México en su mayor parte Miocénicas.

Se puede en consecuencia inferir por simple analogía, que fué en este período en el que las primeras erupciones pusieron la base del edificio insular. Debió establecerse una tenaz lucha entre el fuego y el agua, en la que las lavas y productos cineríticos eran dispersadas por el mar que debió tener una profundidad de 2,000 a 3,000 m.

Poco a poco, seguramente a través de muchos siglos, la repetida actividad volcánica fué construyendo una gran plataforma, que creciendo en un apilamiento caótico de fragmentos de rocas vítreas, producto del rápido enfriamiento de las lavas al súbito contacto con el agua, desarrollaron en todos sentidos perfiles o taludes de equilibrio hasta alcanzar el nivel del agua, como lo muestra la fig. 19, y llegar a producir corrientes de lavas compactas, de cuerpos macizos, que pudieran llamarse de estructura prismática, producida por leptoclasas de contracción o sean sinclasas de plantas horizontales poligonales, frecuentemente pentágonos y exágonos. Pocas corrientes alcanzaron tanto esta estructura como texturas afaníticas y menos aún porfiríticas, pues la mayoría de ellas son típicas "Pahoehoe", Hawaianas y por primera vez se formaron depósitos estratiformes de

arenas y cenizas volcánicas que con anterioridad se dispersaban en la plataforma, rellenando los huecos entre los bloques peñascosos de las lavas fragmentadas.

Después de un largo lapso erosivo, que abarcó parte del Mioceno y el Plioceno, sobrevino la principal etapa eruptiva, que produjo los volcanes basálticos primarios de las Islas Revillagigedo [Fig. 20] y del Continente. Esta actividad seguramente fué contemporánea de la desarrollada en la sierra de Anáhuac² (p. 12) puesto que el sistema de grandes fracturas de estas islas es el mismo que el de la referida serranía que atraviesa la República Mexicana de E a W, cerca del paralelo 19 N.

Esta gran fractura^a se prolonga hacia el W, pasando por las Islas Socorro y Clarión, hasta llegar a las Islas Hawai, después las Wake, Maug y Marianas, Luzón de las Filipinas y Hainan frente a Indochina. La prolongación de la fractura hacia el E. toca las Islas Jamaica, Haití y Dominicana, Puerto Rico, Sotavento y Santa María y cerca del continente africano, las Islas del Cabo Verde.

Pudiera parecer la posición de estas islas asaz caprichosa; pero a la luz de los nuevos conocimientos sobre vulcanología, dista mucho de serlo. Para no abordar temas no fundamentales para este estudio, se dirá que la Isla Socorro se encuentra en la intersección de dos sistemas de fracturas: el Michoacano² (p. 11) y el Diagonal^b trazado por la prolongación de la línea que une los volcanes contemporáneos; Ceboruco, Parícutín y Jorullo.

Posteriormente a la constitución terrestre de la Isla Socorro, como se llamará a la parte formada sobre el nivel del mar, equivalente a la continental, ocurrieron movimientos diastróficos que ocasionaron la sumersión bajo del nivel del mar de una buena parte de la estructura referida. Así lo prueban las felices observaciones del Dr. Alejandro Villalobos, miembro de la Expedición Científica de la Universidad, como se ha consignado en la introducción de esta Memoria.

El Dr. Villalobos en una comunicación verbal, dió a conocer al autor de este estudio, que en sus buceos, encontró rocas de estructura prismática, en la que se ha desarrollado una exfoliación esférica. Observó que a favor de las juntas de la roca, se han fijado pequeños erizos litofagos que ahondan y amplían la zona de fracturas, carcomiéndolas hasta producir segmentos esféricos. Con anterioridad se ha estudiado en geología el fenómeno de la exfoliación esférica por intemperismo en los desiertos y la exfoliación residual en rocas que llegan a sufrir la alteración química de sus elementos en zonas meteóricas; pero por lo que el autor sabe, nunca se había tratado la exfoliación por procesos hidrobiológicos, correspondiendo al Dr. Villalobos este descubrimiento.

Añadió este ameritado científico, que al pie del primer acanti-

lado, se encuentra a modo de escalón una angosta playa sumergida que termina así mismo en otro acantilado que se va a mayor profundidad. Estas observaciones conducen a la hipótesis de una transgresión como la ilustrada en la fig. 21.

En la ensenada SE. 8.4, se encuentra una playa emergida, [Fig. 22], con corales adheridos a las rocas, concordante con las observaciones de arrecifes emergidos, practicada por los miembros de la inmediata pasada expedición Scripps, según comunicación verbal del Sr. Federico Mosser, geólogo del Instituto de Geología. Estas regresiones han inspirado la fig. 23.

Las erupciones basálticas datan de fines del Plioceno y alcanzan hasta nuestros días; pues aunque las últimas ocurrieron en 1948 en la Isla San Benedicto, ya Humboldt encontró huellas de erupciones que debieron ocurrir muy cerca de las fechas en que él observó fragmentos de pómez flotando en las aguas del mar, cerca de la Isla Socorro. Estas erupciones principiaron con el vigor que originó los volcanes del orden primario o secundario, en el Continente y terminó con los del orden terciario.

Ya escrita esta memoria geológica al esperar la clasificación microscópica de las rocas que hizo el Sr. Schmitter, el autor recibió una interesante descripción, con hermosas ilustraciones a colores, aparecida en la *National Geographic Magazine*⁶, relativa al nacimiento de un volcán en las inmediaciones de la Isla Fayal de las Azores, el 27 de septiembre de 1957. En sólo una semana había formado una isleta, la que en 25 días más desapareció bajo las aguas del Atlántico o sea el 30 de octubre. El 18 de noviembre la isleta había sido reconstruída y se había formado un aparato volcánico, quedando ligada la isleta a la Fayal.

Las erupciones demostraron que en ciertas circunstancias, una erupción submarina puede dominar la presión de las aguas y el vigor de cualquiera corriente u oleaje, para emitir un verdadero chorro de arenas y cenizas volcánicas, que se proyectan a gran altura sobre el nivel del mar, manteniendo su posición, como si los materiales salieran por las chimeneas de los aparatos volcánicos. Así, los productos piroclásticos, lejos de dispersarse por la acción de las corrientes marinas, se acumulan con tanta rapidez como si se tratara de erupciones terrestres.

HIDROLOGIA.

Clima. No se tienen datos instrumentales de la isla. Se consigna en la Memoria de la Escuela Superior de Guerra⁶ (p. 63) que la temperatura media anual es de 23.5 y la precipitación de 761 mm. (⁶p.66). Con estos datos el índice de Lang es de 32.4

El Dr. Faustino Miranda* estima por el carácter de la vegetación, que la parte baja de la isla debe tener una precipitación de 600 mm. y una temperatura de 18 a 20° lo que da un L** de 30 a 33.4. La parte alta tiene según el mismo autor una temperatura de 17° y una precipitación de 1,200 mm. con L de 70.

Según las distinciones establecidas en un estudio anterior⁷ (p. 30-32) se podrían tomar en cuenta dos tipos de clima: el tibio caliente C. provincia subhúmeda con lluvias medianas de 7^a y el tibio B mesotermal, provincia húmeda con lluvias abundantes de 13^a. Esos mismos tipos corresponden al clima mesotermal subhúmedo y húmedo de Thornthwaite⁸ o sea los C y B. y a los climas CWan y Awn de Koeppen, coincidencia que se ha hecho notar en otro estudio⁹.

Es muy importante en la isla la incidencia de los ciclones, que producen copiosas precipitaciones súbitas y descensos de temperaturas. También es muy de tomarse en cuenta la alta humedad de la atmósfera, acompañada de nebulosidad, neblinas y producción abundante de rocío.

Infiltración. El escurrimiento debiera ser violento, de acuerdo con la forma impetuosa de las lluvias; pero la gran permeabilidad de las lavas y de las arenas y cenizas volcánicas, impide que sea importante. El autor lo estima en un 10% de la precipitación; pero pudiera ser aún menor.

La evaporación de acuerdo con fórmulas simplistas¹⁰ es del 70% en clima subhúmedo y del 60% en el clima húmedo. Como coeficiente residual correspondería a la infiltración 20% en el primer caso y 30% en el segundo. Se adoptará el 25%.

Emergencias acuíferas. En la isla sólo se conocen dos manantiales, el de la Bahía Damián García o Grayson SW. 3.5 y el de La Tribuna SE. 2.7, ambos en el litoral. El primero entre los niveles de la baja y la alta marea; el segundo en un acantilado a 30 m. sobre el nivel del mar.

El manantial Damián García es recsico¹¹. Su gasto hidráulico es de 0.05 a 0.1 lps*** y su temperatura de 27°. Es hipotermal de contacto con rocas aún calientes de las últimas erupciones. Estando en la zona de mezcla de aguas dulces con marinas, no es aprovechable para usos domésticos, sino en casos de necesidad mayor.

El manantial de La Tribuna es de agua dulce de 20°C, con un gasto de 0.3 a 0.5 lps. en la temperatura de secas que sube a 10 veces, según informes, en las lluvias. El agua circula por leptoclasas en una colada de traquita, demostrando el papel de las litoclasas;

* Consultar su estudio sobre la flora de la isla en esta misma monografía.

** Abreviación por índice de Lang.

*** Esta abreviación denota litros por segundo.

pues estando la lava apoyada en cenizas tufáceas y conglomerados basales con notable inclinación hacia el N. el agua no sigue el plano de contacto, sino que la intersección de las fracturas suministra más fácil vía de circulación que se verifica en sentido transversal al que era de esperarse y el agua emerge sobre las tobas inferiores, en la margen de la lava, [Fig. 24]. Este manantial es rábico¹⁰.

Estas son las únicas emergencias naturales que se han encontrado en la isla; pero es seguro que existan otras al pie de los acantilados que forman el litoral.

Se han excavado últimamente dos pozos en las cercanías de la ensenada SE. 8.4, denominada por los expedicionarios de la Universidad de Guadalajara¹, "Bahía Vargas Lozano", para corresponder a las atenciones del Capitán de la fragata Papaloapan, que los condujo a la isla.

El Comandante del Sector Naval de Socorro, propone que se llame: Rafael Castelán O., nombre de un oficial de la Marina que murió cuando el transporte petrolero "Potrero del Llano" fué torpedeado en la segunda guerra mundial.

El pozo SE. 7.3-1 tiene 5.0 m. ne* y 4.1 pt**, con agua salobre con un contenido de 8,000 mg. de sólidos disueltos por litro o ppm. seguramente en su mayor parte NaCl. El pozo SE. 7.3-2 es de 7 m. ne y 7.1 pt, su agua es de ph 7 y sólidos disueltos 6,000 ppm. Su distancia a la orilla del mar es de 160 m, mientras que la del 7.3-1 es sólo de 36 m. La salinidad del agua del mar es aquí de 28,000 ppm.

Si la salinidad dependiera de la simple intermezcla de aguas marinas y aguas subterráneas de la isla, ésta sería proporcional a la distancia, cosa que no ocurre, como puede verse por los datos anteriores; pues si a una distancia de 36 m. hay una salinidad de 8, a 160 m, la salinidad debiera ser de 1.8 o bien si a 160 m. la salinidad es de 6, a 36 m. debiera ser de 1.3. Si se supone constante la variación de 2,000 ppm. por cada 124 m, se necesitaría situar un pozo a 340 m. para que su salinidad fuera de 500. En realidad interviene la altura del perfil freático sobre el nivel del agua del mar, deprimido por la columna del agua dulce, como se hace notar en la fig. 25.

Además de estas emergencias se encuentran a 950 m. de altitud en las cumbres del Everman, varias solfataras y fumarolas [Figs. 26 y 27] de las que se desprende una columna de vapor. En realidad no hay derrame de agua; pues el líquido se agita con violenta ebullición en pequeñas marmitas. Estas emergencias se deben al contacto del agua infiltrada con rocas aún calientes, en las antiguas

* Abreviación de nivel estático del agua.

** Abreviación de profundidad total.

chimeneas del Everman. Cerca de los orificios de salida del vapor, hay pequeños depósitos de azufre.

Circulación del agua subterránea. El agua meteórica penetra rápidamente en las superficies abruptas de los malpaíses y pedregales y también con menos rapidez, en las superficies de arenas volcánicas y material tufáceo, ya directamente, ya gracias a la intervención de la vegetación, que intercepta la lluvia y la distribuye en mayor superficie exterior de escurrimiento, por el follaje, ramas y tallos, favoreciendo su penetración en el suelo.

En la gran mayoría de los matorrales y pequeños lunares de árboles y arbustos, que se describen adelante, en el estudio del Dr. Miranda, no existen hojarasca ni pequeñas plantas; pero a pesar de la desnudez de la superficie que sustenta las plantas mayores, el suelo es bastante permeable y absorbe rápidamente el agua meteórica. En las áreas mayores cubiertas de árboles que forman no precisamente selvas o bosques, pero sí cuerpos bastantes extendidos de fronda, el suelo está formado por cierta abundancia de restos vegetales sin llegar a la hojarasca y mucho menos a las tierras negras de monte; pero que también forman buenos receptores del agua de lluvia.

Las mismas praderas de la parte alta del Everman, forman terrenos de gran receptividad, facilitando la infiltración, cuyos índices superan al 40%, por más que se hayan aplicado cifras menores para seguridad en los cálculos.

Las aguas infiltradas caminan con rapidez en las coladas, llegando de inmediato a la zona de contacto de esas rocas con las arenas y cenizas intermedias con las otras coladas y pronto la circulación principal se verifica en los piroclásticos, que son tanto más finos cuanto más alejados están de los focos emisores, produciendo así un confinamiento apendiforme con dos consecuencias: extravasación de los mantos superiores y retención hiperestática del agua. En el primer caso la circulación continúa en las lavas y en el segundo, aumenta la velocidad del flujo en los piroclásticos, que descargan en el sentido longitudinal de los depósitos y pierden fuertes contingentes en las lavas inferiores alternantes.

Este tipo de circulación, llega a establecer una saturación temporal umbeliforme, con gradientes que no han de sobrepasar el 3% ni deben ser menores de 2%, computando por analogía. En la depleción se han registrado en otras islas bien estudiadas geohidrológicamente, gradientes de 0.016, razón por la que se estima en este caso una variación en el perfil freático del 64% en altitud.

Acuíferos. Los acuíferos de la isla se encuentran en la situación suigénere, reveladas en casos semejantes de islas pequeñas de origen volcánico. Pueden llamarse de saturación temporal y carácter

colgante (perched water), ya que no se establecen sobre fondos impermeables, sino de permeabilidad variable y retención condicionada, siendo los confinantes paradójicamente de mayor permeabilidad.

Los acuíferos dejan de serlo tan pronto como se cumple el déficit saturación-descarga, en función de la influencia, la permeabilidad y el gradiente¹².

Cuando el gradiente superior es del 2% y el inferior del 0.5%, la afluencia se anula; puede cesar el flujo de los manantiales y secarse los pozos. Cuando las cargas son del orden del 2.5%, la productividad de un pozo no puede superar a 20 lps¹³ con permeabilidades de 6.3×10^{-5} .

Los acuíferos hipoféricos e infrabasales¹², tienen las mayores cargas y son permanentes, siendo los menos accesibles, como lo muestra la fig. 26. Pueden existir complicaciones, como se deduce de la estructura que ilustra la fig. 20.

Recursos acuíferos. De acuerdo con lo que se expuso al tratar del clima, se puede estimar que: en las cumbres del Everman y alturas superiores a 600 m, la precipitación es de 1,200 mm, en una superficie de 29 km²; un volumen de recepción de 34.6×10^6 mc*, infiltración de 8.6 mmc** que aportaría un gasto hidráulico de 273 lps; que en una zona alrededor del Everman, con altitudes entre 250 y 600 m. la precipitación es de 800 mm, superficie de 48 km²., recepción de 38.5 mc, infiltración de 9.6 mmc, gasto hidráulico de 300 lps.; y que en la zona baja y marginal con precipitación de 600 mm, superficie de 68 km², volumen de recepción de 41 mmc, infiltración 10 mmc, el gasto hidráulico sería de 310 lps.

La cantidad de agua infiltrada da un total de 880 lps.; pero debido a la rápida descarga del agua, que sigue las corrientes de lava fragmentada, a las variaciones de los niveles de saturación y a la ausencia de verdaderos acuicludos, se aplica un coeficiente de reducción de más de 17% basado en observaciones en terrenos similares, dando una cantidad aprovechable de unos 250 lps.

Explotación. La zona más favorable para la perforación de pozos es la curva de nivel de 300 m. de altitud que en algunos casos dista más de 5 km. de la costa y en término medio 3 km. El nivel superior de fluctuación de ne, es de 200 m, mientras que el inferior quedaría a 275 m, con abrigo apropiado en el acuífero basal. Bastante lejos de la aureola de mezcla, el agua será potable.

Un pozo de 275 m. de columna de bombeo, con un gh*** de 10 lps. demanda una energía teórica de 45 CV**** que con una eficien-

* mc. Se emplea como abreviación de metros cúbicos.

** mmc. Se emplea como abreviación de millones de metros cúbicos.

*** gh. Abreviación por gasto hidráulico.

**** C.V. Caballos de vapor o caballos métricos.

cia del 45% requerirá un motor de 100 CV, y una descarga de 0.1 m (4"). El consumo de combustible (Diesel) sería de 240 litros en jornada de 12 horas y el costo por consumo de agua por riego simple o una vez por hectárea, sería de \$280.00.

En la curva 400 se pueden perforar pozos de 450 m. de profundidad total y 400 m. de profundidad de bombeo, que podrían suministrar 20 lps. Se necesitaría un motor de 250 CV descarga de 0.13 m. (5") 76 lts. de diesel por hora. El costo del riego de una hectárea por cosecha, será de \$2,000 y el del mc \$0.65.

En la zona baja a 50 m. de altitud, a distancias de 500 m. de la costa, cuando menos; los pozos pueden tener 50 m. de pt* y de 48 a 49 m. de nb** suministrando de 1 a 3 lps. Suponiendo un gh de 3, la potencia necesaria sería de 3 CV, la descarga de 0.038 m. (1 1/2") el combustible por hora 1 lto. diesel y el costo por mc. \$0.20 incluyendo amortización y operación.

Es favorable para la perforación de un pozo de 50 m. de pt, la rinconada SE 7.3 en la estación marcada en el campo 11.2, cerca de la bifurcación del camino que se aparta para el llamado "Campo Aéreo".

Antes de resolver la perforación de un pozo profundo, debe hacerse un sondeo de reconocimiento en el propio Sector Naval, en la est. 12.1 distante 100 m. al NW. de la asta bandera, para verificar el nivel de saturación y la calidad del agua, que deberá ser dulce. La profundidad estará de acuerdo con lo que se ha conseguido al tratar de la zona baja.

En la propia rinconada SE. 6.3 se podrá perforar un pozo a la altitud de 100 m. con pt de 105 m. y nb de 100, con gh de 3 a 6 lps.

En una isla tan lejana del continente, es de recomendarse la instalación de un evaporador y condensador para obtener agua destilada, que se podrá mezclar con la marina, hasta darle 500 ppm. de sólidos disueltos por litro. El hogar debe estar acondicionado para quemar también leña, lo que permitirá aprovechar la madera muerta de la isla y no depender del envío de combustible por barco, en caso de emergencia y con la consiguiente economía. También puede aprovecharse el calor solar, de acuerdo con las investigaciones practicadas en Argelia^{1a}.

Es igualmente recomendable la captación del manantial de La Tribuna, conduciendo el agua a un tanque de 1,000 a 3,000 mc de capacidad, con una tubería de 1" hasta bajar a un lugar accesible, donde se pueda conectar una manguera flexible para llenar tamborres colocados en el interior de una lancha.

En el muellecito de la ensenada SE. 8.4 se deberá instalar una bomba centrífuga, capaz de elevar 1. lps. con una carga de 40 m. a

* Abreviación de profundidad total.

** Abreviación de nivel de bombeo.

una distancia de 500 m. La tubería será de 2 1/2", la pérdida por fricción de 5 m; la potencia neta 1.5 CV. con 1,500 rmp. Esta bomba podrá succionar el agua de los tambores de la lancha y de los tanques alimentados por las bombas de los barcos o bien el agua de un tercer pozo excavado en las márgenes de la barranquilla que llega al vértice de esa ensenada a 20 m. de altitud y 240 m. del muelle, y obtendrá agua de mejor calidad que la del SE. 7.3-2. Cuando se llegue a la roca, se utilizarán barrenos, para alcanzar una pt. cuando menos 1.5 m. inferior al nb.

La experimentación ha dado cifras de producción de agua destilada del orden mostrado por la fig. 28 (¹⁵ p.11) en donde puede verse que la producción máxima es de 8 lts. diarios por metro cuadrado y la media anual de 3.6 lts. El aparato usado en Touggourt a 20° de latitud norte, puede dar mayor rendimiento en la Isla Socorro cuya latitud es menor; pero solamente la experimentación podrá suministrar cifras reales. El aparato "Desolfrañ", es extremadamente simple pues sólo consta de una cubeta plana de bajo fondo 0.05 m, pintada de negro, donde se deposita el agua de mar y una vidriera común y corriente que lo cubre, provista de canaladuras para recoger el agua condensada.

Para combatir la incrustación de sales en el fondo, se emplea una solución de carboxymethyl-celulosa o sea una mezcla de sal férrica y tanino y para evitar el mal sabor del agua, se filtra con carbón activo y arena fina calcárea. Siendo el "Desolfrañ" muy económico, cada familia debe poseer uno, con una superficie de 4 a 6 m², garantizando así la provisión de agua para beber, necesitándose además el cuidado de remover las sales precipitadas, que en conjunto pueden tener otras aplicaciones útiles.

El aparato es desmontable y sus partes prefabricadas, pueden armarse fácilmente sin requerir artesanía. Su costo puede rebajarse considerablemente fabricándolos en serie. Los detalles se consiguen en la obra de donde se han tomado estos datos (¹³ p.16, 17) y puede estimarse en \$200.00 por unidad de 5 m².

CONCLUSIONES.

- 1.—Existen aguas subterráneas utilizables para usos domésticos e industriales en el subsuelo de la Isla Socorro. La producción total se ha calculado en 250 litros por segundo.
- 2.—En la periferia de la isla se encuentra una aureola de mezcla de aguas dulces con las saladas del mar, cuya penetración llega a unos 400 m. del litoral.
- 3.—Se pueden perforar pozos de 100 m. de profundidad en la rinconada SE. 6.3 en la cota 100, cerca de la estación 10.5. Su producción variará entre 3 y 6 litros por segundo y el agua será potable.

- 4.—Se recomienda practicar un sondeo de reconocimiento en la estación 12.1, a 40 m. de altitud para verificar el nivel de saturación, la calidad del agua y la producción.
- 5.—Debe excavarse un pozo en la barranquilla que desciende a la ensenada SE. 8.4 a 20 m. de altitud; pues su agua será de buena calidad y será fácilmente conducida al Sector Naval.
- 6.—El agua del manantial La Tribuna SE. 2.7 debe almacenarse en un depósito de 1,000 a 3,000 m³, dotando de tuberías de fácil acceso por mar.
- 7.—Es de recomendarse la instalación de un evaporador-condensador, aprovechando en casos de emergencia el combustible vegetal abundante en la isla y el calor solar para dotar al Sector Naval cuando menos de 1 litro por segundo.
- 8.—Cada casa debe tener un aljibe de 30 m³ de capacidad, que podrá proporcionar a sus residentes de 60 a 80 litros diarios.
- 9.—Para abrevadero se podrán construir pisos de cemento o asfalto de 400 m² donde escurra el agua a una caja de 400 m³ de capacidad, capaces de suministrar 1,000 litros diarios, por medio de un alimentador automático (con simple flotador) en lugares donde el relieve del terreno sea adecuado.

BIBLIOGRAFIA

1

Cueva, Mariano

1957 *Memoria de la Expedición Científica de las Islas Revillagigedo*
Universidad de Guadalajara. Imprenta Universitaria
Guadalajara.

2

Blásquez L., L.

1956 *Volcanismo Terciario y Reciente del Eje Volcánico de México*
Congreso Geológico Internacional. XX Sección. Excursión
A-15
México.

3

1941

"Algunos índices numéricos para la clasificación y estudio de los ríos".
Bol. Soc. Geol. Méx. T. XI N^o. 1-6
México.

4

1957

Las grandes fracturas de la corteza terrestre
Inst. de Geol. U.N.A.M. (inédito)

-
- 1949 *Mares e Islas Mexicanos del Pacifico. Resultado de la Expedición Científica Militar de la Escuela Superior de Guerra.*
 Mayo-Junio, 1948
 San Jerónimo de Lídice, D. F. México.

Scofield, John

- 1958 "A new volcano bursts from Atlantic"
National Geographic Magazine. V. CXIII-6 June.

Blásquez L., L. y Raúl Lozano García

- 1946 "Hidrogeología y minerales no-metálicos del Edo. de Tlaxcala".
Anales Inst. de Geología T. VII.
 México, D. F.

Warren Thornthwaite C.

- 1931 "The climates of North America According to a New Classification".
Geographical Review. American Geographic Society of New York.

Blásquez L., L.

- 1956 *Una nueva clasificación del clima*
 Inst. Geol. de Méx. (inédito).

-
- 1953 "Hidrogeología de algunas regiones desérticas de México"
Memoria del I Congreso Científico Americano. IV Centenario de la fundación de la Universidad Nal. T. III
 México.

-
- 1953 *Nouvelle classification de sources*
 XX Congrès Géologique International
 Alger.

-
- 1958 *Cálculo de la profundidad base en los acuíferos*
 Inst. Geol. de Méx. (inédito).

13

1953 *Zonas de influencia en el bombeo*
Inst. Geol. U.N.A.M. (inédito).

14

Gomella, Cyril

1955 "Le problème de la déminéralisation des eaux saumâtres
par distillation solaire"
Terres et Eaux N° 25. Gouvernement Général de l'Algérie.

15

1955 "Déminéralisation des eaux saumâtres"
Terres et Eaux N° 26.



FIGURA 1 / El cerro Everman como elevación mayor de la Isla Socorro con un conjunto de cerros en su contorno.



FIGURA 2 / Flanco W del Everman que desciende rápidamente al litoral.



FIGURA 3 / Ladera E. del Everman. Las pendientes se suavizan.

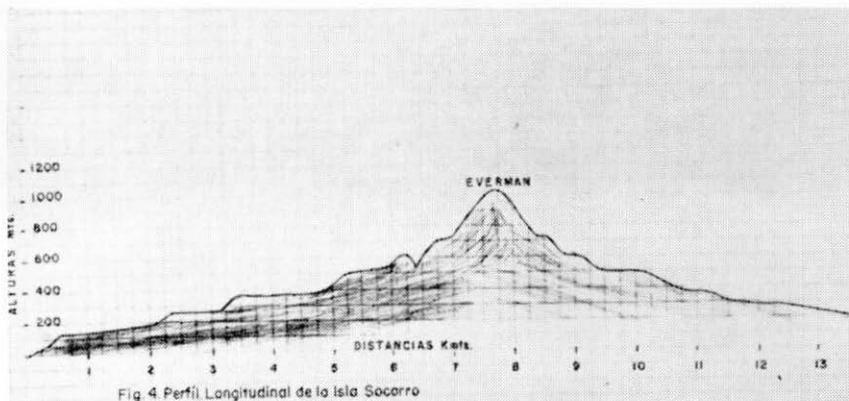


FIGURA 4 / Perfil longitudinal de la Isla Socorro.



FIGURA 5 / Laguna Escondida (Luna) en el interior de un cráter.



FIGURA 6 / Barranquillas que surcan el terreno en las inmediaciones del cono volcánico SE.3.1.



FIGURA 7 / Barranquilla en las inmediaciones de la estación 16.8 (SW. 1.2).



FIGURA 8 / Volcancillo con su cráter bastante bien conservado.



FIGURA 9 / Las rocas basálticas de las últimas erupciones cubren con discordancia lavas anteriores.



FIGURA 10 / Discordancia entre las corrientes basálticas.

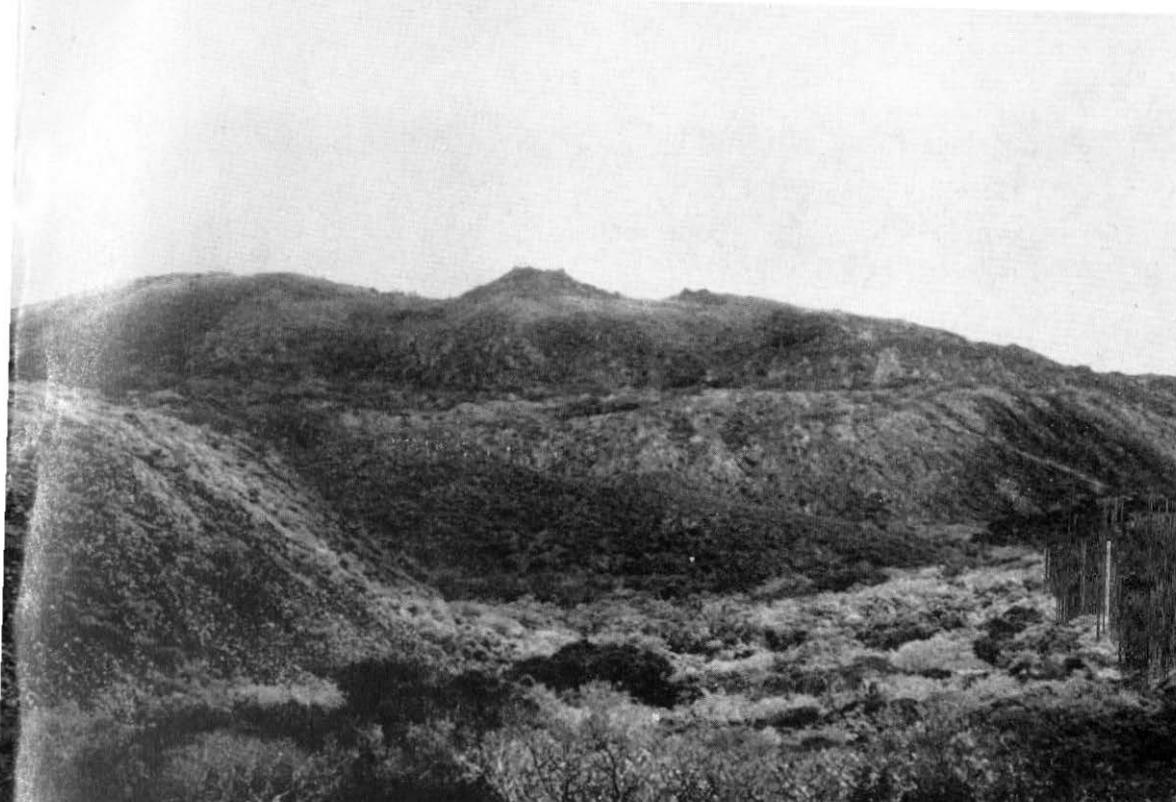


FIGURA 11 / Los volcanes secundarios forman con el Everman un macizo homogéneo.



FIGURA 12 / Lavas basálticas rodeando un cono terciario.

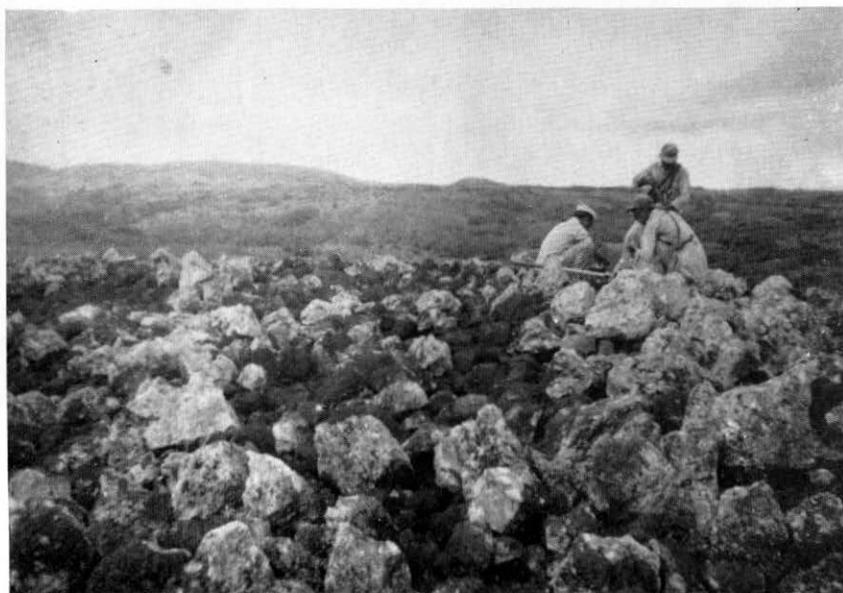


FIGURA 13 / Amontonamiento de peñascos basálticos.



FIGURA 14 / Pequeños "Malpais" muy comunes en la Isla Socorro SW. 2.9.



FIGURA 15 / Torrecillas de rocas basálticas en los "Malpais".



FIGURA 16 / Terrazas de productos cineríticos basálticos cubiertas de pequeños musgos blancos.



FIGURA 17 / Pequeños pedregales que no constituyen barreras de difícil paso.



FIGURA 18 / Los cuerpos submarinos y terrestres de la Isla Socorro.

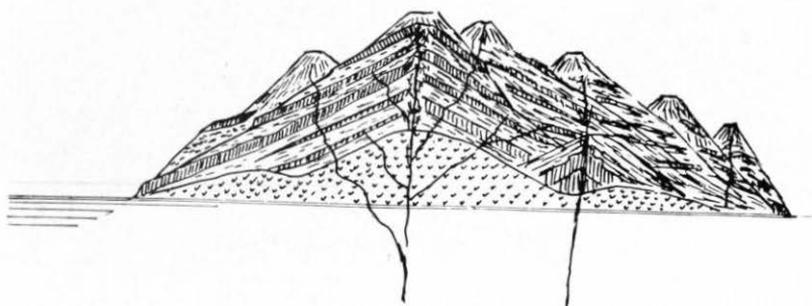


FIGURA 19 / Complejo traquítico-basáltico de la Isla Socorro.

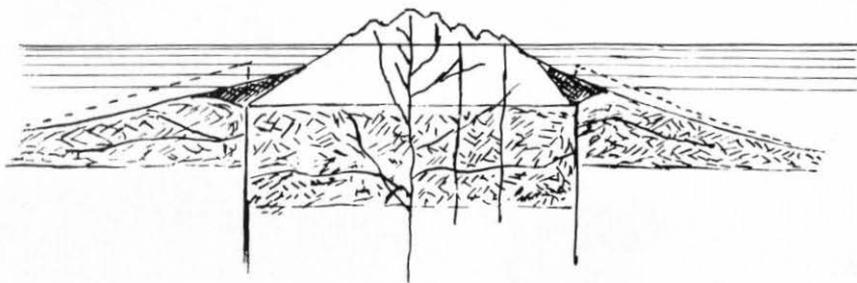


FIGURA 20 / Hundimiento del cuerpo terrestre de la Isla Socorro.



FIGURA 21 / Playa emergida en la ensenada SE.8.4.

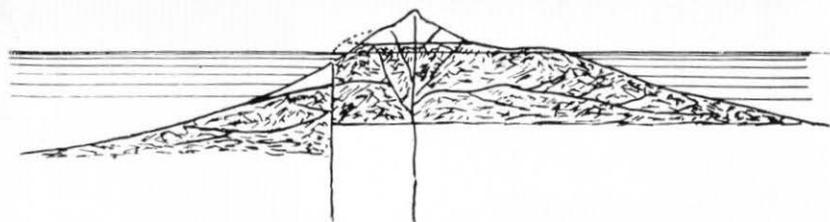


FIGURA 22 / Levantamiento del cuerpo terrestre de la Isla Socorro.

FIGURA 23 / Manantial de La Tribuna. Bahía Universidad Nacional SE.2.7.



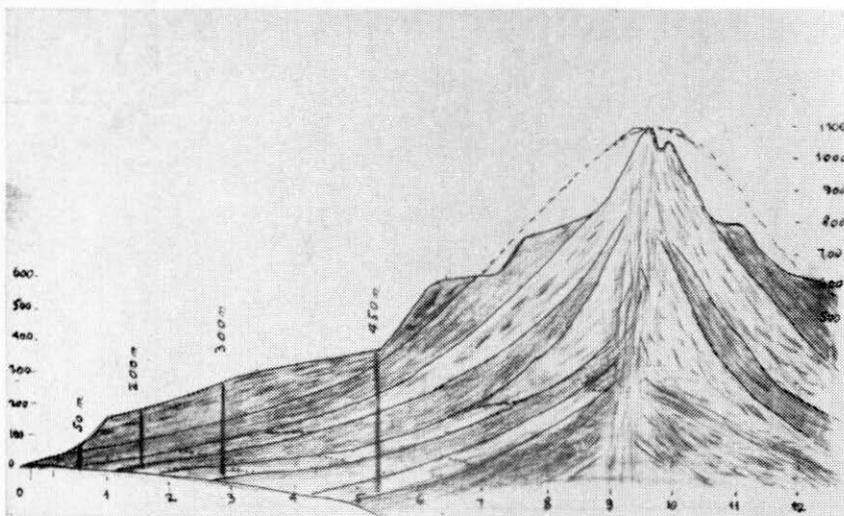


FIGURA 24 / Esquema de acuíferos en la Isla Socorro.



FIGURA 25 / Fumarolas cerca de la cumbre del Everman.



FIGURA 26 / Campo de fumarolas en las cumbres del Everman.

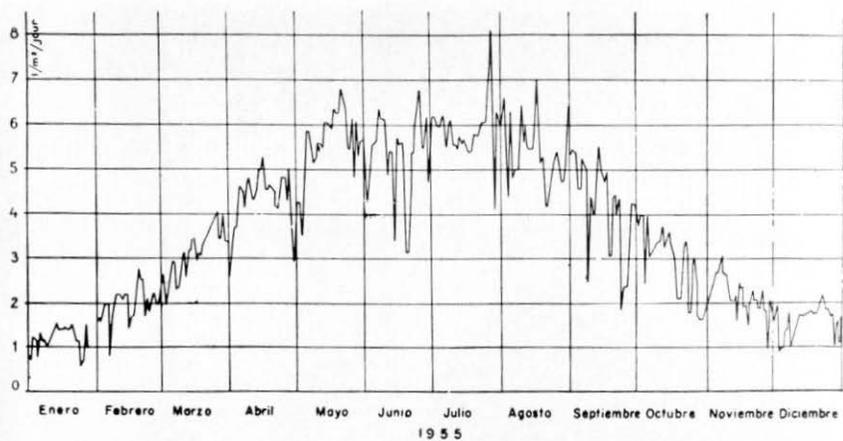


FIGURA 27 / Producción acuífera del "Desolfran", instalado en Touggourt.
 10⁹/10⁹ por m² y día.

V
EDAFOLOGIA

por Luis Blásquez L.

ESTA CIENCIA ha logrado tomar un cuerpo bien definido, por un conjunto de conocimientos que la individualiza, deslindando los campos de otras ciencias conexas que primitivamente la invadían, como era el caso con la geología, agrología, química, climatología, botánica y otras. Siendo una ciencia nueva, su sistemática está en vías de consolidación.

No se había reparado al iniciarse el estudio de los suelos, que éstos son en extremo complicados y se requirió el concurso de muchos pensadores, para llegar al concepto dinámico de los suelos, que no son solamente el producto residual alóctono o autóctono de las rocas, es decir, el producto de la desmenuzación, fragmentación y desintegración de las rocas y además removido y transportado, hasta depositarse sobre otras rocas distintas de las que les dieron origen o bien no removido de su sitio; ni tampoco el resultado del intemperismo relacionado con el clima o de la intervención de éste en los fenómenos de eluviación e iluviación; sino el producto de numerosos y complicados procesos que algunos autores han comparado con los de un organismo viviente.

En efecto, no menos de una docena de agentes intervienen en la formación de los suelos y en su desarrollo. Cada uno de ellos madurando o destruyendo; cada uno de ellos capaz de proporcionar una base de clasificación racional. Si se invoca que la genética es una buena base de clasificación, deberá tenerse en cuenta cada uno de esos procesos que contribuyen a la formación de los suelos y si se atiende a todos en conjunto, se requiere una integración de muy difícil realización.

Cuando se quieren sintetizar los conocimientos adquiridos en el estudio de los suelos, se hacen visibles grandes lagunas y patente la falta de datos en todos los órdenes de investigación fundamental.

No se pretenderá hacer una nueva clasificación de los suelos, sino enmarcar dentro de los tipos reconocidos, las observaciones logradas en el estudio particular de los suelos de la Isla Socorro y de otros que se ha juzgado sirven de término de comparación.

Por su genética dinámica, los suelos pueden dividirse en residuales, coluviales y aluviales o sea en suelos in situ con una clara transición a la roca madre, de la que se derivan y que como antes se dijo, pudieran ser llamados autóctonos; coluviales o removidos en cortas distancias relativas, en las laderas de las montañas y pendientes de más del 10%, por movimientos de gravedad en deslizamiento o rodamiento de partículas ayudado por las lluvias y los vientos; y los suelos aluviales o alóctonos, cuyos elementos han sido transportados por grandes distancias como los limos de los ríos, en las planicies de inundación, los sedimentos acuosglaciales y los acarreo eólicos. Esta distinción ha sido tratada con bastante am-

plitud por los autores antiguos y en nuestro medio por el Dr. Paúl Waitz¹.

Debe atenderse en seguida a la constitución litológica del suelo en cuanto a sus componentes, divididos por tamaños desde gravillas hasta arcillas con las limitaciones aceptadas internacionalmente o las adoptadas por alguna autoridad bien reconocida que en México, es la del Bureau of Soils de los E.U.A., y son las siguientes:

	mm.		mm.
Grava fina.	1.0	a	2.0
Arena gruesa.	0.5	"	1.0
" media.	0.25	"	0.5
" fina.	0.10	"	0.25
" muy fina	0.05	"	0.10
Limo	0.002	"	0.05
Arcilla.	menor que		0.002

Después de un análisis granulométrico, se clasificaba el suelo de acuerdo con estas proporciones en sus componentes (2,p.96).

Arenas: con 20% o menos de limos y arcillas.

Migajones arenosos: con arcillas y limos, comprendidos entre 20 y 50%.

Migajones arcillosos: con arcillas entre 70 y 80%.

Arcillas: con más del 80% de arcillas.

También se denominan los suelos de acuerdo con el triángulo de la fig. 1. (³ p.40) (¹⁰ p.64). El autor sugiere el estudio sedimentológico del suelo a fin de investigar la génesis del depósito, que seguramente revelará los agentes de transporte, aire, agua, hielo, gravedad, etc., mostrando curvas específicas, como las que se encontraron al tratar de los suelos de la Isla Socorro. Estas curvas pueden ligarse también a la denominación de suelos pesados, medianos o ligeros y posiblemente a la consolidación, densidad y permeabilidad de los mismos.

Dada la complicación de las texturas y estructuras de los suelos, en el futuro se abandonará la práctica simplista de calificar a éstos por la proporción de sus componentes, dejando esa calificación como nombre vulgar para fines agrícolas. Nacerá una lexicología de acuerdo con la profundidad de los conocimientos por venir.

En el laboratorio de sedimentografía de este Instituto, el Quím. César Rincón Orta, hizo los siguientes análisis granulométricos:

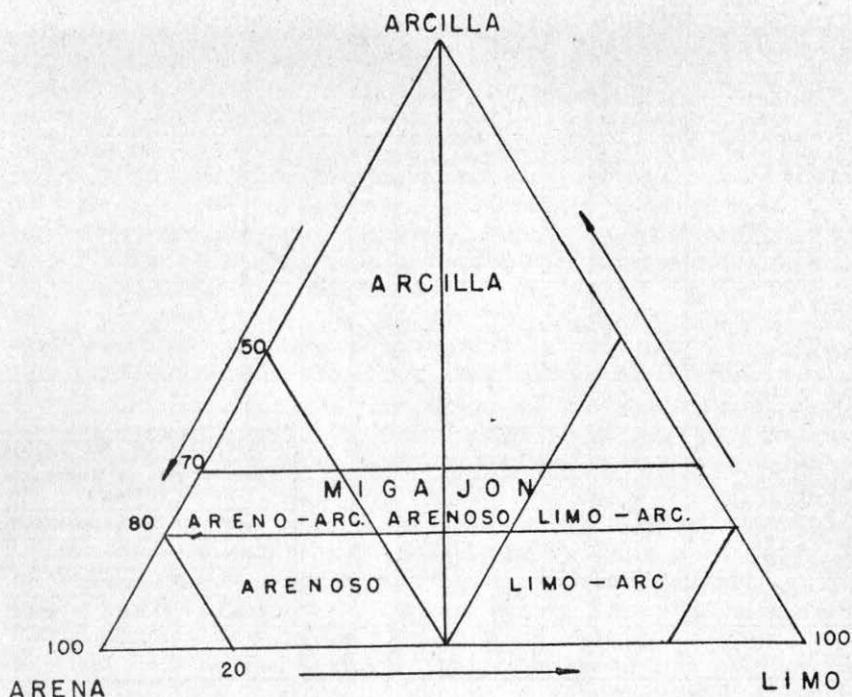


FIGURA 1

<i>Muestra número</i>		1	2	3	4	5	6
<i>Maya.</i>	<i>mm.</i>						
10	1.68	17.75	1.44	7.64	37.17	4.14	19.65
14	1.19	25.55	2.47	11.74	48.27	9.28	22.60
20	0.84	33.45	4.57	19.05	57.84	16.78	27.41
28	0.59	40.92	8.47	27.46	65.75	24.88	33.05
35	0.42	47.92	14.14	36.44	72.60	33.08	39.69
48	0.297	54.29	22.22	45.82	80.45	41.74	46.76
65	0.209	60.23	32.46	55.47	86.04	50.46	54.43
100	0.149	66.53	46.81	66.02	91.23	61.00	63.46
150	0.105	70.87	59.66	73.36	94.52	69.90	70.83
+200	0.074	74.71	71.71	78.60	96.68	78.00	78.20
-200		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Estos análisis acumulativos se muestran en la fig. 2, en la que puede apreciarse que las curvas son idénticas, mostrando solamente la curva 4 condiciones algo distintas.

FIG. 2 Análisis granulométrico practicado en
los muestras 1-6 procedentes de
ISLA SOCORRO.

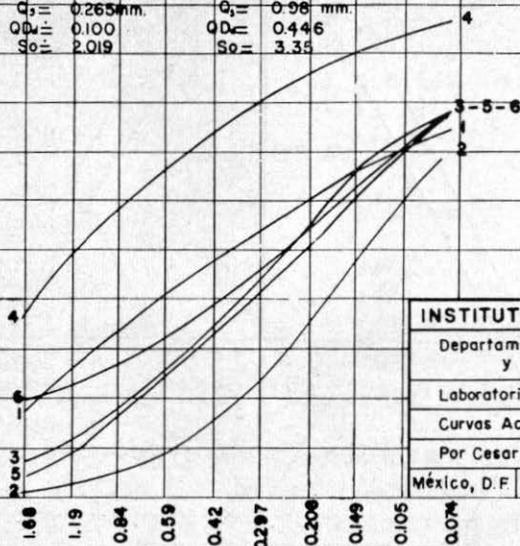
Datos estadísticos de las curvas:

N° 1		N° 2		N° 6	
Md = 0.376 mm.	Q ₁ = 0.070 mm.	Md = 0.1338 mm.	Q ₁ = 0.065 mm.	Md = 0.250 mm.	Q ₁ = 0.087 mm.
Q ₃ = 1.23 mm.	QD ₅₀ = 0.58	Q ₃ = 0.265 mm.	QD ₅₀ = 0.100	Q ₃ = 0.98 mm.	QD ₅₀ = 0.446
So = 4.18	So = 2.019	So = 3.35			

N° 3	
Md = 0.252 mm.	Q ₁ = 0.095 mm.
Q ₃ = 0.65 mm.	QD ₅₀ = 0.277
So = 2.61	

N° 4	
Md = 1.13 mm.	Q ₁ = 0.396 mm.
Q ₃ = 2.47 mm.	QD ₅₀ = 1.037
So = 2.49	

N° 5	
Md = 0.216 mm.	Q ₁ = 0.084 mm.
Q ₃ = 0.58 mm.	QD ₅₀ = 0.25
So = 2.62	



INSTITUTO DE GEOLOGIA		
Departamento de Mineralogía y Petrología		
Laboratorio de Sedimentografía		
Curvas Acumulativas		
Por Cesar Rincón Orta		
México, D.F.	Febrero	1958

FIGURA 2

Viene en seguida la indicación de la posición del suelo respecto al drenaje del mismo y así podrá denominarse con W.L. Kubiens, (4) subacuático, semi-terrestre y terrestre y además suelo de planicie y suelo ranker o de montaña. La posición respecto al nivel de la saturación del agua subterránea en las planicies, es también importante, pues determina la posibilidad de la ascensión del agua freática por capilaridad y la producción de eflorescencias y concreciones. Quizá se pueda calificar la posición del suelo como infrafreática cuando el acuífero lo alcanza constantemente; perifreática cuando sin tocarlo está muy próximo y epifreática cuando la distancia entre el acuífero y el suelo es considerable. El drenaje también puede designarse como de penetración, o en sentido vertical y de translocación o sentido horizontal o paralelo a las capas.

Bien pronto fué reconocida la influencia del clima en la naturaleza de los suelos y se llegó a establecer, que independientemente de las rocas madres, éstas tienen características comunes en los mismos climas. Se distinguieron tres grandes grupos: los de climas secos, áridos y semiáridos; los de climas intermedios y los de climas

húmedos. Las divisiones resultantes de estas influencias están bien expuestas en el interesante estudio del Ing. García Galán (² p.132) que forma un cuadro que relaciona los tipos de suelos con la precipitación y la temperatura.

Con el clima está ligada la vegetación y de allí resulta una rama muy rica de la investigación de los suelos, en su contenido de materia orgánica y en la biología y microbiología de los suelos, desde los aportes de restos vegetales Forna (⁴ p.25) capas F y H. (⁴ p.26) hasta las capas ricas en humus y flora bacteriana incluyendo además metazoarios celomados, etc. El papel de las bacterias se ha venido estudiando cada vez con mayor ahínco, estableciéndose grandes grupos con los amonifijadores, nitrificadores, denitrificadores, celulotipos, hemicelulíticos, amilolíticos y clucidolíticos (^{5 6 7}).

El Dr. Teófilo Herrera, miembro de la Expedición a la Isla Socorro, presenta más adelante su estudio biológico de los suelos, refiriéndose a las mismas muestras analizadas en los laboratorios de este Instituto.

La composición química del suelo es otra base para la clasificación de los suelos y quizá pueda englobar todos los conceptos anteriores, requiriéndose un estudio mundial uniformizado, tratando los mismos asuntos con la misma técnica. Lamentablemente se carece de esa clase de datos y mientras no se tenga un gran acervo de ellos, no puede verse el conjunto e intentarse una clasificación más efectiva que la actual. Mientras se acumulan esos datos, se utilizarán los tipos de suelos reconocidos.

Un gran avance se logró al distinguir horizontes en los suelos; pues desde ese momento se tuvo una base bastante eficaz de clasificación. Se llamó "perfil" al corte vertical del terreno, desde la superficie hasta la roca madre o la roca estéril. En ese corte se distinguieron "horizontes" denominándolos A, B, C y D. La literatura sobre estas distinciones es muy amplia, siendo de mencionarse por su clara exposición las obras de autores mexicanos (^{2 8 9}). Esta clasificación establece tres grandes divisiones: suelos zonales, o aquéllos en los que los horizontes se reconocen claramente; intrazonales (⁸ p. 129) donde los horizontes son apenas discernibles; y azonales, cuando no se distinguen los horizontes.

El autor preferiría otra palabra en lugar de la zona; porque es costumbre atribuir este concepto a las superficies y porque no es indicativa, ya que puede tratarse de cualquier zona. Es preferible relacionar la presencia de horizontes definidos a la edad del suelo y llamar como lo hacen algunos autores, suelos maduros a los que los tienen muy conspicuos; inmaduros cuando existe al menos, un horizonte franco y jóvenes a los que en manera alguna muestran horizontes. De todas maneras, el concepto de los horizontes es muy

útil y debe tratarse de establecerlo, patentemente cuando es visible, muestreando las capas para su análisis físico-químico o cuando no existen horizontes francos, hacer un muestreo sistemático, cada 10 cm. hasta llegar a la base del suelo o hasta donde el muestreo tenga significación, por el alcance de los procesos físico-químicos y biológicos. En la mayoría de los casos, bastarán tres muestras (hasta 90 cm.) para estudiar un suelo.

El análisis químico, revelará si los suelos han sufrido lixiviación con sus mecanismos de eluviación e iluviación en los que se producen lavados y concentración de sales, señalando una podsolización incipiente o avanzada. Mostrará también si los elementos aumentan en concentración o disminuyen con la profundidad y sus relaciones con la roca sustentante. El análisis químico completo mostrará la constitución de los suelos en su totalidad, y además los elementos solubles contenidos en el agua lavando las tierras hasta no contener sales de esta naturaleza. Experimentación de laboratorio indicará si las sales contenidas en el agua o soluciones extraclaras especiales saturando la muestra y dejándola por 24 horas en contacto, representan un porcentaje definible de las sales disueltas en el agua de repetidos lavados hasta no obtener residuos.

Conociendo la composición de una tierra y desarrollando en ella la acción de plantas vigorosas con intervención de bacterias, hasta lograr la total extinción de las materias disueltas, permitirá comparar las cantidades extraídas, por el análisis de los residuos vegetales y de los suelos agotados, con las cantidades tomadas en los lavados exhaustivos.

En todo análisis se determinarán los elementos básicos para la vida de las plantas o sean los fertilizantes de primera importancia, los elementos nutritivos secundarios, los inertes y los nocivos. Se consideran como elementos primarios, el nitrógeno, potasio, fósforo, calcio y magnesio. En cada perfil se dará el porcentaje de la suma de estos elementos respecto al total de cada horizonte y respecto al total del perfil o columna.

Además del nombre del suelo derivado del perfil, se adoptarán los símbolos químicos de los elementos primarios, exceptuando el nitrógeno, que se denominará Ni y el potasio que se denominará Po, para evitar la confusión entre la pronunciación de K y Ca.

En el cuadro que muestra la relación entre los más importantes grupos de suelos, formado por el Ing. Macías Villada (⁸ p. 132), se distinguen dos grupos principales: Pedocales y Pedalferes.

Los primeros se encuentran en regiones de clima desértico, árido y semiárido. Los segundos en regiones de climas húmedos. Ambos grupos se dividen en suelos zonales, intrazonales y azonales.

Los pedocales, a los que el autor de este estudio propone la denominación de "edafocales" tienen acumulación de bases, particu-

larmente cal y de allí su nombre, en todo o en parte de su perfil. Los zonales se dividen en: chernozem, chesnut, cafés, sierozem, suelos de desierto y suelos rojos desérticos tropicales. Los intrazonales en: solonchak salino o alcalino, solonetz y soloth.

Los pedalfères, que también se propondría llamar edafoalfères o edalfères, tienen entre los zonales; tundra, podzol ácido, podzoles grises y cafés, terra rosa, suelos amarillos y lateritas. Los intrazonales comprenden suelos de pantano, semi-pantanosos, wiesen boden (suelos de pradera) y rendzina.

El Ing. Macías Villada (* p.132) señala también las relaciones de calcio, sílice y alúmina contenidos en los suelos e indica la precipitación y la temperatura media anual de las regiones donde se encuentran. Los edafocales se hallan en zonas de precipitación entre 150 y 600 mm. con temperaturas de 16 a 18°C. Los edalfères, en regiones de precipitación de 800 a 4,000 mm. Según ese cuadro, atendiendo solamente a la precipitación, los suelos café y rojizos de la Isla Socorro serían edalféricos, lateríticos ácidos.

Los suelos de la Isla Socorro, no contienen calcio en su mayoría o lo contienen en porcentajes siempre menores que el resto de los fertilizantes. Se tomaron en la primera expedición seis muestras, principiando casi al nivel del mar (30 m) y terminando en la cumbre del Everman (1,050 m).

La mayor parte de los suelos son en la isla azonales o jóvenes. El detalle correspondiente a cada muestra es el siguiente:

1 — Situación SE. 8-3, altitud 30 m. Llanito del Sector Naval. Posición epifreática; pendiente, menos del 1%; clima 1.37, clase, tierra arenosa; roca madre, basalto escoriáceo; relación vegetal, pastos bajos, gramíneas, (*Graminea jouvea**); color rojizo café; tipo de suelo, joven, edalfer posiblemente laterítico.

2 — Situación SE. 7-2, altitud 250 m; posición, ladera de 10 a 20% de pendiente, epifreática; clima L.40, clase arenas arcillosas; color rojizo; roca madre arenas y cenizas basálticas poco consolidadas; vegetación matorrales de crotón (*Croton masoni*); tipo edalfer joven, posiblemente laterítico. La Escuela Superior de Guerra clasifica a estos suelos como "litosoles".

3 — Situación SE. 6-2, altitud 400; ladera en la margen de un arroyo, pendiente 10%, epifreático; clima L.41; clase, arenas arcillosas; color café oscuro; roca madre piroclásticos, suelo coluvial; vegetación, chaparrales de guayabilla (*Psidium Socorrensis*); tipo, edalfer inmaduro podsólico, espesor 60 cm.

4 — Situación SE. 5-2, altitud 500 m; posición ladera de 10% epifreática; clima L.41; clase, arena arcillosa gris a café; espesor de

* La clasificación de las plantas que se mencionan al tratar de las muestras, se debe al Dr. Faustino Miranda, del Instituto de Biología, miembro de la Expedición, como ya se dijo.

más de 60 cm; roca madre arenas y cenizas basálticas, suelo posiblemente residual; vegetación, amates o higueras (*Ficus cotinifolia*); tipo edalfer joven.

5 — Situación SE. 3-1, altitud 800 m; posición, plataforma de 1a. 3%, epifreática; arena arcillosa rojizo amarillenta; Clima, L.80; roca madre, arenas y cenizas basálticas incoherentes; suelo joven, residual, tipo edalfer; vegetación variada, amates, guayabilla y zapotillo (*Bumelia Socorrensis*); tipo edalfer laterítico joven.

6 — Situación SE. 0-0.1, altitud 1000 m. migajón arenosos —con arcilla rojizo café; cumbres del Everman con pendientes de 30 a 60%; clima L.130; roca madre, basaltos escoriáceos y arenas y cenizas basálticas; vegetación, gramíneas de diverso género; tipo, edalfer laterítico joven.

Este muestreo se hizo de acuerdo con las sugerencias del Dr. Miranda, quien distinguió varias zonas de vegetación, que describe en su trabajo sobre la isla.

A continuación se consigna el resultado del análisis químico de estos suelos.

INSTITUTO DE GEOLOGIA, LABORATORIO DE QUIMICA,
ANALISIS DE TIERRAS

	1	2	4	3	5	6
K ₂ O	4.93	3.23	4.45	0.35	2.28	2.06
CaO	0.11	1.34	1.05	0.06	0.00	0.50
MgO	0.10	2.52	0.36	0.20	0.51	0.98
P ₂ O ₅	0.20	0.14	0.46	0.323	0.195	0.32
N	0.06	0.27	0.22	0.05	0.35	0.43
Suma:	5.40	7.50	6.54	0.98	3.33	4.39
Mat. Org.	0.84	4.24	3.82	0.74	4.52	6.69
Fertilizantes ..	6.24	11.73	10.36	1.72	7.85	10.98
MnO	0.14	0.46	0.26	0.13	0.26	0.62
CO ₂	—	—	—	—	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	0.41	0.51	0.57	0.96	0.74	0.49
Na ₂ O	4.85	1.43	4.47	1.18	1.24	2.09
Secundarios ..	5.40	2.40	5.30	2.27	2.24	3.20
SiO ₂	59.04	42.88	54.58	37.56	40.12	39.44
Al ₂ O ₃	17.05	16.97	15.77	22.66	18.14	18.63
Fe ₂ O ₃	8.98	16.32	10.48	18.86	16.92	11.38
Tercarios	85.07	76.17	80.83	79.08	75.18	69.45
Fertilizantes ..	6.24	11.73	10.36	1.72	7.85	10.98
Secundarios ..	5.40	4.92	5.66	2.47	2.75	4.18
H ₂ O al rojo ..	1.30	7.03	1.26	14.56	13.92	14.08
	98.01	99.85	98.11	97.83	99.70	98.69

Ciudad Universitaria, México, D. F.
4 de marzo de 1958.

V. B.
El Jefe del Laboratorio.
Rodolfo del Corral.

Alberto Obregón P.
Ingeniero Químico.

El autor opina que un análisis químico completo es el mejor argumento para la clasificación de los suelos, en estudios de carácter científico, anotando que los especialistas han logrado prácticas de análisis cada vez más sencillas y eficaces que les permiten llegar al conocimiento de los elementos que guían sus técnicas de mejoramiento, abonos y demás aplicaciones agrológicas.

Del análisis debe desprenderse el porcentaje correspondiente a cada uno de estos elementos. A los suelos de la Isla Socorro, corresponden:

Muestra	1	2	3	4	5	6
Primarios	4.31	3.97	4.86	0.52	2.32	2.65
Secundarios . . .	1.01	6.11	4.04	0.96	3.03	7.76
Terciarios	94.68	89.92	91.10	98.52	94.75	89.59
Tóxicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Para dar énfasis a los elementos primarios, secundarios y tóxicos, se puede formar un segundo cuadro de porcentos que darán:

Primarios	81.0	39.4	54.5	35.8	43.3	24.6
Secundarios . . .	9.0	60.6	45.5	64.2	56.7	75.4
Tóxicos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Se requiere el criterio del agrónomo para agrupar como tóxicos a ciertos elementos secundarios, cuando es grande su abundancia, como suele ocurrir con los suelos de Hawai con excesivo contenido de Mg y Mn. y con los que contienen álcalis negro y blanco.

INFORME Y RESULTADOS DEL ANALISIS
MECANICO DE LAS MUESTRAS DE TIERRAS DE LA ISLA SOCORRO, COLECTADAS POR EL SR. ING. LUIS BLASQUEZ L.
Anexo a los Análisis 11540 a 11545.

El método seguido para este análisis es, prácticamente el señalado por el Ing. Quím. Carlos Navarro en el Boletín de Ingeniería Hidráulica, V. Volumen 11 No. 2, pág. 60; el mismo método en su parte fundamental está descrito por la American Society for Testing Materials en el capítulo de análisis mecánicos de suelos y catalogado como método Standard.

Las principales diferencias en la técnica seguida consistieron en la forma usada para dispersar las tierras en las que a falta del agitador recomendado se usó una licuadora común.

También hubo necesidad de usar tamices sólo aproximadamente iguales a los recomendados por falta de estos últimos.

Tamices recomendados.

1000 micras
500 "
250 "
100 "
50 "

Tamices usados.

840 micras
420 "
210 "
105 "
53 "

RESULTADOS *

Muestra	1	2	3	4	5	6
Grava fina	0.3	0.3	0.4	0.2	1.5	0.4
Arena gruesa	2.0	1.6	2.9	1.1	2.4	1.2
Arena media	4.0	6.4	9.8	4.2	3.4	4.0
Arena fina	3.8	9.3	9.4	7.2	3.6	6.1
Arena muy fina	3.0	7.0	4.8	5.9	2.0	4.7
Limo	65.9	45.2	58.0	35.2	66.8	56.8
Arcilla gruesa	4.0	2.6	1.7	5.1	0.9	4.2
Arcilla fina	17.0	26.6	13.0	41.1	19.4	22.6

* En porcientos.

Clasificación según U.S. Dep. of Agriculture

- 1 — Migajón limoso.
- 2 — Areno migajonoso muy fino.
- 3 — Arcilla.
- 4 — Migajón limoso.
- 5 — Migajón limoso.
- 6 — Migajón limoso.

Clasificación según el Bureau of Soils

- 1 — Migajón arcilloso.
- 2 — Migajón limoso.
- 3 — Arcilla.
- 4 — Migajón arcillo limoso.
- 5 — Migajón arcillo limoso.
- 6 — Migajón arcillo limoso.

Los datos de los análisis anteriores, sólo se pueden tomar con ciertas reservas por no estar apegados estrictamente al proceso standard.

Ciudad Universitaria, D. F., a 6 de agosto de 1958.

Ing. Quím. Alberto Obregón.

Como medios de comparación se tomarán análisis de tierras de los E.U.A., con contenidos mínimos y máximos, comunes y en regiones húmedas y secas.

	E.U.A.		Comunes		Edafocales	Edalferes
	Mínim.	Máxim.	Mínim.	Máxim.		
K ₂ O	0.16	2.90	0.20	4.00	2.00	2.40
P ₂ O ₅	0.02	0.18	0.20	0.40	0.10	0.15
N.	0.02	0.27	0.20	0.50	0.15	0.12
CaO.	0.01	5.48	0.10	5.00	1.50	0.60
	0.21	8.83	0.70	9.90	3.75	3.27
MgO.	0.02	2.00	0.20	2.50	0.50	1.00
MnO.	0.01	0.44	—	—	—	—
SO ₃ .	0.05	0.21	0.02	0.50	0.10	0.20
TiO ₂	0.47	1.08	—	—	—	—
Mat. Org.	1.85	8.82	0.40	10.00	4.00	3.25
	2.40	12.55	0.62	13.00	4.60	4.45

Al porcentaje de fertilizantes obtenidos al tomar en cuenta todos los elementos, se le llamará "global"; al obtenido tomando en cuenta los primarios, secundarios y tóxicos, "esencial"; al correspondiente a cada elemento aisladamente dentro de los primarios, se le llamará "interno". A continuación se dá un cuadro con estos porcentajes para los suelos estudiados:

Muestra	Global	Esencial Prim.	K ₂ O	Interno		
				P ₂ O ₅	N	Ca
1. Socorro	4.31	81.0	94.8	1.9	1.5	1.8
2. "	3.97	39.4	67.7	1.5	6.7	24.1
3. "	4.86	54.5	75.9	4.1	4.5	15.5
4. "	0.52	35.8	55.6	27.3	9.4	7.7
5. "	2.32	43.3	81.4	3.5	15.1	0.0
6. "	2.65	24.6	64.5	5.3	16.3	13.9
Suelos pobres E.U.A.	0.21	7.9	32.8	2.2	3.0	62.0
Suelos ricos E.U.A.	8.83	37.5	76.0	9.5	9.5	5.0

Se calcularán en seguida algunas relaciones entre los elementos que en seguida se explicarán. Los análisis 1 al 6 se refieren a las tie-

rras de la Isla Socorro en el orden que se ha establecido. La No. 7, es la de una tierra laterítica de la Isla Madagascar (¹³ p.47) que se consigna para comparar composición y relaciones. La No. 8, corresponde a un suelo sierozen del Estado de Sonora.

	1	2	3	4	5	6	7	8
sa.	3.52	2.52	3.46	1.66	2.21	2.12	0.40	2.74
sf.	4.58	2.64	5.20	1.98	2.38	3.45	0.40	9.20
ba.	0.58	0.35	0.63	0.07	0.20	0.30	1.20	0.17
ba ₁ .	0.57	0.27	0.56	0.07	0.19	0.22	0.03	0.03
ta.	0.12	0.22	0.09	0.01	0.03	0.13	0.20	0.26
fa.	0.52	0.96	0.67	0.83	0.94	0.61	1.00	0.30
KNa.	1.02	2.26	0.99	0.30	1.84	0.99	—	—
Camg.	1.00	0.53	2.92	0.30	0.19	0.51	—	0.13
saf.	2.26	1.28	2.08	0.90	1.14	1.31	0.20	2.12
ox-ses.	4.45	2.64	4.13	1.84	2.36	2.58	—	—

Hans Jenny¹¹ ha establecido estas relaciones para la mejor comparación de los suelos, habiendo llamado ki a la relación silicio-alúmina dada por la fórmula: $ki = \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ Aquí se le llamará sa.

Puede verse que en todas las muestras de la isla es superior el contenido de sílice al de alúmina siendo mayor la relación en la No. 1, o sea en el terreno más bajo cubierto de pastos y menor en la muestra No. 4, tomada en tierras cubiertas por amates, sin vegetación menor. Comparando al silicio con el hierro, es decir:

$sf = \frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$ la relación se hace mayor en todas las muestras referidas.

La relación:

$ba = \frac{K_2O + Na_2O + CaO}{Al_2O_3}$ es comparable en las muestras 2, 5 y 6, acusa un fuerte descenso en la 4 por la simultánea disminución del numerador y aumento del denominador. En la 1 y la 3 sube bastante, principalmente por el contenido de álcalis.

Si se comparan solamente los álcalis con la alúmina, es decir, si se calcula la fórmula:

$$ba_1 = \frac{K_2O + Na_2O}{Al_2O_3}$$

se obtienen valores casi del mismo orden que los anteriores, debido a la poca proporción de CaO.

Jenny llama ba_2 a la fórmula:

$$ba_2 = \frac{CaO + MgO}{Al_2O_3}$$

En este trabajo se le denominará ta , por tratarse de tierra alcalina y alúmina. Los valores obtenidos indican un contenido bastante bajo de tierras respecto a la alúmina.

Se ha considerado también interesante la relación fierro-alúmina:

$$fa = \frac{FeO_3}{Al_2O_3}$$

Jenny atiende a la relación alúmina-fierro; pero siendo en todos los casos anteriores la alúmina el denominador, se ha considerado conveniente invertir el quebrado. En todas las muestras, es superior el contenido de Al_2O_3 , casi igual en la 2 y la 5 y con mayor diferencia en la 1 y la 6. Esta relación muestra ya suelos en proceso de laterización. Aquí se indica esta relación con el símbolo fa .

El propio autor determina también la relación potasio-sodio, que aquí se designa KNa , que puede ser importante tratándose de álcalis blancos y negros. La relación calcio-magnesio se señala con el símbolo $camg$ y por último la relación:

$$\frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = s.af.$$

es también reveladora de laterización, particularmente en las muestras 2, 4, 5 y 6.

El Sr. Ing. Nicolás Aguilera calculó los coeficientes moleculares de la relación óxidos sesquióxidos que aparecen en la tabla anterior en la línea $ox-ses$, y que puede verse no difieren mucho de la relación sf . pues sólo en las muestras 3 y 6 las diferencias son mayores, siendo los valores iguales en las muestras 2 y 5.

Con el objeto de examinar las variaciones de la composición y ver si las fórmulas que el autor ha propuesto en otro estudio¹², son lo suficientemente expresivas para traducir diferencias o tipos importantes, se calcularán los valores de reacción de los óxidos, así como las moles o pesos formales (¹⁵ p.33).

Muestra No. 1 de Isla Socorro.

	%	Moles.	V. Reac.	V. Reac.		
			—	+		
SiO ₂	59.04	98.00				
NO ₃	26.67		0.876			
P ₂ O ₅	0.10	0.161	0.002			
K ₂ O	0.20	0.014	0.004		0.882	Ad
K ₂ O	4.93	5.235		0.104		
Na ₂ O	4.85	7.830		0.157	0.261	Al
CaO	0.11	0.196		0.004		
MgO	0.10	0.273		0.005	0.009	T
MnO	0.14	0.197		0.004		
TiO ₂	0.41	0.520		0.021		
Al ₂ O ₃	17.05	15.89		0.475		
Fe ₂ O ₃	8.98	5.630		0.112	0.609	M

Esquema de representación de Brögger:

			CaO					
		FeO+Mn +F ₂ O ₃		MgO				
SiO ₂					SiO ₂			
		Na ₂ O		K ₂ O				
				Ad	M		Al ₁	
			Al ₂ O ₃		Al		Al ₂	
					T		Al ₃	
0.522	Al ₁							
0.018	Al ₂							
1.218	Al ₃							

Muestra No. 2 Isla Socorro.

	%	Moles.			
SiO ₂	42.88	71.00			
NO ₃	0.30	0.48			
P ₂ O ₅	0.14	0.09	71.57	Ad	M
K ₂ O	3.23	3.54			T
Na ₂ O	1.43	2.31	5.85		Al
CaO	1.34	2.39			
MgO	2.52	6.24	8.63		
MnO	0.46	0.65			
TiO ₂	0.51	0.65			
Al ₂ O ₃	16.97	15.85			
Fe ₂ O ₃	16.32	10.20	27.35		

Muestra No. 3 Isla Socorro.

	%	Moles.			
SiO ₂	54.58	90.50			
SiO ₂					
NO ₃	0.26	0.42			
P ₂ O ₅	0.46	0.32	91.24		
K ₂ O	4.45	4.72		Ad	M
Na ₂ O	4.47	7.22	11.94		Al
CaO	1.05	1.87			T
MgO	0.36	0.89	2.76		
MnO	0.26	0.37			
TiO ₂	0.57	0.73			
Al ₂ O ₃	15.77	14.70			
Fe ₂ O ₃	10.48	6.60	22.40		

Muestra No. 4. Isla Socorro.

	%	Moles.			
SiO ₂	37.56	62.20			
NO ₃	0.07	0.10			
P ₂ O ₅	0.32	0.23	62.43	Ad	M
K ₂ O	0.35	0.37			Al
Na ₂ O	1.18	1.90	2.27		T
CaO	0.06	0.11			
MgO	0.20	0.49	0.60		
MnO	0.13	0.18			
TiO ₂	0.96	1.22			
Al ₂ O ₃	22.66	21.10			
Fe ₂ O ₃	18.86	11.82	34.32		

Muestra No. 5. Isla Socorro.

	%	Moles.			
SiO ₂	40.12	66.70			
SiO ₂					
NO ₃	0.38	0.61		Ad	M
P ₂ O ₅	0.19	0.13	67.44		Al
K ₂ O	2.28	2.43			T
Na ₂ O	1.24	2.00	4.43		
CaO	—				
MgO	0.51	1.27	1.27		
MnO	0.26	0.37			
TiO ₂	0.74	0.94			
Al ₂ O ₃	18.14	19.90			
Fe ₂ O ₃	16.92	10.62	31.83		

Muestra No. 6. Isla Socorro.

	%	Moles.			
SiO ₂	39.44	65.40			
SiO ₂					
NO ₃	0.46	0.74			
P ₂ O ₅	0.32	0.22	66.36	Ad	M
K ₂ O	2.06	2.19			Al
Na ₂ O	2.09	3.38	5.57		T
CaO	0.50	0.89			
MgO	0.98	2.44	3.33		
MnO	0.62	0.87			
TiO ₂	0.49	0.62			
Al ₂ O ₃	18.63	17.30			
Fe ₂ O ₃	11.38	7.10	25.89		

Muestra No. 7. Laterita de Madagascar.

	%	Moles.				
SiO ₂	10.00	16.57			M	Ad
NO ₃	3.00	4.83			T	A ₃
P ₂ O ₅	5.00	3.50	0.481	Ad	Al	A ₂
K ₂ O	0.70	0.74				A ₁
Na ₂ O	—	—	0.015	Al		
CaO	5.00	8.90				
MgO	—	—	0.018	T		
MnO	—	—				
TiO ₂	5.00	6.40				
Al ₂ O ₃	25.00	23.20				
Fe ₂ O ₃	25.00	15.65	0.448	M		
Al ₂ O ₃	libre	20.84	0.581			

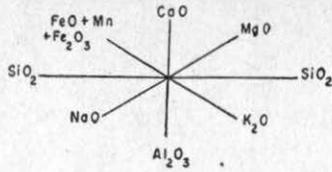
Muestra No. 8. Sierozem. Cajeme, Son.

	%	Moles.				
SiO ₂	57.20	95.00		Ad	M	A ₃
SO ₃	0.16	0.20			T	A ₂
NO ₃	0.02	0.03			Al	A ₁ S ₁
P ₂ O ₅	0.42	0.29				
CO ₂	1.56	3.57				
K ₂ O	0.55	0.58				
CaO	3.13	5.57				
MgO	2.35	5.84				
Al ₂ O ₃	20.84	19.40				
Fe ₂ O ₃	6.24	3.90				

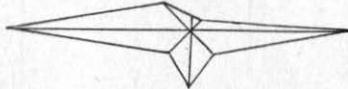
Puede verse con bastante claridad que los suelos de la Isla Socorro muestran cierta semejanza entre sí, en los diagramas de Brögger, semejanzas bien caracterizadas por las fórmulas del autor, pues quedan dentro de la misma distribución las muestras 1, 3, 4, 5 y 6, y solamente la 2, tiene una ligera variante, poco acusada por Brögger. [Fig. 3].

En el diagrama de Variación a que se refiere Larios (¹⁴ p.42) se colocan en las ordenadas cumulativamente los álcalis y el calcio y los demás elementos independientemente unos y otros. La fig. 4, permite conjeturar la clase de minerales que se encuentran en los suelos; pero no es tan indicativo como los diagramas de Brögger ni tan simple como las fórmulas propuestas por el autor de este estudio.

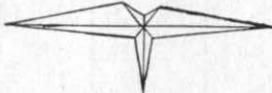
ESQUEMA DE REPRESENTACION



MUESTRA 1.



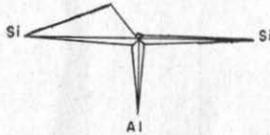
MUESTRA 2.



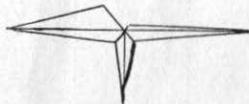
MUESTRA 3.



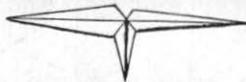
MUESTRA 4



MUESTRA 5.



MUESTRA 6.



MUESTRA 7.



MUESTRA 8

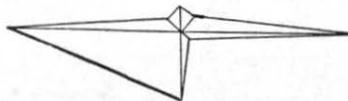


FIGURA 3 / Diagramas de Brögger.

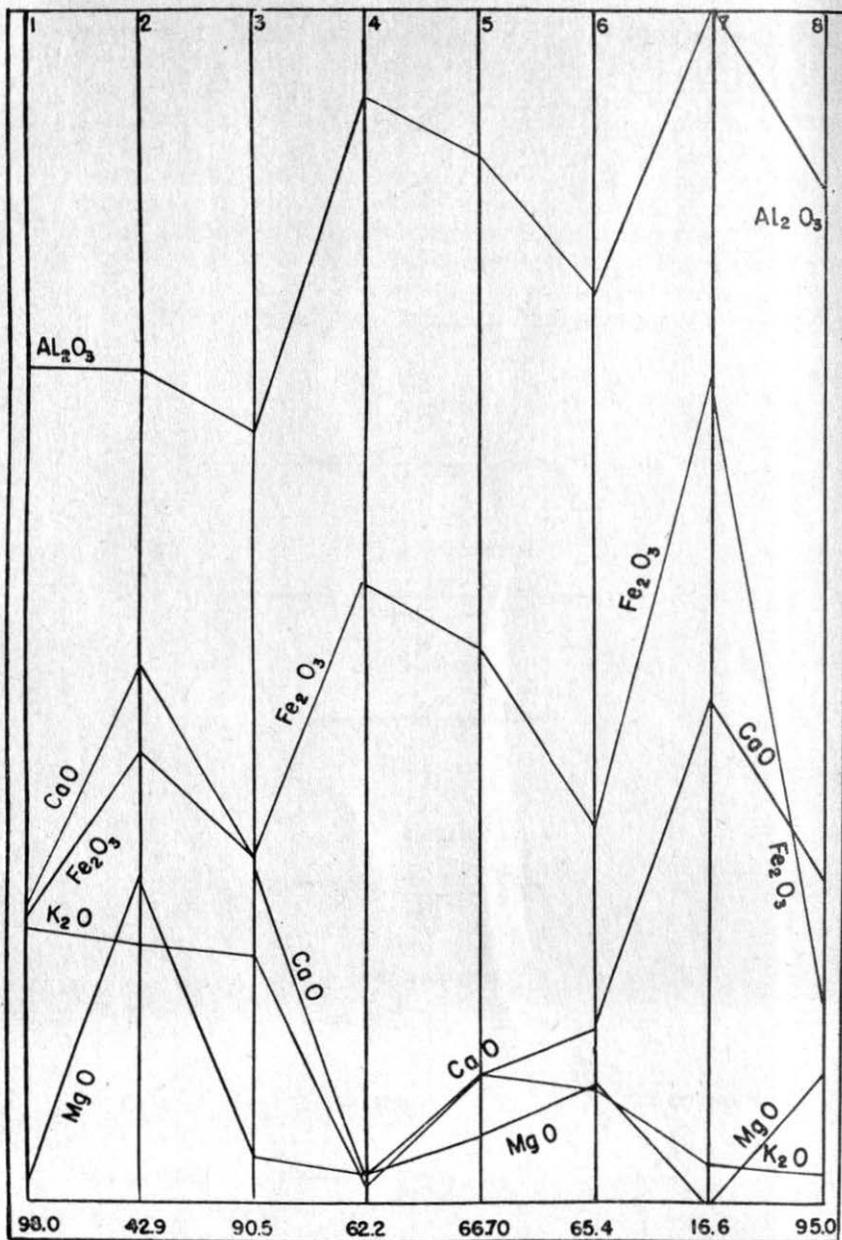
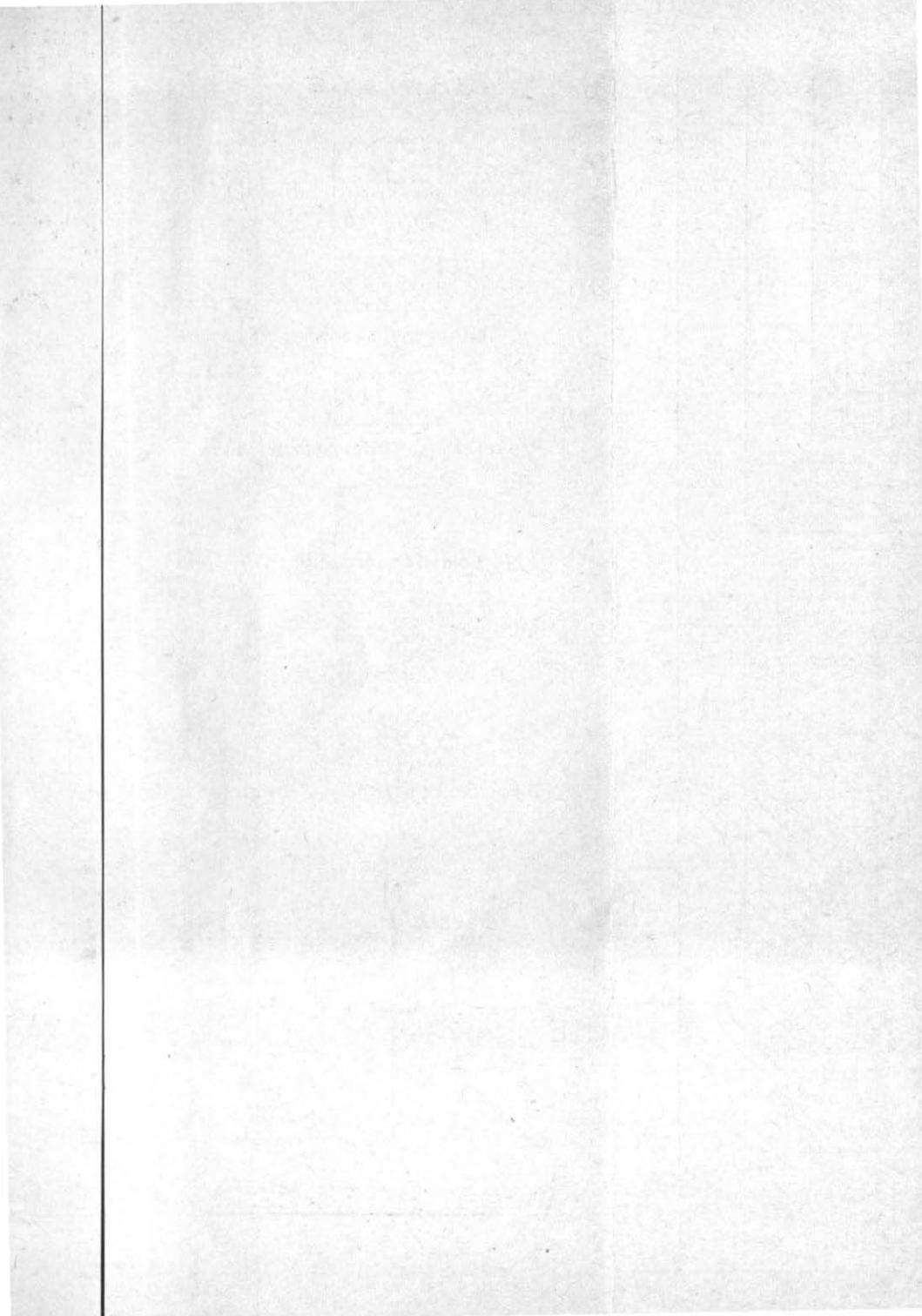


FIGURA 4 / Diagrama de variación



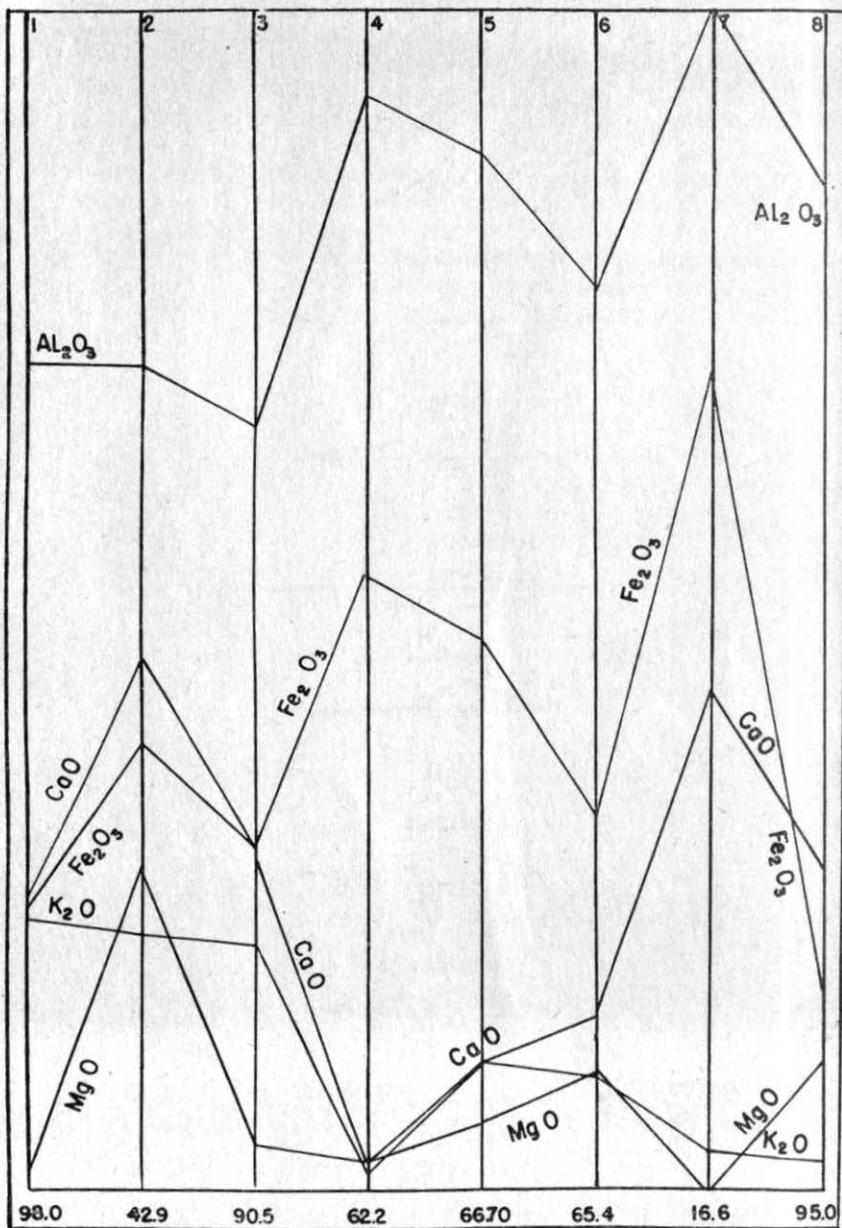


FIGURA 4 / Diagrama de variación

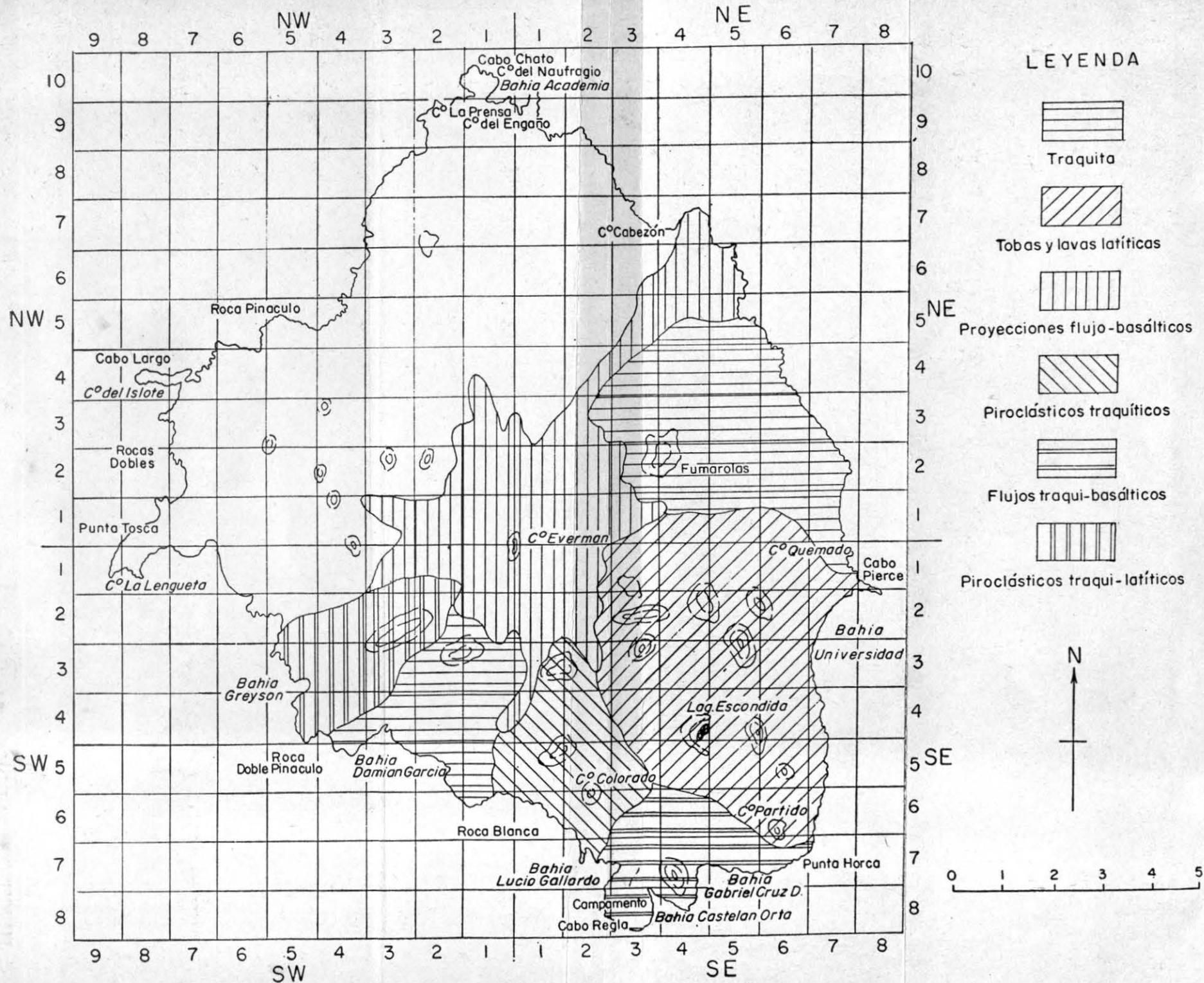
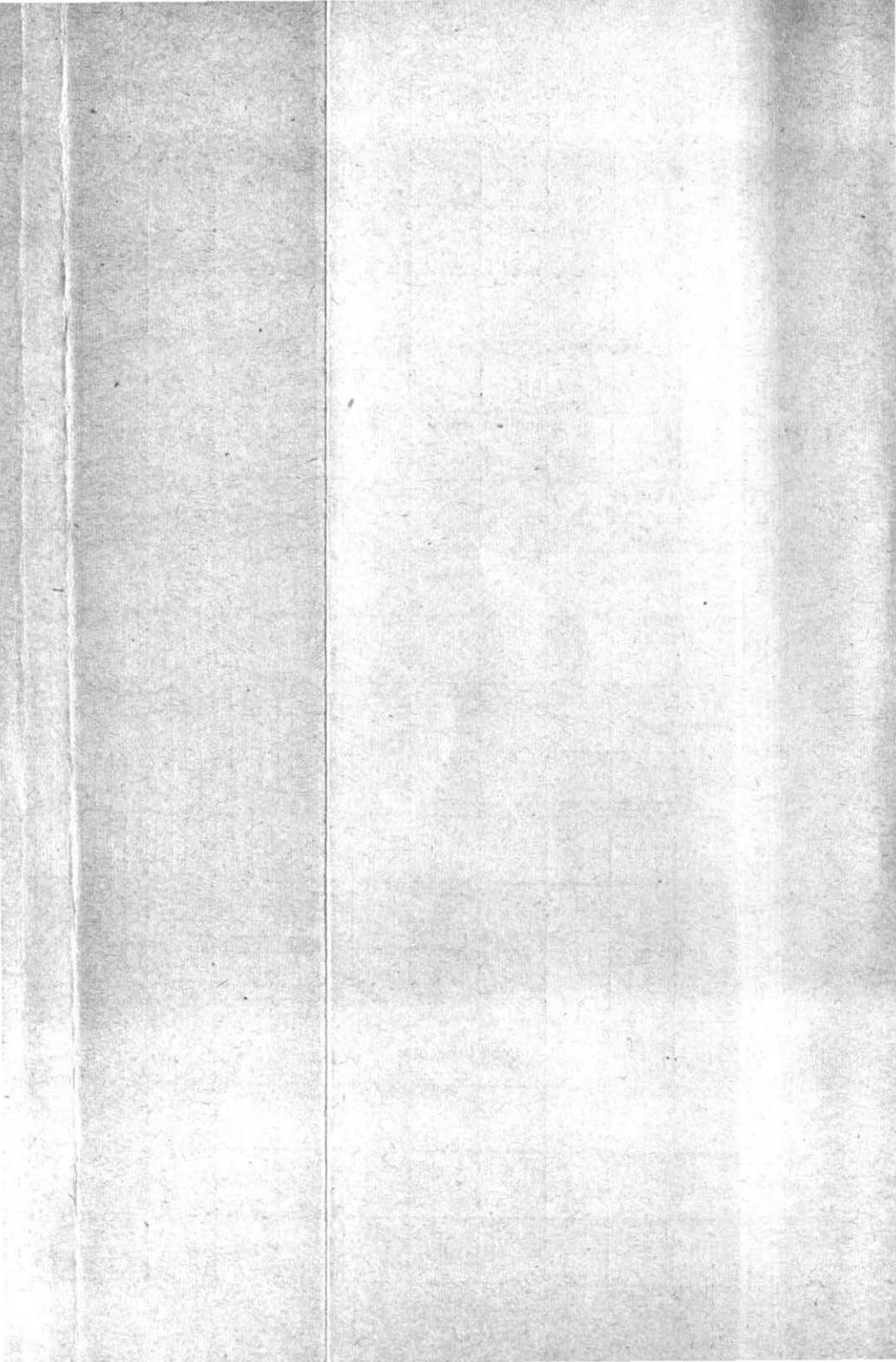


FIGURA 5 / Isla Socorro, de las Revillagigedo



BIBLIOGRAFIA

1

Waitz Paul
1942

“Los suelos de México y las posibilidades de futuros desarrollos agrícolas”
Comisión Nal. de Irrig. Vol. XXIII. N° 6 Nov.-Dic.
México.

2

García Galán Rafael

1944

“Agrología en general”
Irrig. en México. Vol. XXV-2. abril-junio

3

Lyttleton Lyon, T. Harry y O. Buckman

1947

Edafología
Acme Agency Suc.
Buenos Aires, Arg.

4

Kubierna, L. W.

1952

Claves sistemáticas de suelos
Consejo Sup. de Invest. Cient.
Madrid.

5

Pochon, J.

1954

Manuel technique d'analyse microbiologique du sol
Masson et Cie. Editeurs
Paris.

6

Pochon, J. et Yao-Tseng Tchan

1948

Précis de microbiologie du sol
Masson et Cie. Editeurs
Paris.

7

Kubnelt, Wilhelm

1957

Biología del suelo
Consejo Sup. de Invest. Cient.
Madrid.

8

Macías Villada, Mario

1945

“Correlación entre los grandes suelos del mundo y sus tipos según la clasificación americana”
Irrig. en México. Vol. XXVI-1
México.

9

Ortiz Monasterio, Rafael

- 1957 "Los recursos agrológicos de la República Mexicana"
Ingeniería Hidráulica México. Vol. IX; 3 y 4. 1955 X; 1-4
1956 y XI; 1. 1957
México.

10

Navarro, Carlos A.

- 1957 "Métodos de análisis de suelo agrícolas y aguas para riego"
Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XI; 2-3
México.

11

Jenny, Hans

- 1941 *Factors of soil formation*
Mac. Graw. - Hill. Book Co.
New York.

12

Blásquez L., L.

- 1950 "Apuntes para interpretación geoquímica de los análisis de aguas"
Bol. Soc. Geol. Méx. T. XV
México.

13

Segalen, P.

- 1957 "Etude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar"
Mem. Inst. Sci. de Madagascar D. VIII

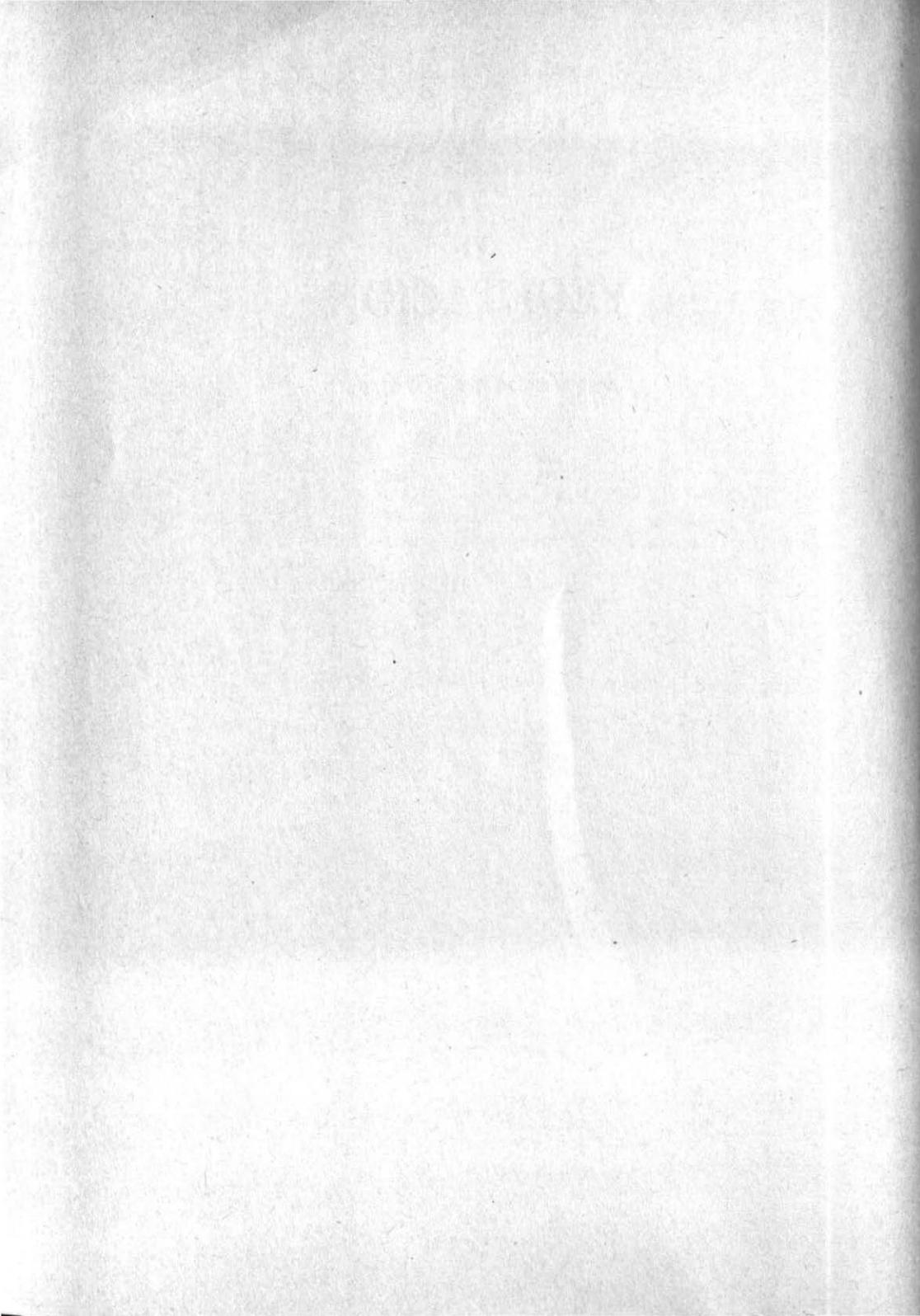
14

Larios, Hermión

- 1956 "Interpretación de los análisis de rocas"
Anales del Inst. de Geol. U.N.A.M. T. XI

VI
VEGETACION

por Faustino Miranda



INTRODUCCION.

El día 14 de enero de 1958 desembarcamos en la Isla Socorro del archipiélago de las Revillagigedo y nos establecimos en la base de la Armada situada en la parte sur de la isla, en una península colocada entre las bahías Castelán y Gallardo. Desde el día 15 al 22 inclusive realizamos diversas excursiones en distintos rumbos con objeto de fijar las características de la vegetación. No obstante, dadas las dificultades de visitar la parte norte, a causa de la falta de agua, nos concretamos en nuestros recorridos a explorar principalmente el lado sur, sureste y suroeste. El día 18 subimos al pico Everman, desde donde se domina toda la costa de la Socorro. El día 21 hicimos una semicircunvalación del Everman, marchando entre los 600 y 800 m. de altitud por su lado este hasta colocarnos en su vertiente norte; en esta zona penetramos en un amplio pedregal (antigua corriente de lava) donde la marcha se volvió tan penosa que desistimos de atravesarlo y regresamos por el mismo lado este.

RASGOS FISIOGRAFICOS.

La isla es en realidad un gran volcán actualmente casi inactivo, el Everman, cuya altura máxima es de 1051 m. sobre el nivel del mar (dato del geodesta Ing. Cobo). En sus faldas existen numerosos pequeños conos volcánicos adventicios que son más abundantes entre los 200 y los 400 m. de altitud sobre todo en el lado sur y sureste. Estos volcanes adventicios parecen haber tenido actividad más reciente que el principal (el Everman) y aunque algunos han sido desmantelados por la erosión y han tomado forma de bola o domo, otros conservan su cráter más o menos característico.

Muchas corrientes de lava (basaltos en las partes bajas, retinitas, en las altas) se han derramado del volcán principal y de los adventicios hacia el mar y cubren todavía en forma de pedregales grandes extensiones de la superficie de la isla. Los productos piroclásticos arrojados por esos volcanes han sido abundantes en forma de arenas (lapilli) y cenizas; sus acumulaciones forman los cráteres adventicios y cubren parcialmente las antiguas corrientes de lava o las hondonadas que quedaron entre éstas, originando en muchas partes suelos profundos, pero generalmente inmaduros. La intemperización ha producido la oxidación de los abundantes minerales de hierro lo que les da vivos colores rojizos.

No existe en la isla, como ya lo ha indicado el distinguido geólogo Ing. Blásquez, ninguna corriente de agua superficial permanente. Todos los cursos de agua superficiales son temporales y consisten en torrentes poco caudalosos que no han alcanzado su perfil de equilibrio, por lo cual los depósitos aluviales propiamente dichos son mínimos. Los depósitos coluviales son más frecuentes, espe-

cialmente allí donde las corrientes de lava han cerrado el paso a las aguas salvajes. Los suelos de este tipo, profundos y más favorables para el desarrollo de la vegetación, se encuentran principalmente hacia la parte alta de la isla, entre los 400 ó 500 y los 800 m. de altitud.

LA FLORA.

Sobre estos difíciles terrenos volcánicos se ha ido estableciendo la vegetación que actualmente se encuentra en la isla. Dicha vegetación se halla integrada por una flora excepcionalmente pobre; tan pobre es ésta en número de especies que impresiona, sobre todo cuando uno se ha acostumbrado a ella, y después, al regresar a Manzanillo, se encuentra ante la magnificente variedad de la flora de los alrededores de este puerto.

Las causas de la pobreza de la flora se encuentran por un lado en el aislamiento en que ha permanecido la isla durante miles y quizá algunos millones de años y su lejanía del continente; unos 480 Km. de la parte más cercana, el extremo sur de la Baja California, y unos 592 Km. del Cabo Corrientes. Se comprende en consecuencia la dificultad para que los gérmenes de plantas, llevados por corrientes marinas, aire y aves, hayan podido salvar esas enormes distancias. Por otro lado el establecimiento de plantas se ha visto dificultado por las erupciones volcánicas en la isla y por los terrenos de lava o depósitos piroclásticos poco maduros que la cubren.

Los materiales reunidos por I. M. Johnston (1931)* de unas cuatro expediciones anteriores arrojan para la Isla Socorro una lista de 96 especies de plantas vasculares. Sin haber recorrido el norte de la isla, colectamos nosotros unas 60 especies (un 66%) de las mencionadas en la lista indicada, más unas 7 no incluidas en la misma.

DISTRIBUCION DE LA VEGETACION Y SUS RELACIONES CLIMATICAS.

La vegetación de la isla, como en otros lugares donde la altura es suficiente, se halla dispuesta en pisos altitudinales que forman zonas más o menos bien delimitadas alrededor del Everman. Por su situación cercana a los 19° N., casi la latitud de Manzanillo, la Isla Socorro es típicamente tropical. En las partes bajas el clima en lo que se refiere a temperatura debe ser semejante al de la tierra caliente en la costa continental (por su situación marina quizá unos 24° C. de temperatura media anual). La precipitación anual en las partes bajas, a juzgar por la vegetación, constituida por un matorral de *Croton* de 1 - 2 m., debe ser escasa, quizá parecida a la de las Islas

* "The flora of the Revillagigedo Islands". *Proc. Calif. Acad. Sci.* IV,20:9-104.

Mariás, que es mucho más baja (660 mm.) que la de la costa continental cercana en San Blas (1460 mm.).

A medida que se asciende, como se deduce de la mayor densidad y altura de la vegetación, la cantidad de lluvia aumenta y aumenta también la nubosidad. A 250 m. termina el matorral de *Croton* que cubre las partes bajas y comienzan matorrales de guayabillo (*Psidium galapageium*). Hacia los 400 m. empiezan los suelos profundos a cubrirse de selva baja algo densa. Entre los 500 y los 800 m. alcanza la selva su mejor desarrollo, de manera que la precipitación anual debe considerarse cercana a los 1000 mm. anuales. La presencia en la parte alta de esta zona de orquídeas y piperáceas epifitas sobre los árboles (*Cattleya aurantiaca*, *Pleurothallis unguicallosa*, *Peperomia chrysolepida*) indica elevada humedad del aire y alto grado de nubosidad. Entre los 800 y 900 m. en el lado sur y algo más abajo en el nordeste se intercalan en la selva árboles como *Oreopanax*, *Meliosma*, y plantas como la zarzamora (*Rubus*) (las dos últimas sólo en la vertiente nordeste) que en las zonas continentales señalan la transición de la tierra caliente a la templada con temperatura media anual de 18° — 20° C. y precipitación algo superior a los 100 mm. anuales. Debido a la escasa penetración de aguas en el suelo escarpado y poco profundo que no permite el desarrollo de bosques, arriba de los 900 m. la selva da paso a un matorral bajo y en la parte más alta del Everman (arriba de los 1000 m.) a una pradera. En esta zona la presencia de un conjunto de plantas como el capulín (*Prunus capuli*), *Gnaphalium*, *Galium*, *Castilleja*, *Aegopogon*, *Salvia*, etc. es sólo compatible con un clima típicamente templado, con una media anual algo inferior a 18° C.

CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS DE VEGETACION.

De la costa a lo alto del Everman encontramos los siguientes tipos de vegetación:

- 1.—Agrupaciones de halofitos costeros.
- 2.—Matorral de *Croton*.
- 3.—Matorral de guayabillo.
- 4.—Selva de higueras o amates con o sin guayabillo.
- 5.—Selva zapotillo-guayabillo.
- 6.—Matorral de *Dodonea*.
- 7.—Pradera.

1.—Las agrupaciones de halofitos costeros consisten principalmente en asociaciones de plantas herbáceas. La costa es en gran parte acantilada. La falta de ríos hace que no existan cordones litorales de sedimentos finos; los existentes en el fondo de bahías y ensenadas están formados por grandes cantos rodados o por trozos más o menos

grandes de madrêporas. No hay en consecuencia en la isla el manglar propiamente dicho que se desarrolla sobre sedimentos finos en desembocaduras de ríos y esteros en las costas tropicales.

Las asociaciones de *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia maritima* se encuentran en los cordones litorales de bahías y ensenadas. La asociación de la gramínea *Jouvea pilosa*, muy molesta con sus pungentes hojas, cubre a veces extensiones grandes de lavas rugosas cerca de los acantilados costeros.

2.—El matorral de *Croton masonii* consiste en una densa agrupación de ese arbusto de 0.50 a 2 m. de altura, según lo favorable de suelo y exposición. Es extraordinariamente escasa en especies, pues consiste principalmente en la indicada, lo que da indicios de la pobreza del suelo en materiales nutritivos, especialmente los nitrogenados. Se intercalan de cuando en cuando en el matorral arbolitos de 3 a 5 m. de copal (*Bursera nesopola*) y de cascarillo (*Guettarda elliptica*). Probablemente con el tiempo el suelo se hará más rico en materiales húmicos y la vegetación pasará a ser una selva baja de copal y cascarillo.

El matorral de *Croton* cubre grandes extensiones en el sur, este y oeste de la isla entre la costa y los 250 m. de altitud donde termina abruptamente. Se desarrolla principalmente sobre terrenos de lavas basálticas cubiertos muchas veces por depósitos derivados de materiales piroclásicos.

En claros del matorral pueden observarse diversas especies herbáceas, principalmente gramíneas. Cuando se tala el matorral, como ha sucedido con el establecimiento de la base o en los caminos recientemente abiertos, si los suelos poseen alguna profundidad, tiende a formarse una pradera de gramíneas con *Aristida* sp., *Aristida adscensionis* ?, *Eragrostis ciliaris*, *Eragrostis amabilis*, *Heteropogon contortus*, *Paspalum longum*, —diversas de las cuales son apropiadas para forraje.

A lo largo de torrenteras o indicando infiltraciones subterráneas de agua se desarrolla en la zona de matorral una especie de selva en galería de higueras o amates (véase mas adelante). En las partes donde se han acumulado grandes depósitos de materiales piroclásticos más gruesos, ahora rojizos por intemperización, que se empapan con las lluvias, los suelos permanecen desnudos o el matorral de guayabillo descendiendo a menores altitudes.

3.—El matorral de guayabillo (*Psidium galapageium*) alcanza su mejor desarrollo entre los 250 y los 400 m. donde forma manchones muy densos constituídos por arbustos de 1 a 4 m. de alto con ramaje denso y retorcido que alternan con grandes extensiones de suelos rojizos desnudo o cubierto de un denso césped de un pequeño musgo (*Bryum argenteum*) y de lavas cubiertas de líquenes pero sin otra vegetación. En esta zona es donde se encuentra el mayor nú-

mero de volcancitos adventicios y en donde la erosión es más activa. La flora es también pobre en la zona correspondiente al matorral de guayabillo, pero alternando con las manchas de éste, pueden encontrarse manchas de la única cactácea conocida en la isla, un nopal (*Opuntia* sp.). El matorral de guayabillo es también la zona más frecuentada por los borregos salvajes que parecen comer los retoños del guayabillo y quizá sus frutos, así como los retoños del nopal, estos últimos en la época en que escasea el agua de los charcos de las torrenteras y la de la Laguna Escondida, que son los principales suministros del precioso líquido en la época seca; también se puede observar a los borregos pastando el mísero musgo que cubre en ciertas partes los suelos de esta zona.

4.—La selva de higuera o amate (*Ficus cotinifolia*) de unos 6 a 10 m. de altura ofrece uno de los notables espectáculos de la isla. Los amates tienen copas muy extendidas que pueden cubrir a veces una superficie de 700 metros cuadrados. Sus ramas casi horizontales están sostenidas por raíces columnares, de manera que un árbol parece tener innumerables troncos, asemejando en pequeño al famoso Banyan de la India (*Ficus bengalensis*) cuya copa puede llegar a cubrir una superficie de 19,000 m.²; además producen raíces que no llegan al suelo y originan grandes manojos de delgadas raíces aéreas. En los cauces amplios y de escaso declive con suelos más bien favorables entre los 250 y los 500 m., la selva de higuera o amate alcanza su mejor desarrollo y se mezcla con guayabillo arbóreo hasta de 12 m. de alto. Ya se ha indicado que las higueras, siguiendo las torrenteras o las infiltraciones subterráneas de agua, se extienden hacia abajo en la zona de *Croton* hasta la costa.

5.—La selva de zapotillo (*Bumelia socorroensis*) —guayabillo (*Psidium galapageium*)— constituye la vegetación de mayor altura en la isla, pues los árboles que la forman alcanzan ordinariamente de 8 - 12 m. de alto cuando las condiciones son más favorables, o sea, en suelos profundos con declive suave; cuando los suelos, más inclinados, permiten una mayor rapidez de escurrimiento del agua, la selva se hace más baja, de unos 5 a 6 m. de altura.

Además del zapotillo y guayabillo son frecuentes en esta clase de selva una especie de acebo (*Ilex socorroensis*), el cascarillo (*Guettarda elliptica*), *Forestiera rhamnifolia* y el semibejuco *Zanthoxylum insulare*. La selva es subperennifolia, pues permanece verde casi todo el año. Es muy peculiar, pues los árboles tienen copas amplias y emiten ramas relativamente bajas, lo que hace la marcha en línea recta dentro de la selva, aun en tramos cortos, totalmente imposible. Muchos de los árboles tienen troncos inclinados o se hallan caídos sobre el suelo y así continúan viviendo. Esto puede ser debido a la frecuencia de los ciclones, pues el archipiélago se encuentra en la ruta de los mismos, y a lo anegable de los suelos. Aunque existen epifitas, como

ya se indicó, falta completamente la subvegetación, de manera que el suelo está completamente desnudo debajo de los árboles, un carácter desfavorable para la retención del agua, que parece explicar la pequeña altura de los árboles.

Los suelos donde se desarrolla la selva indicada son profundos y más oscuros, con mayor proporción de humus, que los de la vegetación a menor altitud.

Cubre esta selva extensiones relativamente grandes en una especie de repisa que rodea casi el Evermann entre los 600 y los 800 m. de altitud, cortada por algunos pedregales de ásperas lavas (retinitas), siendo el más amplio el que se extiende por la vertiente norte. Las más grandes extensiones cubiertas por la selva se encuentran al sureste, este, nordeste y noroeste del Everman, a la altitud indicada. La selva descrita comienza en el lado sur hacia los 450 m. de altitud con la aparición del zapotillo (*Bumelia*) y del *Ilex*, pero en esta parte baja se intercalan en la misma abundantes higueras, que desaparecen casi completamente a niveles más altos.

Ya se ha indicado que entre los 800 y los 900 m. de altitud se intercalan en la selva árboles como *Oreopanax*, *Meliosma* y el bejuco de zarzamora (*Rubus*) indicadores de mayor humedad y más baja temperatura.

En los claros de la selva se desarrollan manchas, a veces extensas, de la curiosa labiada *Sphacele hastata* hierba de olor algo extraño y un poco desagradable, y en los lugares más húmedos diversos helechos. El helecho común (*Pteridium aquilinum*) puede encontrarse en el contacto entre selva y pedregal.

6.—El llamado en algunas partes de México chapulixtli (*Dodonaea viscosa*) cubre en forma de matorral de 0.50 a 2 m. muchas corrientes de viejas lavas y suelos someros entre los 600 y los 900 m., aunque en este matorral se intercalan especies arbóreas de la selva que aquí crecen en forma de arbustos, como el cascarrillo (*Guettarda*) y el zapotillo (*Bumelia*). A los 900 m. termina la selva y los suelos someros o francamente rocosos están cubiertos del matorral indicado hasta los 1000 m. de altitud. El matorral es más rico en especies, sobre todo compuestas herbáceas, que la selva. En él se intercalan a veces arbustos de capulín (*Prunus capuli*). También se encuentran aquí dos de las pocas leguminosas (*Calliandra*, *Phaseolus lunatus*) conocidas de la isla.

7.—La pradera es una agrupación densa de plantas herbáceas de 10 a 30 cm. de altura. Cubre los suelos someros o algo profundos y oscuros de la parte alta del Everman, y es quizá la agrupación de flora más variada de la isla, con especies de los géneros *Castilleja*, *Gnaphalium*, *Sida*, *Borreria*, *Cyperus*, *Setaria*, *Aegopogon*, *Hypericum*, *Galium*, *Phaseolus*, etc.



FIGURA 1 / Viejas corrientes de lavas basálticas en el lado sur de la isla (60-100 m. de altitud) cubiertas del uniforme matorral de *Croton masonii*.

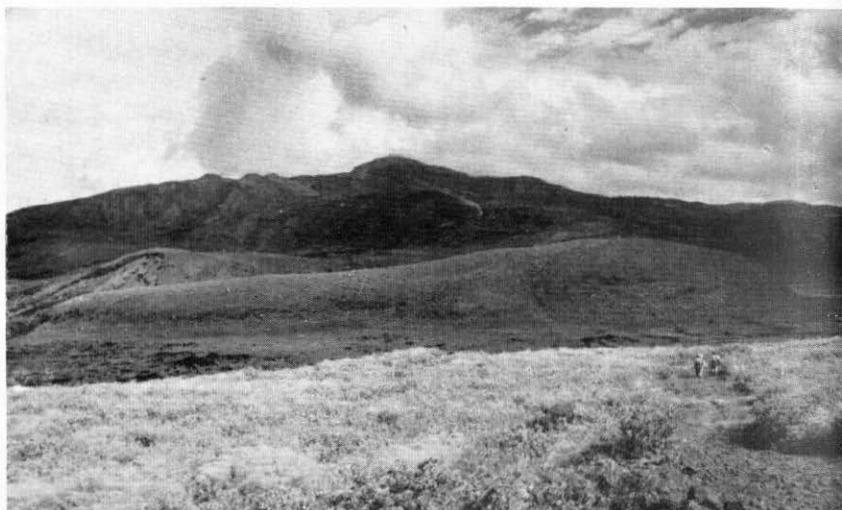


FIGURA 2 / La acción del hombre y ganado se manifiesta en la mayor penetración de gramíneas en el matorral de *Croton masonii*. Al fondo el volcán Everman.



FIGURA 3 / Costa occidental de la isla cubierta por el matorral de *Croton masonii*. En primer término puede apreciarse la abundante penetración de gramíneas en el matorral de las cercanías de la base naval.

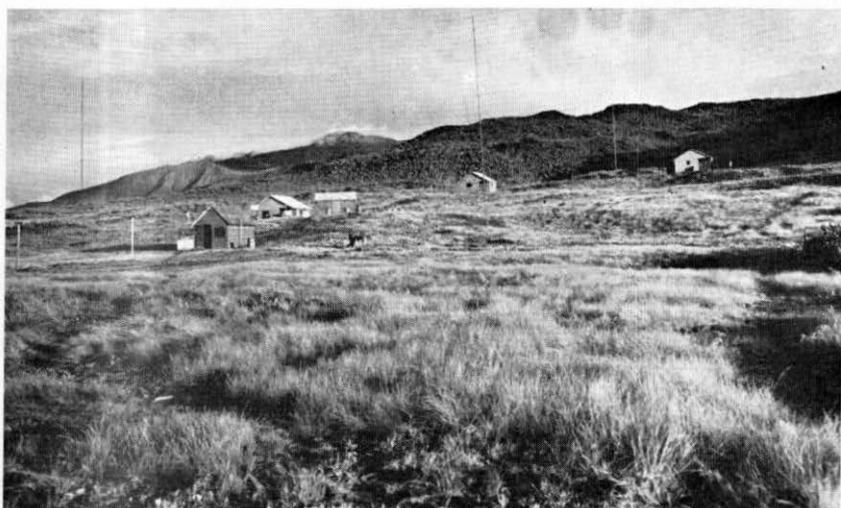


FIGURA 4 / En la base naval el matorral de *Croton masonii* ha sido eliminado por la acción del hombre y el ganado y ha sido sustituido por pastizal.

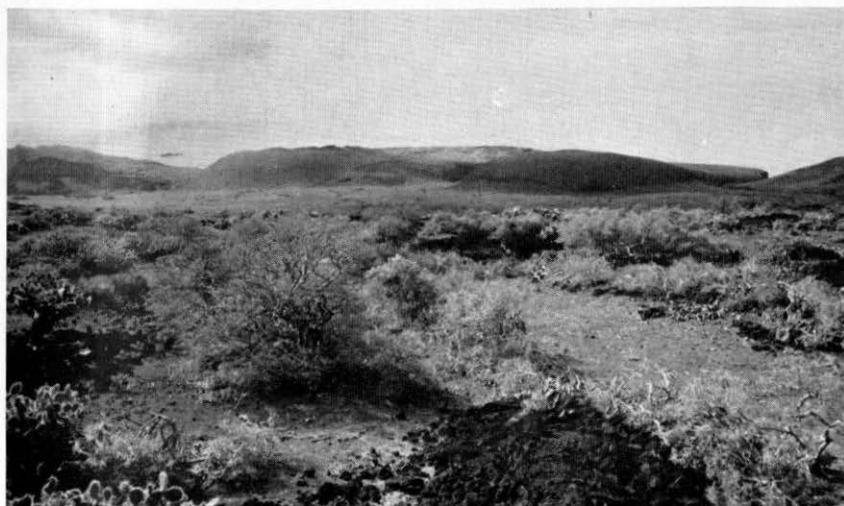


FIGURA 5 / Matorral de guayabillo (*Psidium galapageium*) hacia los 300 m. de altitud cerca de su límite con el matorral de *Croton masonii* que se observa en la zona más baja al fondo. En esta parte se intercalan en el matorral algunos nopales (ángulo inferior izquierdo).

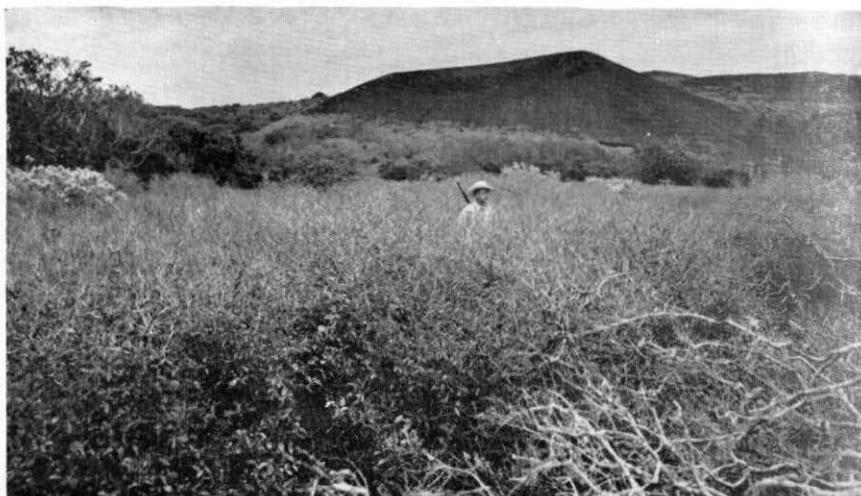


FIGURA 6 / Matorral denso de guayabillo (*Psidium*) hacia los 400 m. de altitud casi sin hojas en el mes de enero. Un poco hacia atrás se aprecia selva en galería de amate (*Ficus cotinifolia*) a lo largo de una torrentera. Al fondo, el cono de un volcancito extinguido con algo de invasión de matorral de guayabillo en sus laderas.



FIGURA 7 / Nopales (*Opuntia* sp.) invadiendo una vieja corriente de lavas basálticas en la zona de matorral de guayabillo.

FIGURA 8 / Selva en galería hacia los 400 m. de altitud con un guayabillo (*Psidium*) en primer término y amate (*Ficus*) atrás y a la izquierda.







FIGURA 10 / Aspecto del interior de la selva en galería de amate (*Ficus cotinifolia*), donde se aprecian las raíces columnares y las abundantes raíces aéreas de ese notable árbol. Nótese el suelo completamente desprovisto de otra vegetación.



FIGURA 11 / Detalle de las ramas con raíces aéreas del amate (*Ficus*).

FIGURA 9 / Detalle del tronco del guayabillo de la fig. 8. Las hojas pequeñas son las del guayabillo; las grandes son de amate (*Ficus cotinifolia*).



FIGURA 12 / Paisaje hacia los 600 m. de altitud. En primer término una corriente (deslizamiento) de lodo (?) ha destruído un matorral de *Dodonaea viscosa* y está siendo invadida por el helecho común (*Pteridium aquilinum*). En la parte media, a derecha e izquierda, diques de retinitas cubiertos por matorral de *Dodonaea*. Entre ambos diques, suelos más profundos con selva. Al fondo el Everman.



FIGURA 13 / Dique de retinitas hacia los 700 m. de altitud con matorral de *Dodonaea-Guettarda*. En primer término una extensa mancha de la labiada *Sphacele hastata*.



FIGURA 14 / Interior de la selva con dominio de zapotillo (*Bumelia socorrensis*) hacia los 700 m. de altitud. Nótese el suelo desnudo.



FIGURA 15 / Selva de zapotillo-guayabillo a unos 700 m. de altitud. El árbol en primer término es un guayabillo (*Psidium*). Obsérvese el suelo totalmente carente de otra vegetación.



FIGURA 16 / Matorral de *Dodonaea* con algo de *Bumelia*, *Calliandra*, *Guetarda*, *Phaseolus*, etc., hacia los 900 m. de altitud. Al centro derecha se ven dos arbolitos secos de zapotillo (*Bumelia*); hacia arriba la cumbre del Everman cubierta de pradera.



FIGURA 17 / Pradera cerca de la cumbre del Everman a unos 1025 m. de altitud. Al centro de la fotografía se observan unos arbolitos secos de zapotillo (*Bumelia*). Las flores blancas a la derecha y arriba son de una bonita especie de *Bidens*.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Parece claro que la flora de la Isla Socorro provino del cercano continente por corrientes marinas, aire y aves. Ya Johnston (1931) señaló la existencia de dos grupos florísticos: uno de afinidad con plantas de la Baja California, y otro con afinidad con especies del sur de México. Dentro de éste hay unas pocas plantas que, según el mencionado autor, están emparentadas con especies del este de México y las Antillas y alguna (*Forestiera rhamnifolia*) no se encuentra más que en esta última región y en las Islas Revillagigedo. El último grupo parece ser el más antiguo en la isla.

No parece haber necesidad de invocar un puente insular continental, como hace Johnston para explicar la presencia de ciertas especies en la isla. Parece claro que especies como *Forestiera rhamnifolia* estuvieron muy difundidas en México en tiempos muy antiguos y entonces invadieron las islas. Posteriormente desaparecieron del oeste de México cuando éste se volvió más seco por la elevación de mesas y serranías altas. Como los períodos en que el continente en su parte mexicana era bajo y húmedo en casi su totalidad fueron anteriores al plioceno, debe deducirse de la distribución indicada más arriba para ciertas plantas que éstas invadieron la Isla Socorro ya en tiempos prepliocénicos, quizá en el oligoceno o mioceno, lo que indica una relativa antigüedad de dicha isla.

La mayor variedad de la flora en las partes más altas de la misma parece deberse por un lado a la mayor antigüedad de éstas y por otro a su clima más húmedo que ha permitido una evolución más adecuada de los suelos con mayor acumulación de materiales nutritivos.

Es digno de nota que los árboles más difundidos en la isla (amate o higuera, cascarillo, copal, guayabillo, zapotillo) son especies de frutos carnosos que son comidos por las aves y diseminados por las mismas. Parece en consecuencia que la diseminación por medio de las aves, en lo que se refiere a vegetación arbórea, fué mucho más eficaz en la introducción de especies en la isla que lo fue la diseminación por medio del viento. También se deduce de lo anterior que aves (zenzontles, cotorras, palomas) y selva constituyen una unidad biológica y que no se puede destruir aves o selva sin destruir aves y selva.

POSIBILIDADES DE RECURSOS NATURALES, AGRICULTURA Y GANADERIA EN LA ISLA.

Las posibilidades en este respecto no son muchas. Los árboles de la isla son demasiado pequeños para poder suministrar madera de importancia comercial, además de que ninguno de ellos proporciona clase valiosa de la misma; su uso por consiguiente, será única-

mente local. Los frutos silvestres comestibles son de pequeño tamaño y no pueden ser considerados como valiosos para la alimentación humana. Plantas medicinales de importancia conocida no han sido encontradas en la isla, aunque algunas puedan ser usadas como remedio local. El látex (leche) de la higuera o amate (*Ficus cotinifolia*), por ejemplo, puede usarse con éxito para combatir ciertos gusanos intestinales (tricocéfalos) a la manera de la "leche de higuera".

Lo que sigue con respecto a otras posibilidades de la isla, no siendo el autor especialista en la materia, ha sido discutido ampliamente con una de las autoridades mexicanas en ecología de pastizales y plantas económicas, ya silvestres o cultivadas, el Ing. Efraín Hernández Xolocotzi, profesor de la Escuela Nacional de Chapingo, al que se deben muchas importantes sugerencias y casi toda la lista de plantas a introducir que se inserta al final de este trabajo.

En relación con la agricultura y ganadería existen en la isla dos zonas que pudieran ser aprovechables. En primer lugar la zona baja y seca del sur con matorrales de *Croton*. El uso más importante de esta zona podría ser ganadero, aunque este uso estaría siempre condicionado por la obtención de agua para bebida de los animales. Como ya se indicó, la tala del matorral de *Croton*, en los lugares donde el suelo es algo profundo, da paso como vegetación secundaria a una pradera de gramíneas, algunas de las cuales constituyen buen forraje. El pastoreo, sin llegar al sobrepastoreo, difundiría las especies más valiosas. Desgraciadamente el clima algo seco no permitiría una densidad grande del pastizal y en consecuencia un número elevado de cabezas de ganado. Pudiera ensayarse la introducción de algunos pastos apropiados para lugares tropicales secos, y aun algunos arbustos (leguminosas principalmente) que pudieran servir para ramoneo del ganado en la época seca. En la introducción de plantas, especialmente las arbustivas, es necesario proceder con sumo cuidado, pues algunas podrían llegar a constituir una plaga que terminaría por eliminar las posibilidades para establecer pastizales. Estos, una vez establecidos, deben ser cuidados para evitar la penetración de plantas, ya existentes en la isla, como el pajarropa (*Cenchrus myosuroides*), que pudieran constituir una molesta plaga.

La zona de matorrales de guayabillo, salvo en barrancas de declive suave, tan propensa a la erosión de sus rojos suelos en buena parte desnudos, no parece adecuada para el establecimiento de actividades agrícolas o ganaderas. Podría pensarse en la introducción de nopales forrajeros, ya que el existente en la zona es muy espinoso y difícil de comer, aun para los borregos.

La otra zona con aparentes posibilidades agrícolas sería la selva de zapotillo-guayabillo en sus partes de suelo profundo de de-

clive suave. Aquí podrían tratar de obtenerse los dos productos tradicionales de la alimentación mexicana: maíz y frijol. Los terrenos aprovechables cubiertos de selva, como ya se indicó, rodean al Everman entre los 600 y los 800 m. por el sureste, este y nordeste, encontrándose también una gran extensión de selva por el noroeste hacia los 500 m. de altitud. Las partes selváticas más asequibles desde el sur son las correspondientes al sureste, este y nordeste y podrían tener una extensión de unos 24 kilómetros cuadrados o sea, unas 2,400 hectáreas. Si eliminamos aproximadamente la mitad de los suelos inundables o someros, quedarían unas 1,200 hectáreas aprovechables.

El único sistema de cultivo que pudiera por el momento emprenderse, sin aumentar grandemente los costos, sería el sistema tradicional de milpa emigrante. En este sistema, si la regeneración de la selva talada fuera muy favorable, pudiera volver a cultivarse el mismo lugar al cabo de unos 10 años, lo que nos daría una oportunidad de cultivo de unas 120 hectáreas anuales. Una cosecha mínima de maíz de media tonelada por hectárea nos daría un rendimiento total de 60 toneladas por año. Si se calcula un consumo de un kilo diario de maíz por persona, o sea, unas 15 toneladas anuales para unos 40 hombres, resultaría que teóricamente habría una producción suficiente de maíz aun para cuatro veces ese número de personas.

En la práctica las dificultades que se presentarían y que, para zanjarlas, necesitarán ensayos y experimentos realizados por una persona especializada son las que siguen. En primer lugar, hemos supuesto que el maíz, lo mismo que el frijol prospera en esa región de la selva, pero todavía no ha habido ningún ensayo que demuestre la realidad de esa suposición. Además, se necesita probar razas adecuadas de maíz, pues el clima de la zona, como ya se indicó es muy especial, probablemente con una media anual de unos 20° C., sin heladas, una precipitación cercana a los 1000 mm. anuales, alta nubosidad y abundante rocío en los meses secos. Otro factor que podría reducir la importancia de las cosechas y que debe ser tenido en cuenta es la frecuente incidencia de ciclones.

Por otro lado, para que el sistema de milpa emigrante pueda ser establecido, es necesario que la regeneración de la selva sea favorable. Este es un punto muy delicado. No hemos logrado en nuestras observaciones obtener datos acerca de la rapidez de regeneración de la selva y si en ella existen fases secundarias. El aspecto de la selva, con su falta de subvegetación y su aspecto de viejo clímax, no parece dar indicio de una rápida regeneración. Tampoco la manera de diseminación mediante las aves de los árboles de la selva es indicio de rápida regeneración de la misma. Podría ser necesario, en el caso de que el maíz se diera en buenas condiciones,

introducir del continente árboles y arbustos de gran rapidez de crecimiento y difusión, apropiados al clima, de los que forman allí las selvas secundarias, para que el sistema de milpa emigrante pudiera ser establecido. Estos necesitarían ser cuidadosamente seleccionados.

Por todo lo que antecede proponemos muy encarecidamente al director de la Comisión Universitaria de Estudios de las Islas Revillagigedo, Dr. Julián Adem, que agregue al personal de la Comisión un especialista en pastizales y agronomía de plantas cultivadas que pudiera ya en las futuras expediciones comenzar los ensayos de introducción de plantas y los cultivos experimentales, según las indicadas orientaciones, con el fin de sentar de una vez las bases prácticas para tratar de lograr cierta autonomía alimenticia del personal de la Armada que hoy habita la Isla Socorro.

A continuación se inserta una lista de especies o razas de plantas cuya introducción racionalmente vigilada podría contribuir a la producción de materiales alimenticios en la isla. Las semillas de cierto número de ellas, las señaladas por un asterisco, podrían conseguirse en la Oficina de Estudios Especiales de la S. A. C., Londres 40. Las otras tendrían que ser conseguidas en los lugares de origen.

PASTOS

Nativos:

- * *Bouteloua filiformis*
- Bouteloua repens*
- * *Bouteloua curtipendula*
- * *Bouteloua hirsuta*
- Hilaria semplei*
- Hilaria cenchroides*
- Cathestecum erectum*
- Opizia stolonifera*

Exóticos:

- * *Hyparhenia rufa* (jaragua bermeja)
- * *Hyparhenia hirta* (jaragua gris)
- * *Panicum maximum* (zacate guinea)
- * *Cynodon dactylon* (Bermuda de la costa)
- * *Pennisetum ciliare* (zacate "buffel")

De primavera:

MAIZ

- | | | |
|---------|---|------------------------|
| breve | { | Bolita de Oaxaca |
| | { | Zapalote Chico |
| mediano | { | H 330; H 209 |
| | { | Tabloncillo de Nayarit |
| | { | Raza Vandeño |

De invierno:

Tabloncillo de Nayarit.

ARBOLES O ARBUSTOS SECUNDARIOS

Heliocarpus
Ipomoea
Tecoma
Gliricidia
Erythrina
Leucaena
Gallandra

FRUTALES: (Zona de selva)

Naranja
Limón
Chirimoya
Granadilla
Aguacate

RESUMEN: Se hicieron diversas excursiones en la Isla Socorro con objeto de fijar los caracteres de la vegetación y deducir las posibilidades de aprovechamiento de sus recursos naturales y vegetales y de establecimiento de actividades agrícolas o ganaderas. La isla volcánica tiene una vegetación pobre, con un total de unas 103 especies de plantas vasculares. La vegetación está distribuída en zonas altitudinales que dan cierta idea de la variedad de climas: 1º hasta los 250 a 500 m. cálido semiseco o árido; 2º por encima de los 500 a los 900 m. semi-cálido subhúmedo, y 3º por encima de los 900 m., templado subhúmedo. A cada una de estas zonas corresponde la siguiente vegetación: a la primera matorral de *Croton* y de guayabillo; a la segun-

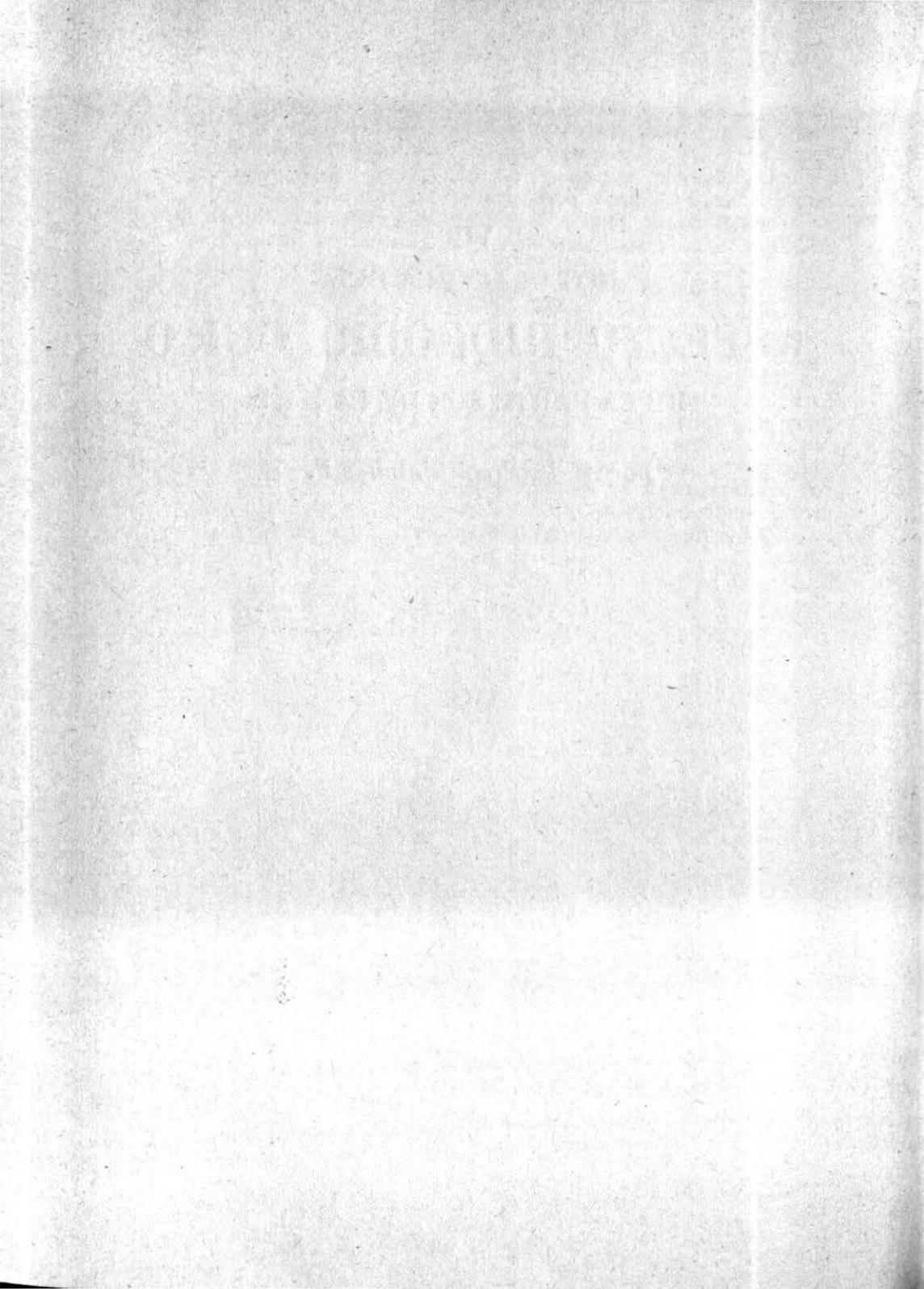
da, selva de zapotillo y guayabillo, y a la tercera, pradera. Parece que parte de la flora de la Isla Socorro invadió la misma ya en tiempos relativamente antiguos anteriores al plioceno.

Las posibilidades de explotación de recursos naturales vegetales son solamente locales, pues no hay por el momento ningún recurso de esta clase conocido que pudiera exportarse al continente.

En relación con agricultura y ganadería parece haber posibilidades para mantener un número algo mayor de personas que el que allí existe en la actualidad. Estas posibilidades se hallan condicionadas a la obtención de agua para el hombre y animales. También dichas posibilidades, hasta ahora teóricas, habrían de ser fijadas por experimentos de cultivo de plantas alimenticias y ensayos de introducción de forrajeras adecuadas. Las zonas bajas de matorral de *Croton* parecen las indicadas para establecimiento de pastizales para ganado. Las zonas altas con selva podrían ser apropiadas para cultivos básicos como maíz y frijol. En el caso de que experimentos de cultivo y ensayos de introducción resultaran favorables y de que se obtuviera agua en cantidades adecuadas, las zonas susceptibles de explotación agrícola o ganadera actualmente aseguibles desde el sur de la isla suministrarían alimentos básicos como para unas 120 personas.

VII
NOTAS ACERCA DEL
ASPECTO HIDROBIOLOGICO
DE LA PARTE SUR DE LA ISLA

por Alejandro Villalobos F.



ESTAS NOTAS no tienen más significación que la de un breve relato de las observaciones hidrobiológicas de la parte Sur del litoral de la Isla Socorro, que pudieron efectuarse durante la expedición científica a las Islas Revillagigedo, organizada conjuntamente por la Universidad Nacional Autónoma de México y la Secretaría de Marina.

Debo poner de manifiesto la eficaz ayuda que en estos trabajos me brindó el estudiante de Biología de la Facultad de Ciencias Héctor Pérez, y la franca camaradería que existió en todo momento entre los miembros de la Expedición, especialmente entre los representantes de los grupos hidrobiológico y entomológico.

El trabajo de identificación de las especies fué realizado en la medida de nuestras posibilidades, por los que componemos la Sección de Hidrobiología del Instituto de Biología: La Srita. M. en C. Ma. Elena Caso M. tomó a su cargo los equinodermos; el Dr. Enrique Rioja L. se avocó al estudio de los anélidos y a la identificación de las muestras de plancton; los compañeros Ancona y García Cubas tomaron por su cuenta el material de moluscos; mientras el que esto relata se hizo cargo de los crustáceos. Otros grupos de la fauna acuática sólo han podido ser reconocidos muy superficialmente en cuanto a su posición taxonómica se refiere; y aun dentro de los mismos grupos a cargo de los especialistas, existen ejemplares que requieren un estudio más profundo para lograr su completa determinación. Todo el material colectado en esta expedición, se ha depositado en las colecciones de la Sección de Hidrobiología del Instituto de Biología.

Prácticamente nuestra labor en esta expedición, se concretó a la colecta de todo el material faunístico marino, posible de conservar con los medios que llevábamos, y menester es confesarlo, en tales colectas no seguimos un curso metódico, sino que nuestro trabajo estuvo condicionado por toda esa serie de circunstancias anómalas que acompañan a un investigador en su primera visita a una localidad, incluyendo en ellas el defecto o ausencia del equipo necesario para el trabajo, que no viene al caso mencionar en esta ocasión.

A nuestra llegada a la Isla Socorro, los componentes de los grupos hidrobiológico y entomológico, decidimos instalar un campamento en la hondonada de la Bahía Rafael Castelán Orta, el cual, a pesar de ciertas incomodidades, nos permitió estar en estrecho contacto con el medio acuático. Después de levantar las tiendas de campaña y de adecuar un sitio de trabajo, ya entrada la primera noche de nuestro arribo, salimos hacia el interior de la Bahía utilizando la lancha de remos del destacamento de la isla. Poco después de haber lanzado nuestros anzuelos logramos pescar dos ejemplares de "cazon", posiblemente del género *Mustelus*. Esa misma noche, al acercarnos al desembarcadero para vigilar unos pescados

descompuestos que pusimos como cebo para atrapar pulpos o langostas, tuvimos la grata sorpresa de ver varios de estos últimos crustáceos que comían con gran avidez; su captura fué relativamente fácil, pues desde la orilla pudimos atrapar tres ejemplares.

La especie de langosta de la Isla Socorro ha quedado identificada como *Panulirus penicillatus* (Olivier); esta especie se distribuye desde las Islas Marianas hasta el Hawai. Ahora anotamos para ella una nueva localidad, y para México otra especie comercial de langosta, además de las dos que ya existen en la costa pacífica. La calidad de especie puede ser comparable a la de la langosta colorada (*Panulirus interruptus* (Randal)) de la costa occidental de la Península de Baja California, y que en la actualidad tiene gran demanda en el comercio exterior. No es aventurado decir que la explotación racional de la langosta de la Isla Socorro, puede alcanzar proporciones considerables, y si no competir, cuando menos aliviar la explotación exhaustiva que actualmente se hace de la especie de Baja California.

Prácticamente nuestra colecta la iniciamos el día 15 de enero, es decir, el siguiente de nuestra llegada a la isla. Utilizando los equipos de buceo autónomo, hicimos un reconocimiento del lado Este de la Bahía Rafael Castelán Orta, desde la playa del desembarcadero hasta antes del mareógrafo. Esta porción de la Bahía tiene acantilados relativamente altos, y el material sumergido, hasta unos 8 ó 10 metros en que lo reconocimos, está formado por grandes bloques basálticos de aristas redondeadas debido a la erosión marina; después de éstos sigue el lecho arenoso de la Bahía, en la que aún se ven algunos bloques ampliamente diseminados.

Nuestros equipos de sumersión nos facilitaron el reconocimiento faunístico de la parte explorada. Simultáneamente a nuestra colecta nos dimos cuenta que aproximadamente a unos ocho metros de profundidad, en las junturas de las piedras, se localizan unos erizos que se identifican como *Eucidaris thouarsii* (Valenciennes); éstos se presentan aislados unos de otros y muy raramente forman grupos de más de tres; se caracterizan porque sus espinas primarias son gruesas, cosa que los hace inofensivos, y de fácil captura. Dichas espinas generalmente tienen una capa de carbonato de calcio, en donde pueden localizarse como epizoarios: pequeños moluscos bivalvos, crustáceos cirrípedos y anélidos poliquetos del grupo de los serpúlidos. Por otra parte, sobre la superficie convexa de los bloques basálticos, destacan por su gran atractivo estético otros erizos que Agassiz denominó *Tripneustes depressus* [Fig. 13]; estos son mucho más grandes que los anteriores, ya que pueden medir hasta 14 cm. de diámetro; sus espinas son muy cortas, numerosas y su color puede variar desde el blanco hasta café oscuro. Sobre las mismas rocas, en profundidades de seis a ocho metros, co-

lectamos dos ejemplares de una especie de estrella de mar, que la Srita. Profesora Ma. Elena Caso, especialista del grupo de los equinodermos, identificó como *Acanthaster elisii* (Gray) [Fig. 15]; estos ejemplares presentan originalmente un color gris claro, y contrastando con él, las numerosas y pequeñas placas madreporicas características de la especie.

En sitios de menor profundidad, aproximadamente de cuatro a seis metros, localizamos grupos de erizos que responden científicamente como *Echinometra vanbrunti*; y en otros sitios un poco más profundos, conglomerados de erizos venenosos, de púas largas y agudas, que se identifican como *Diadema mexicanum*.

Finalmente, en sitios profundos, casi al iniciarse el lecho arenoso de la Bahía, a unos 15 metros de la superficie, recogimos numerosos ejemplares de holoturias; además, levantando rocas pequeñas, pudimos capturar algunos ofiúridos.

Debido a que la reserva de aire de nuestros equipos se iba agotando, emprendimos el regreso hacia la superficie y después a nuestro punto de partida. El resto de ese día nos lo pasamos arreglando el material colectado y los numerosos detalles pendientes de nuestro improvisado campamento.

El siguiente día estuvo muy nublado y debido a la falta de medios para reconocer sitios más lejanos en el litoral, a pesar de la falta de luz, decidimos repetir nuestro reconocimiento en el mismo lugar que visitamos el día anterior; pero a pesar de nuestra buena voluntad, las condiciones de luminosidad favorecieron tan poco nuestro trabajo submarino y los resultados fueron tan escasos, que suspendimos nuestra exploración y volvimos al campamento. En esta ocasión y en todas las excursiones siguientes contamos con la eficaz ayuda del experimentado buzo de la Armada Nacional, Rafael Vilchis, al cual le expresamos ahora nuestro agradecimiento por su entusiasta asistencia en nuestras labores.

Las circunstancias tan poco favorables en nuestro segundo día de trabajo, fueron compensadas ampliamente en la noche, cuando los compañeros que hacían la inspección rutinaria en el embarcadero, en busca de langostas, me llamaron entusiasmados para que asistiera a un espectáculo que resultó de gran interés biológico: se trataba de un enjambre de numerosos anélidos que con movimientos ondulatorios, se desplazaban en el agua como serpientes errantes. El intenso color anaranjado de su cuerpo y los largos tentáculos batidos por los movimientos ondulatorios de sus cuerpos, ofrecían ante la luz de nuestras linternas de mano un espectáculo singularmente bello. Con la red colectamos varias docenas de ellos y el Dr. Rioja, experimentado conocedor de la fauna anelidológica, nos ha informado de los hábitos de las especies de estos animales, que pertenecen a la especie *Cirratulus revillagigedoensis*, que se dife-

rencia de las ya conocidas por su tamaño y el Dr. Rioja se ha encargado de su identificación, pues sospecha que se trata de una especie aún no descrita. Por lo que se refiere a los hábitos gregarios que observamos esa noche, hemos recogido la información de que la presencia del enjambre está relacionada con la función reproductora, como el *palolo* de los mares del Sur.

No fué sino hasta el tercer día de nuestra llegada a la Isla Socorro, cuando pudimos disponer de una lancha. En ella nos fuimos costeando por la parte Suroeste del litoral, hasta un lugar señalado en el mapa como Ensenada Lucio Rincón Gallardo. Durante todo el trayecto hicimos funcionar una red de plancton y el producto de este muestreo, así como los de otros que se hicieron posteriormente, quedaron fijados en formol. Una vez que llegamos a la ensenada fondeamos la lancha y nos sumergimos con nuestros equipos de buceo, logrando comprobar en esta exploración, que aquí existían casi todos los tipos de animales que colectamos anteriormente en la Bahía Rafael Castelán Orta.

Para completar la visión ecológica general, decidimos ampliar nuestras observaciones en los acantilados de la orilla; así pues, dejamos nuestros equipos en la lancha y nos fuimos nadando hasta la plataforma basáltica formada por la erosión marina. Una vez ahí, iniciamos nuestro reconocimiento, desde la zona de rompiente hasta los cuatro metros de altura en el muro vertical del acantilado.

En un intento para esquematizar la distribución de la fauna litoral de la parte sur de la Isla Socorro, presentamos el siguiente panorama ecológico, haciendo la aclaración de que nuestros medios y la premura de tiempo durante nuestra estancia en la isla, nos impidieron hacer observaciones más precisas; sin embargo, estos datos seguramente se irán ampliando y corrigiendo cuando sea menester, en expediciones futuras.

En la fig. 1, podemos ver, esquemáticamente, la representación de las cuatro zonas faunísticas que hemos considerado en las dos localidades anteriores: el lado este de la Bahía Rafael Castelán Orta y la parte que visitamos en la Ensenada Lucio Rincón Gallardo; ellas son:

- I. La zona emergida vertical, representada por los acantilados, hasta los cuatro metros de altura.
- II. La zona emergida horizontal, formada por la parte superior de la plataforma basáltica erosionada en el muro vertical, y sujeta indudablemente al embate de las olas en determinadas condiciones.
- III. La zona representada por la plataforma basáltica, ampliamente influenciada por el oleaje, o zona de rompiente.
- IV. La zona sumergida hasta los diez metros de profundidad.

En la primera zona es muy común observar la existencia de un molusco que hemos identificado como *Littorina conspersa* Philippi [Fig. 8], el cual se le distingue ecológicamente de la otra especie, porque se le encuentra bastante alejado de la zona litoral. La *Littorina scutulata* Gould [Fig. 9], en cambio, no se aparta de aquellas partes del litoral que continuamente están siendo salpicadas por las olas, aún más, muchos individuos de esta especie frecuentemente se encuentran sumergidos en los charcos que se forman en las oquedades de las rocas de la zona II de la fig. 1. En estas oquedades llenas de agua suelen encontrarse también diminutos peces del Género *Gobius*, que gracias a la ventosa formada por sus aletas pectorales, pueden adherirse al substrato en forma muy peculiar.

Entre las grietas de las rocas, antes del límite superior de las mareas, en la confluencia de las zonas II y III, existen numerosos gasterópodos del Género *Purpura patula* (Linn.) [Fig. 10], que al ser desprendidos de las rocas, sueltan un líquido lechoso que al ponerse en contacto con el agua del mar, vira a un tinte rojo que tiñe de un modo muy persistente los tejidos de algodón y la piel.

Muy cerca de la parte superior de la zona de rompiente, localizamos gran cantidad de moluscos vulgarmente conocidos por los isleños como cucarachas y cuya determinación científica es *Chiton laevigatus* Sowerby [Fig. 4], que forman comunidades con otros llamados lapas e identificados como *Acmea discors* var. *mitellus* Mke. En la misma zona de rompiente nos llamó poderosamente la atención la disposición curiosa de los erizos *Echinometra oblonga* (Blainville) [Fig. 14] que forman sus oquedades en las rocas en una serie lineal arreglada en círculo o en elipse, de acuerdo con lo que nosotros suponemos es el sitio de menor resistencia en las rocas, y que el Ing. Blásquez interpreta como una esfoliación esférica del material volcánico, que en esa parte de la isla constituye el litoral.

Siguiendo hacia el límite de las aguas y enérgicamente batido por el oleaje, en la Ensenada Lucio Rincón Gallardo hay un arrecife coralino seguramente muy antiguo, fuertemente modificado por la erosión y por los erizos perforantes; sin embargo entre las resquebrajaduras y hendiduras pueden observarse erizos de otra especie: la *Echinometra vanbrunti*, que no hace oquedades y sólo se guarece entre las grietas, aunque en ocasiones se implanta directamente sobre las moles basálticas, tal como lo observamos en la Bahía Rafael Castelán Orta.

Las anteriores observaciones, mas las que realizamos con nuestros equipos de buceo hasta los diez metros de profundidad, nos permiten completar el panorama ecológico que acabamos de presentar, y que nos servirá como tipo para la interpretación de costas con características semejantes a ésta en la Isla Socorro. A la esque-

mática fig. 1 de la zonación de la fauna litoral debemos ir agregando muchos representantes que nos han pasado inadvertidos, pero que seguramente serán colectados en expediciones futuras.

Varias excursiones a la parte sureste de la isla, nos dieron la impresión de una fauna semejante a la ya descrita, sobre todo en aquellos sitios en donde el litoral es del tipo de acantilado; sin embargo en ninguno de esos sitios pudimos apreciar la disposición tan peculiar de las oquedades del erizo *Echinometra oblonga*, que presentaban las rocas de la Ensenada Lucio Rincón Gallardo. En la Bahía Gabriel Cruz Diaz colectamos otra especie de estrella de mar, que la Srita. Ma. E. Caso clasificó como *Mitrodia bradleyi* (Gray) [Fig. 16]; además en la Punta Regla pudimos obtener dos tipos de corales blandos, uno de ellos con un bello aspecto de abanico de mar, que posiblemente pertenece al Género *Gorgonia* [Fig. 3]. Debemos hacer notar que estos corales blandos sólo los hemos encontrado relativamente lejos del litoral, a profundidad de 12 a 15 metros, en sitios donde la corriente de resaca es muy fuerte, lo que asegura a estos animales un alto contenido de oxígeno disuelto en el agua.

La playa suroeste de la Bahía Rafael Castelán Orta presenta una ecología en cierto modo distinta a la de los acantilados. Ella se inicia cerca del muelle con una corta playa arenosa con pequeños pedruscos incrustados; las arenas son material coralígeno mezclado con partículas basálticas; después, en dirección sureste, se inicia una playa ligeramente inclinada, formada de una enorme cantidad de cantos rodados, cuyo tamaño se incrementa a medida que son más profundos dentro de las aguas, hasta que a los 15 ó 18 metros llegan a tener características muy semejantes a las moles basálticas descritas en el litoral de acantilados. Hacia la punta de la Bahía en este litoral la inclinación de la playa se va haciendo más vertical y en el extremo oriental llega a confundirse con los acantilados que predominan en esa zona.

En la playa arenosa pudimos colectar dos ejemplares de crustáceos de la Familia *Hippidae*, cuyas características concuerdan con las del Género *Hippa* quedando pendiente la identificación específica, pues los rasgos de estos ejemplares no concuerdan con los de las especies conocidas del Pacífico.

La zona de cantos rodados brinda al biólogo un sitio ideal para la colecta de material y para un estudio ecológico. Nuestras observaciones sólo apuntan como en el caso de los acantilados, una idea un tanto incompleta de la distribución faunística. Desde luego, en la zona superior de la playa de cantos rodados, colectamos varios ejemplares de un cangrejo terrestre, el *Gecarcinus planatus* Stimpson [Fig. 11], de hábitos francamente nocturnos y amplia-

mente distribuido en el interior de la Isla Socorro, habiendo llegado a colectarse hasta unos 800 m. de altura en las montañas. Este cangrejo se alimenta de todo tipo de materia orgánica, principalmente mariscos en descomposición. Hay otro cangrejo terrestre más pequeño, también del género *Gecarcinus*, relativamente distinto al anterior, pero cuya determinación específica no fué posible, porque sólo pudimos coleccionar un solo ejemplar.

La zona de acción de las mareas puede reconocerse fácilmente en este tipo de litoral, porque en ellas las piedras presentan un color mucho más oscuro; esto se distingue con claridad cuando la playa se ve en conjunto. Precisamente en esta zona es muy común un crustáceo isópodo que provisionalmente lo hemos clasificado como *Ligyda exótica* (Roux). También es muy abundante el cangrejo de rocas *Grapsus grapsus* (Linn.) [Fig. 12], no sólo en esta zona sino en todas las partes del litoral de la Isla. Su captura en el día es un tanto difícil; no así en la noche, cuando se pueden coleccionar con gran facilidad con ayuda de una linterna de cacería.

Cuando baja la marea quedan al descubierto numerosas piedras, muchas de las cuales se pueden levantar con cierta facilidad, quedando al descubierto una interesantísima fauna en la que están representados numerosos grupos. Desde luego pudimos observar varios tipos de esponjas incrustantes, turbeláridos, anélidos de formas muy variadas, crustáceos, moluscos y equinodermos.

El trabajo de identificación de este tipo de fauna es arduo y se requiere el concurso de los especialistas en los diversos grupos. Exponemos en seguida listas del material que provisionalmente hemos podido clasificar. Repetimos que de los ejemplares coleccionados debajo de las piedras de esta playa de cantos rodados, sólo unos cuantos han sido factibles de clasificarse con los medios con que contamos en el Instituto. La identificación de los restantes se hará posteriormente a medida que se cuente con la bibliografía correspondiente.

CLASE CRUSTACEA

Orden Decapoda

Suborden Natantia

Tribu Caridea

Familia Alpheidae

Alpheus sp.

Familia Palaemonidae

Harpiliopsis depressus (Stimpson)

Suborden Reptantia

Sección 1 Palinura

Tribu Scyllaridea

- Familia Palinuridae
 - Panulirus penicillatus* (Olivier)
- Sección 3 Anomura
 - Tribu Galatheidea
 - Familia Porcellanidae
 - Petrolisthes* sp.
 - Pachycheles* sp.
 - Tribu Thalassinidea
 - Familia Callianassidae
 - Callianassa* sp.
- Sección Brachyura
 - Tribu Brachygnatha
 - Subtribu Brachyrhyncha
 - Familia Xanthidae
 - Subfamilia Trapeziinae
 - Trapezia cymodoce ferruginea* Lat.
 - Trapezia digitalis* Lat
 - Domecia hispida* ?
 - Xanthodius hebes* Stimpson
 - Daira americana* Stimpson

RAMA MOLLUSCA

CLASE PELECYPODA, Superfamilia Pteriacea.

Familia Isognomonidae

Isognomon chemnitzianus (d'Orbigny)

CLASE GASTROPODA

Familia Fasciolaridae

Subfamilia Fasciolariinae

Latirus concentricus Reeve

Familia Conidae

Conus (conus) tiaratus Sow 1833

Familia Turbinidae

Subfamilia Turbininae

Turbo fluctuosus Wood

Familia Certhiidae

Cerithium maculosum Kierner

Cerithium adustum Kierner

Familia Columbelloidea = Pyrenidae

Pyrene (Mitrella) ocellata Gmelin

Familia Muricidae

Subfamilia Purpurinae

Thais planospira Lamarck

Purpura patula pansa Gould

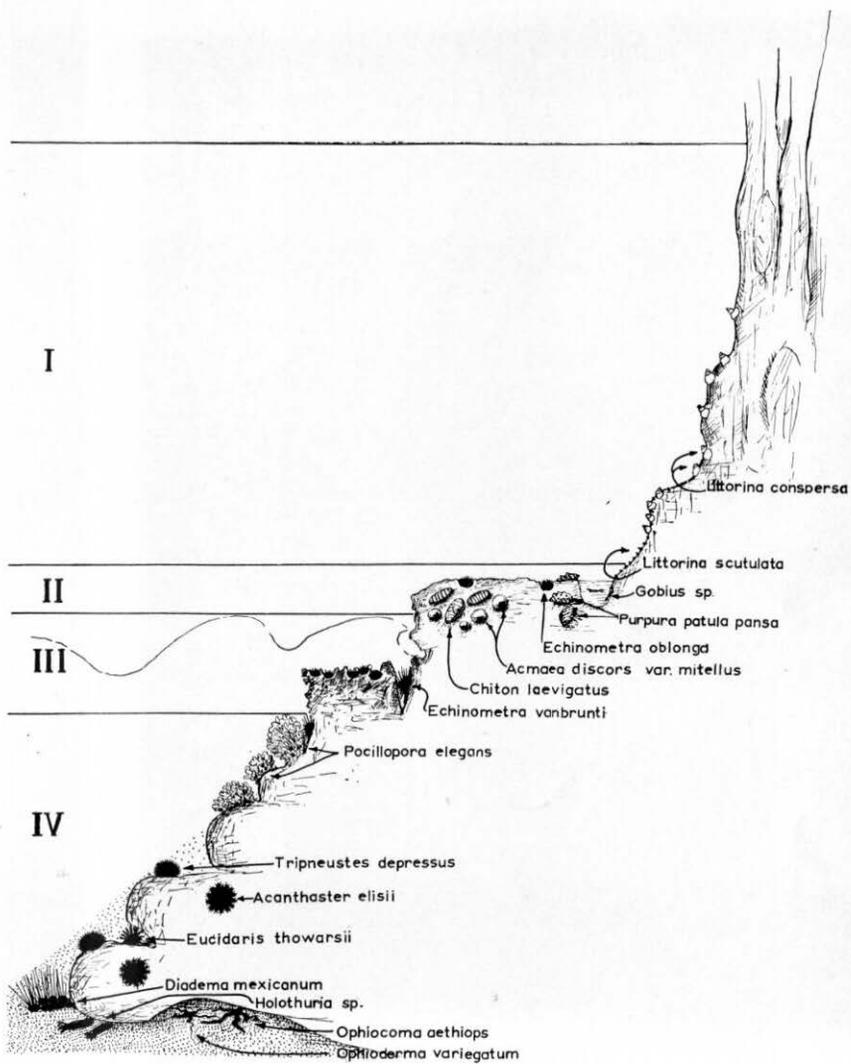


FIGURA 1

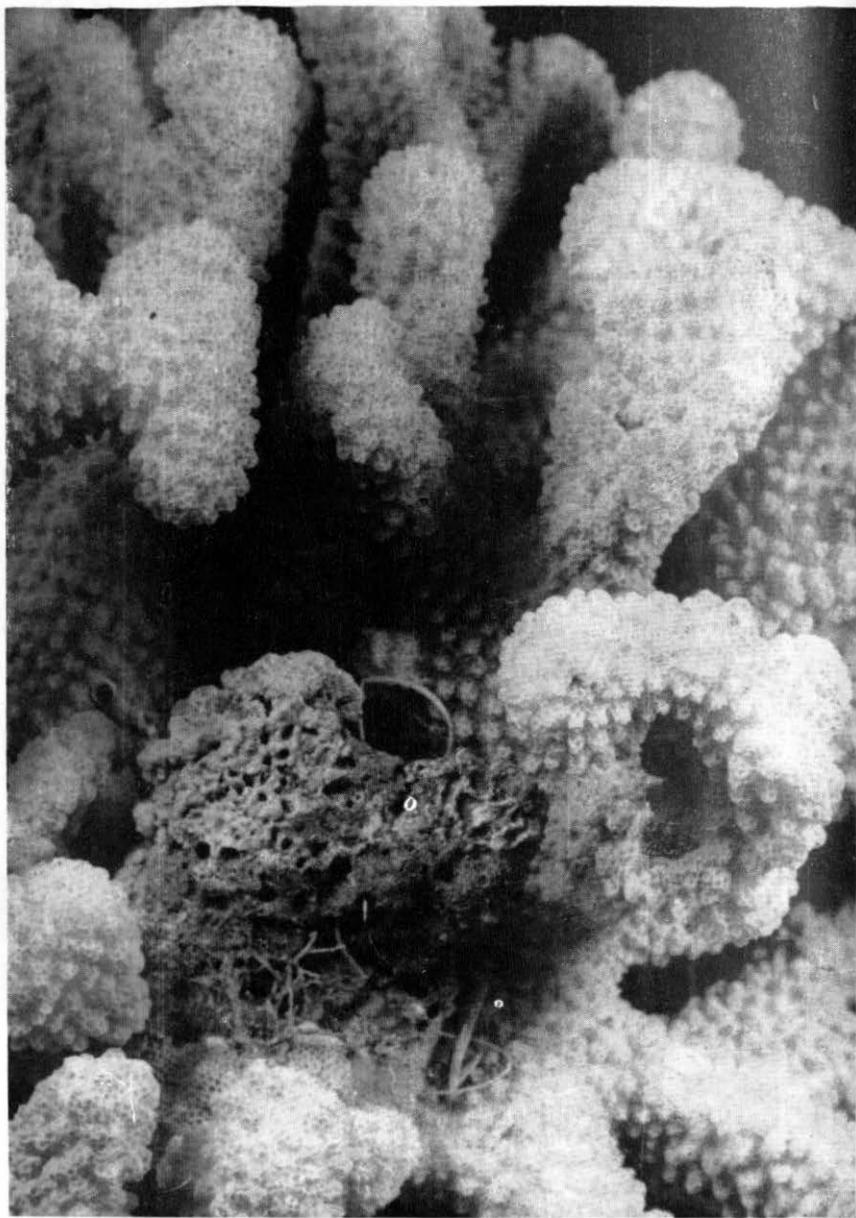


FIGURA 2

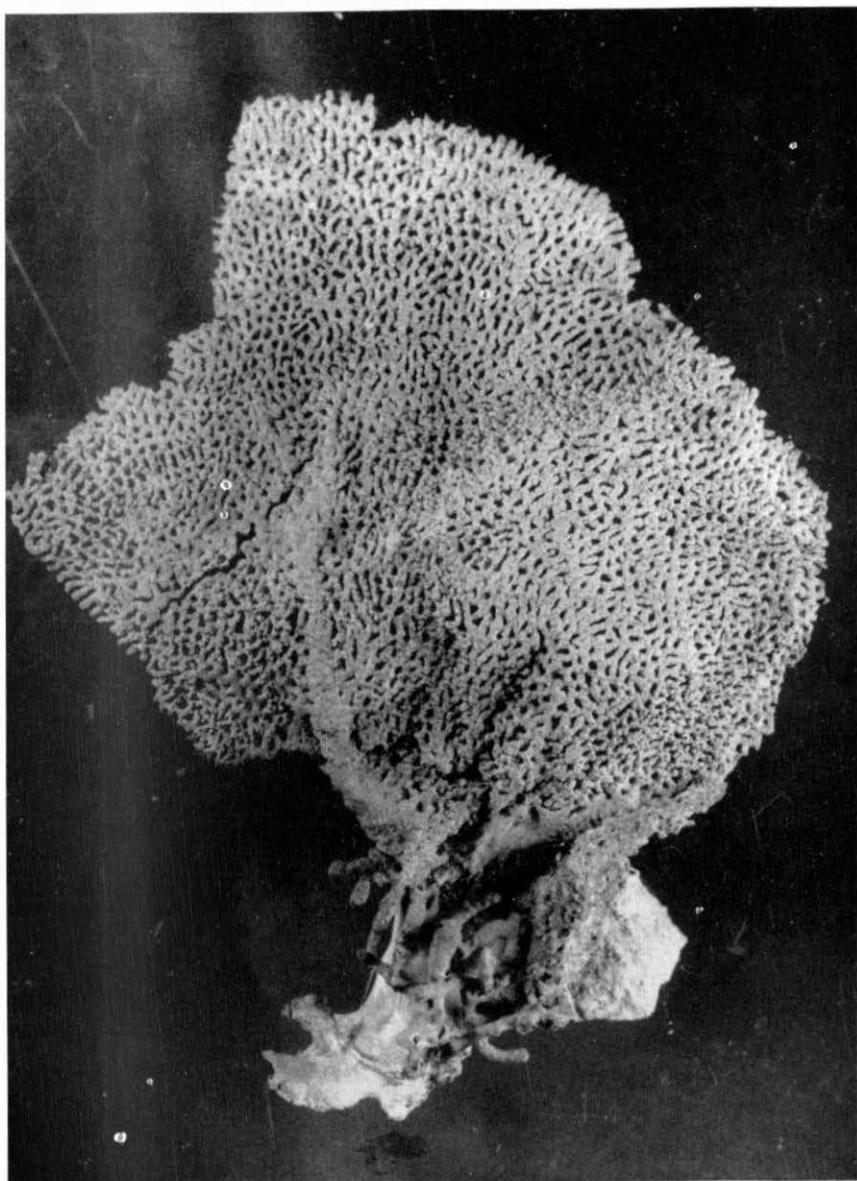


FIGURA 3

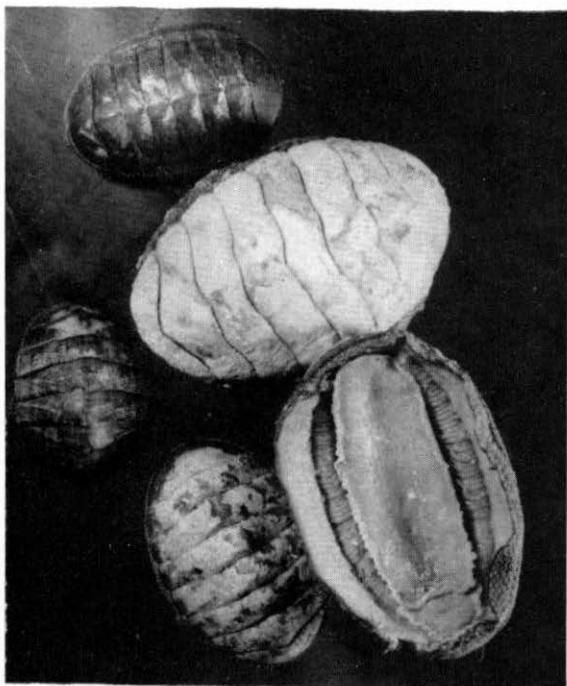


FIGURA 4

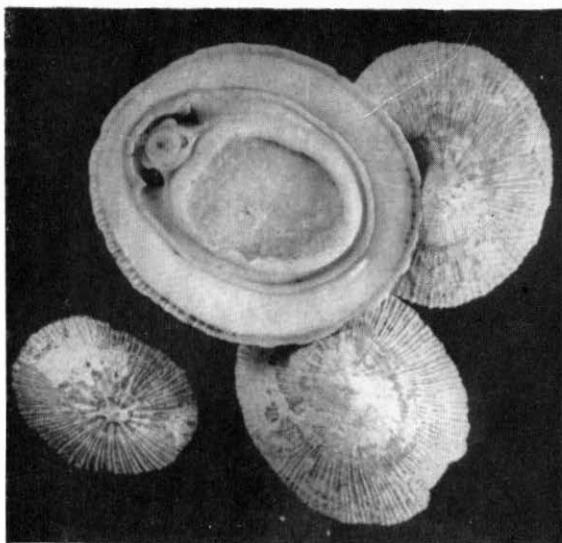


FIGURA 5

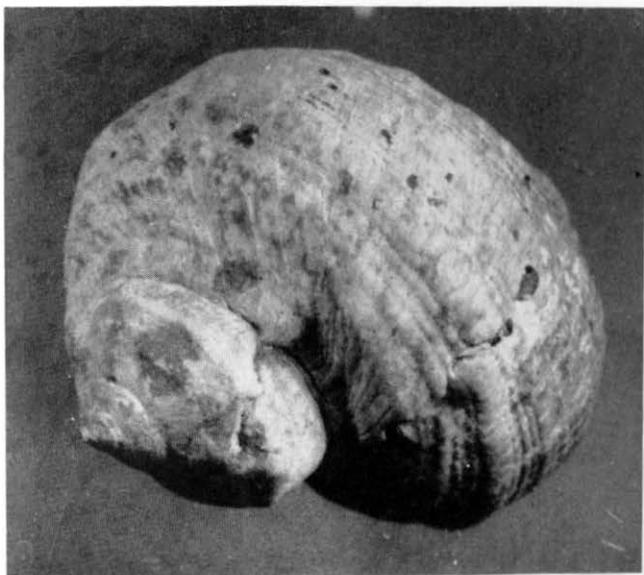


FIGURA 6

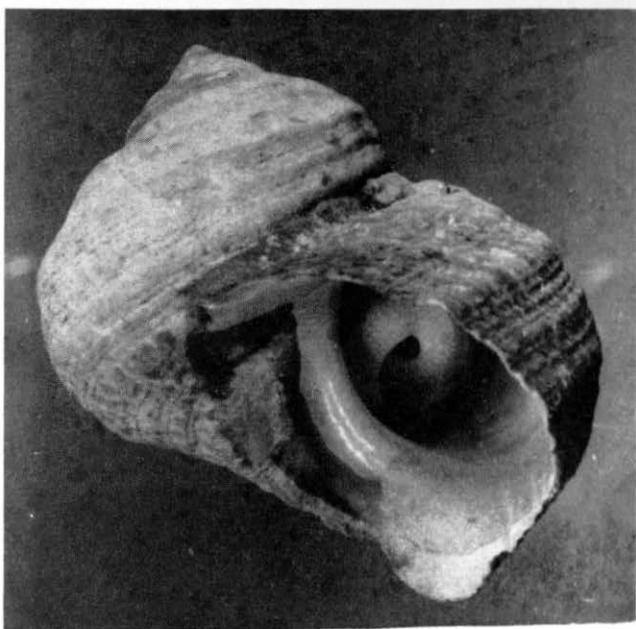


FIGURA 7

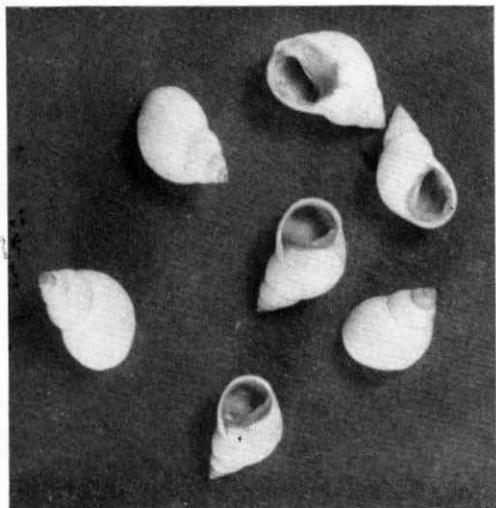


FIGURA 8

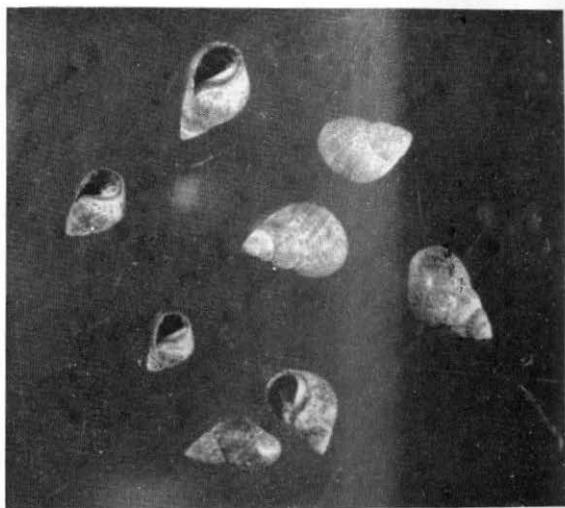


FIGURA 9

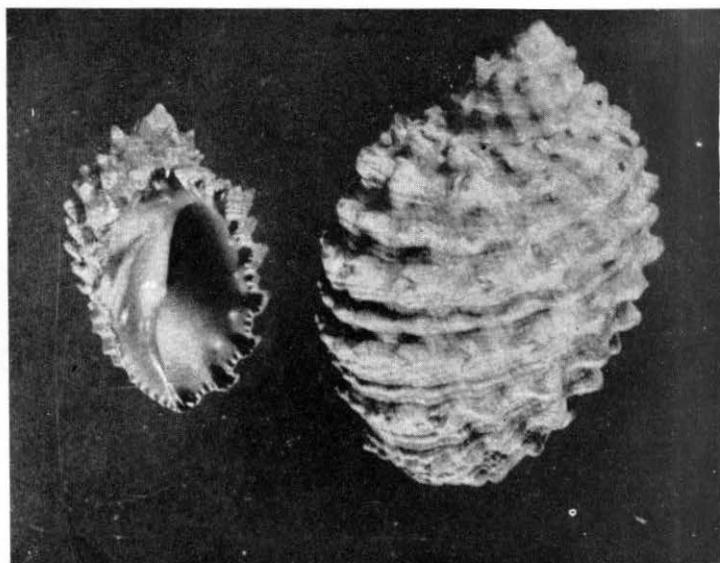


FIGURA 10

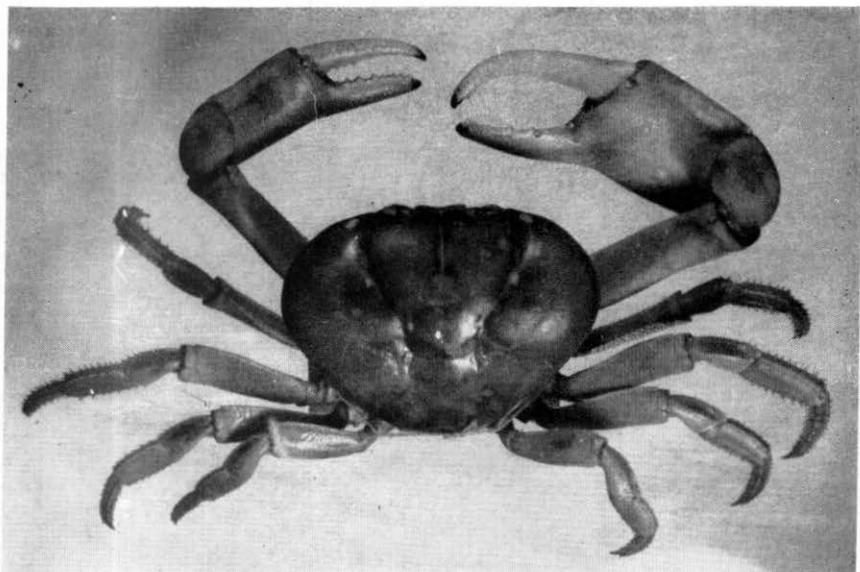


FIGURA 11

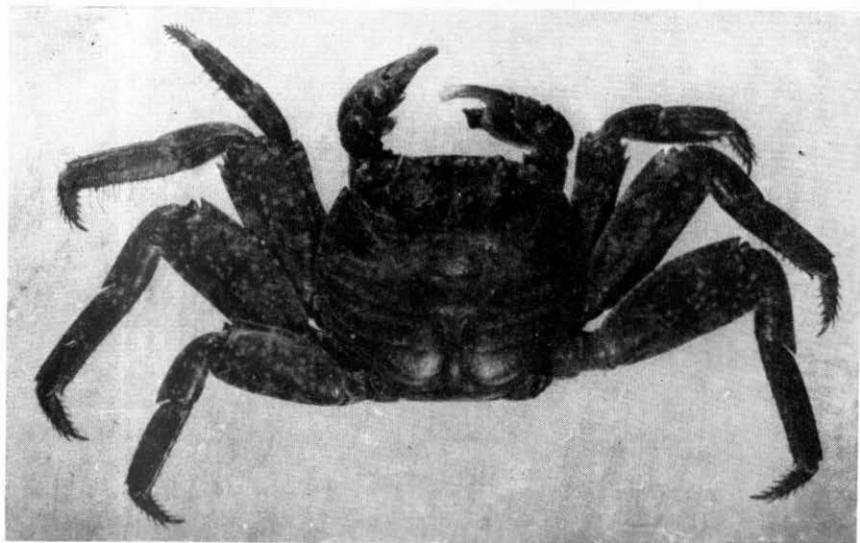


FIGURA 12

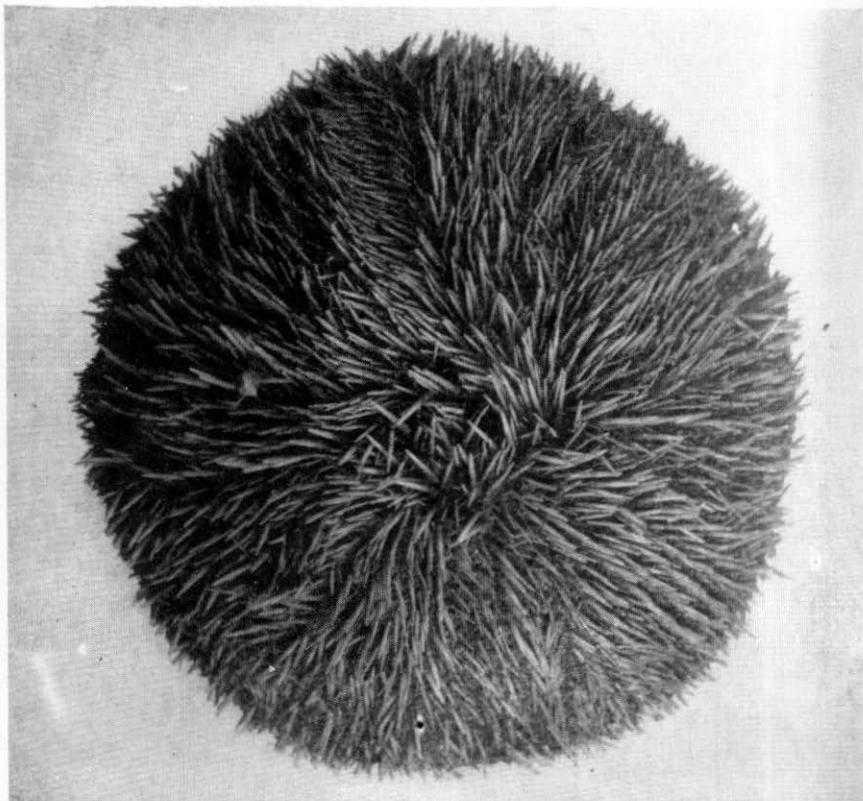


FIGURA 13

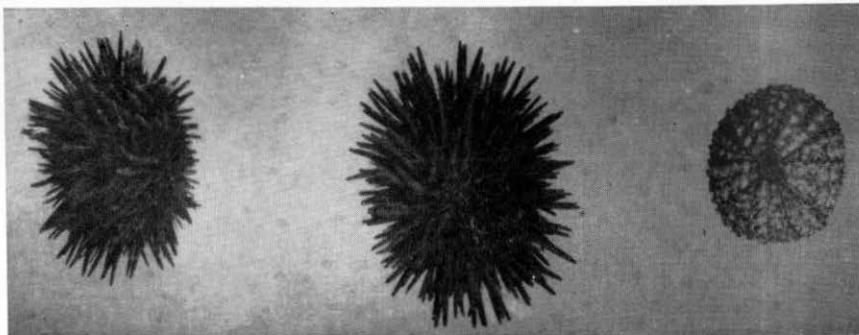


FIGURA 14

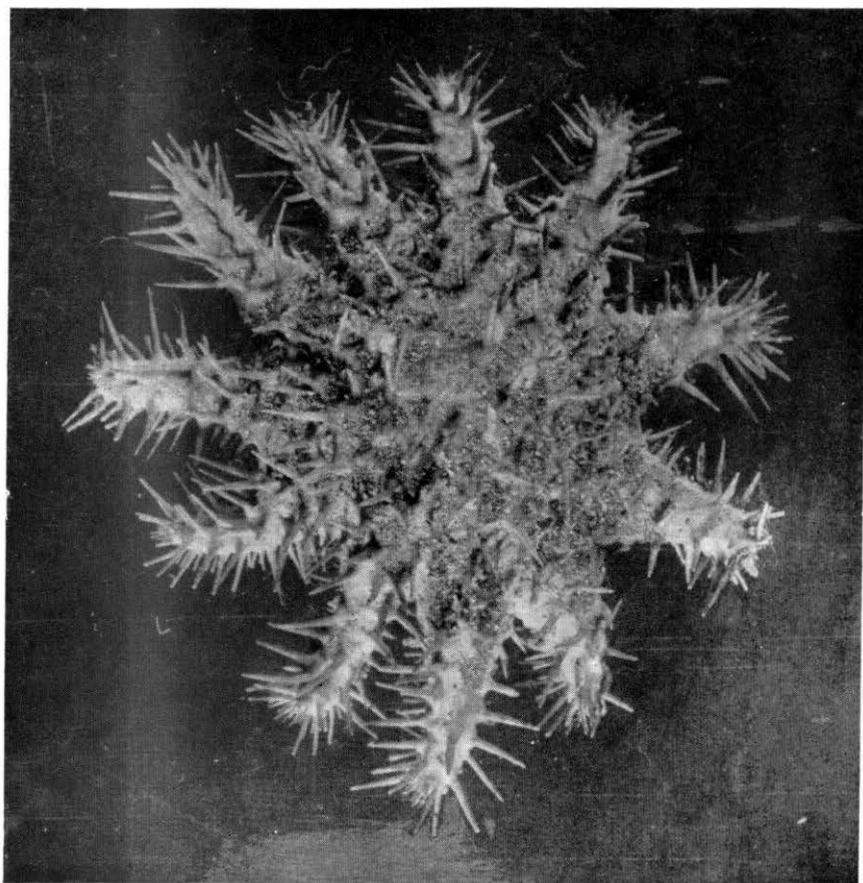


FIGURA 15

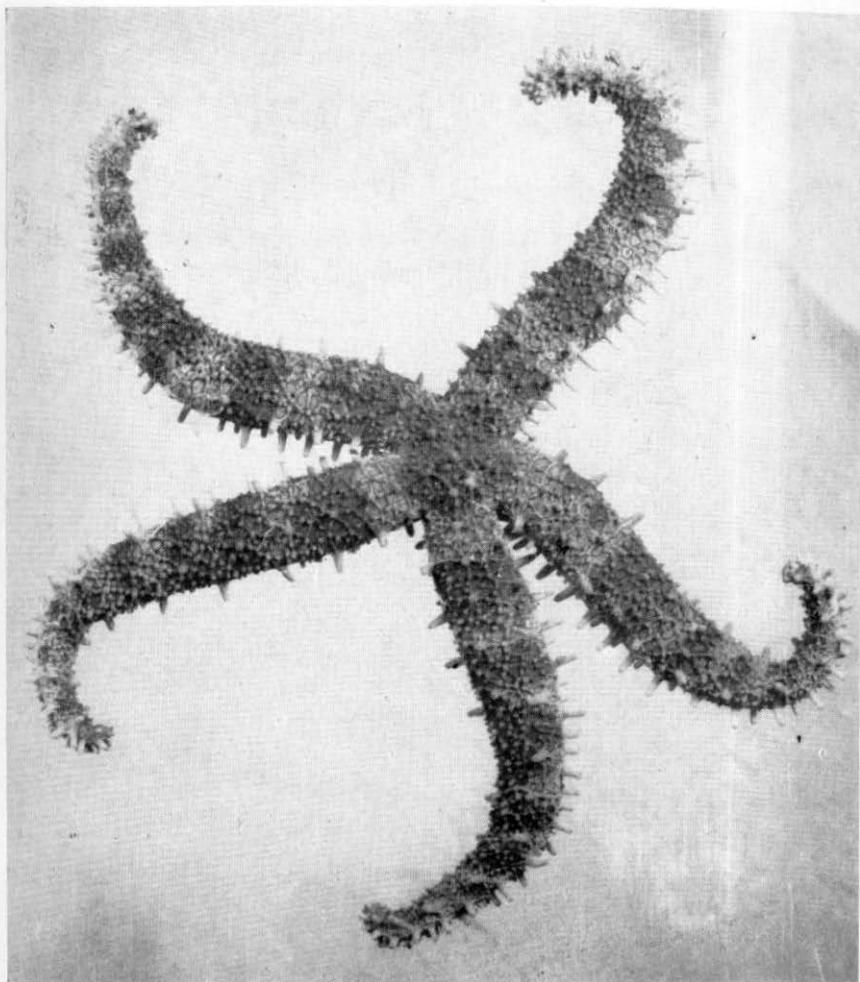


FIGURA 16

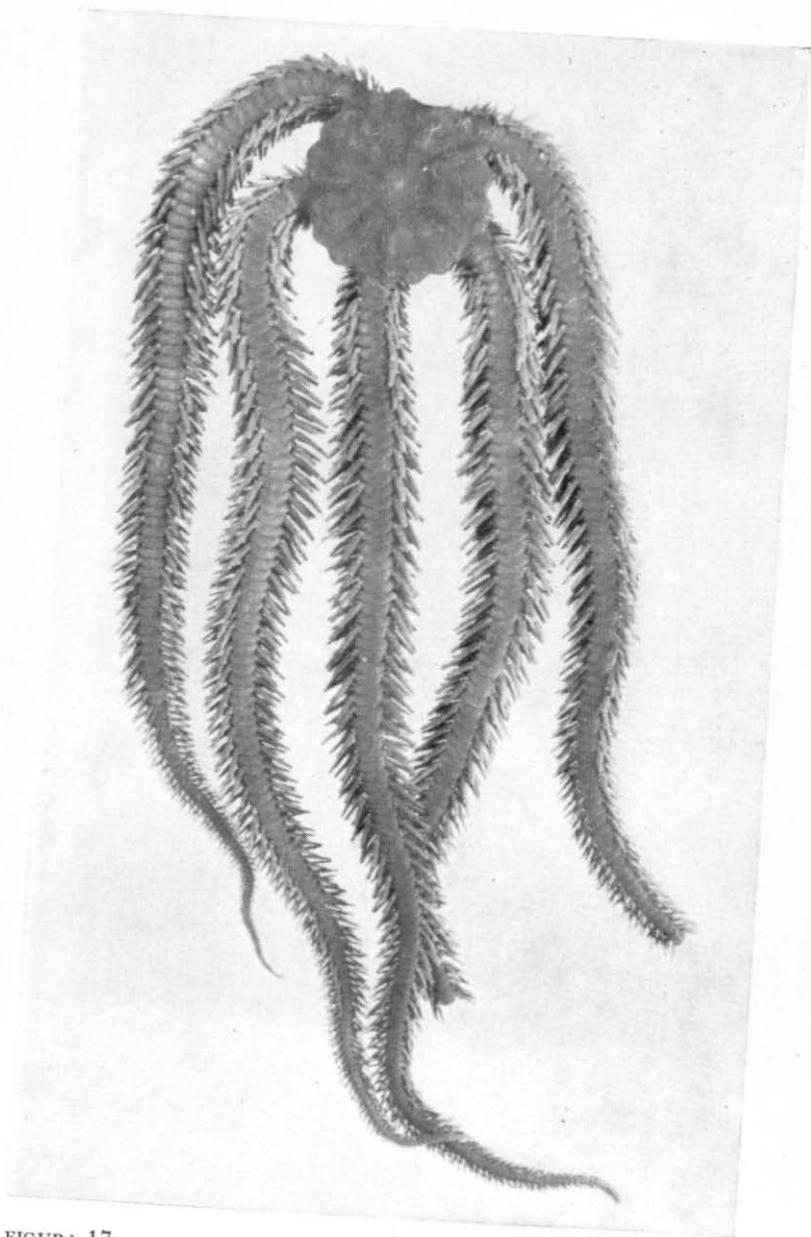


FIGURA 17

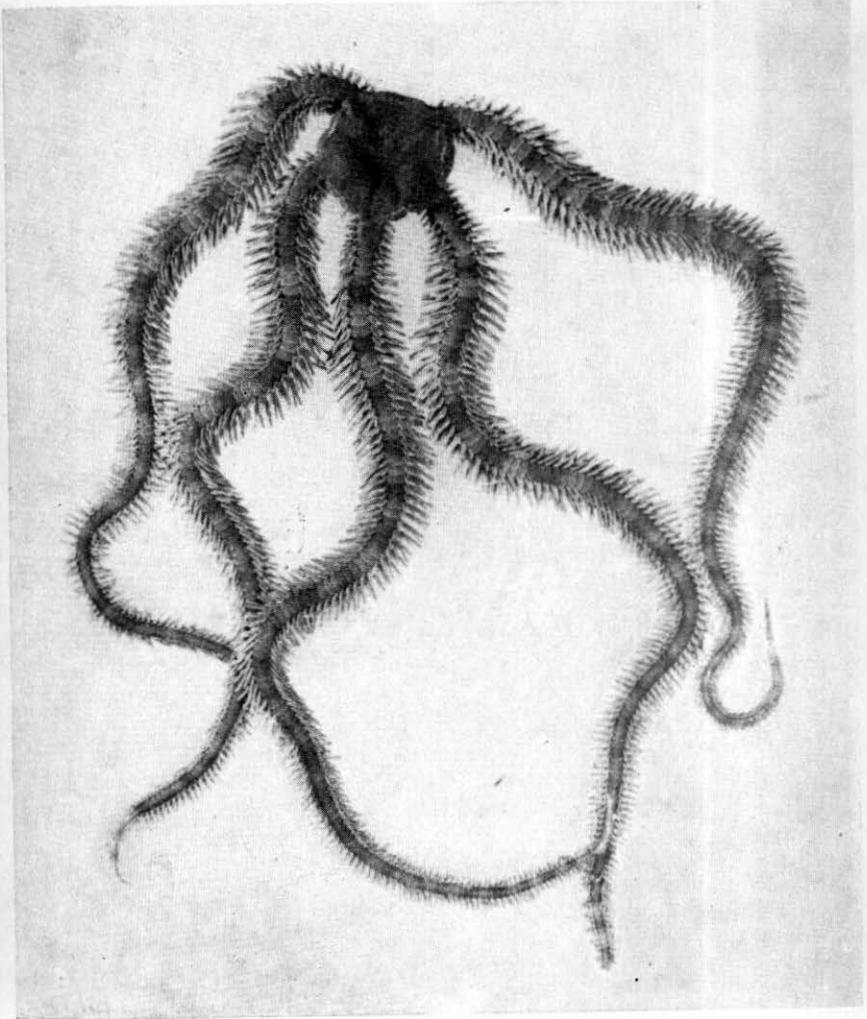


FIGURA 18

Del material de Equinodermos sin duda los Ophiuroidea tuvieron mayor número de especies e individuos en nuestra colecta en esta localidad. La Srita. Profa. Ma. Elena Caso me ha entregado una lista muy completa de especies de este grupo y las características muy generales de cada familia, lo que transcribo íntegramente en seguida:

RAMA ECHINODERMATA

CLASE OPHIUROIDEA

Familia Ophiocomidae

Comprende Ofiuroides relativamente grandes e intensamente coloridos, con brazos espinosos, cuyas espinas son sólidas y robustas. El disco está totalmente cubierto de gránulos. Familia muy numerosa que habita en las aguas superficiales tropicales:

- 1) *Ophiocoma aethiops* Lütken [Fig. 17]
- 2) *Ophiocoma alexandri* Lyman [Fig. 18]

Familia Ophiodermatidae

En esta familia las escamas del disco están ocultas por una gruesa capa de gránulos y dejan al descubierto tan sólo los escudos radiales. Los brazos son lisos, provistos de pequeñas espinas próximas entre sí. El Género *Ophioderma* se diferencia de los otros ofiuroides por tener dos hendiduras, una localizada cerca de la boca y la otra periférica.

- 3) *Ophioderma variegatum* Lütken

Familia Ophiochitonidae

Caracterizada por presentar pequeñas escamas imbricadas en el disco, 5 ó 6 papilas orales sobre cada lado de la mandíbula. El Género *Ophionereis* muestra dos grandes placas accesorias a cada lado del escudo radial.

- 4) *Ophionereis dictyota*

Además de las especies de Ofiuroides citadas anteriormente, se colectaron otros ejemplares que pertenecen a la Familia Ophiodermatidae, cuya determinación se hará posteriormente.

En esta localidad, la presencia de equinoideos es escasa, pues levantando algunas piedras de regular tamaño sólo pudimos encontrar ocasionalmente ejemplares juveniles de *Tripneustes depressus* y en número relativamente mayor pequeños ejemplares de *Echinometra vanbrunti*, lo cual nos hace pensar que posiblemente en ese sitio pasan parte de su desarrollo.

De las Clase Asteroidea solo pudimos encontrar debajo de las piedras ejemplares muy jóvenes de *Linckia columbiae* Gray y *Asterina miniata* Brandt.

Por lo que se refiere a los Holothuroideos, de acuerdo con las observaciones de la Srita. Caso, posiblemente hay unas cuatro especies del género *Holothuria* y una del género *Stichopus*.

En nuestras exploraciones en la punta Este de la Bahía Rafael Castelán Orta, donde el litoral de la playa de cantos rodados termina, para transformarse en acantilado, pudimos observar una repetición de la fauna típica de estos sitios, que ya describimos con detalle al hablar de la Bahía Lucio Rincón Gallardo; es decir, vuelven a presentarse la *Littorina* hasta cuatro o cinco metros arriba del límite superior de las mareas; *Thais patula* y *Thais planospira* ocupando lo equivalente a la zona II de la fig. 1, *Chiton laevigatus*, *Acmaea discor* y *Echinometra oblonga* en la parte superior de la zona de rompiente; *Echinometra vanbrunti* y colonias de *Pocillopora elegans* en los primeros tres metros de profundidad, sobre las moles basálticas; los erizos *Tripneustes* y *Eucidaris* sobre las rocas en los siguientes siete metros de profundidad: la estrella de mar *Acanthaster elisii* completando el cuadro ecológico. Ya en el lecho arenoso de la bahía, grupos de erizos venenosos *Diadema mexicanum* y holothuroideos. Con excepción de los moluscos y de los equinodermos de la zona de rompiente, toda la parte profunda de la playa de cantos rodados de la Bahía Rafael Castelán Orta, muestra las mismas especies que singularizan a estos litorales rocosos.

El estudio del plancton recogido en la Isla Socorro representa muy serias dificultades. En primer lugar las muestras recogidas no tienen ningún valor cuantitativo. Los muestreos se hicieron durante el recorrido en lancha a las distintas localidades que visitamos, sin tomar en cuenta la velocidad de la embarcación ni la profundidad a la que iba trabajando la red; de esta manera sólo se pudo obtener un tamizado sobre el cual el Dr. Enrique Rioja ha hecho algunas observaciones cualitativas, acerca de las cuales anota lo siguiente:

“Se reconocieron diversas especies y géneros de Tintinnidae, que no pudimos determinar con exactitud, pero que nos parecen *Codonellopsis*, *Eutintinnus*, *Parafavella*, *Salpingella* y otros que nos ofrecen más dudas”.

“De Peridíneos creímos reconocer diversas especies de *Ceratium*, *Ceratocarys*, *Amphisolenia*, *Prorocentrum*, etc”.

“Entre las Diatomeas es frecuente observar en las muestras examinadas el género *Planktoniella sol*”.

Además se ha podido comprobar que en el plancton recogido hay abundancia de copépodos, larvas nauplius, anélidos pelágicos, huevecillos de peces, etc.

Nos parece importante decir que el plancton recogido en el sureste de la isla es más limpio que el del suroeste, pues en este último se notan abundantes materiales insulares.

Durante nuestra estancia en la Isla Socorro las observaciones ictiológicas fueron muy restringidas, pues el estudio y colectas estuvieron canalizados principalmente a otro tipo de fauna. Sin embargo, por medios muy distintos pudimos obtener diversos ejemplares, los cuales citamos a continuación:

En el desembarcadero de la Bahía Rafael Castelán Orta sorprendimos a un Murénido comiendo furtivamente de los peces muertos, que habíamos dejado como cebo para atrapar langostas. Esta especie se caracteriza por su ferocidad y felizmente ninguna de las personas que bajaban al agua por las rocas del muelle con los pies desnudos, fueron alcanzadas por este animal, que hemos clasificado como *Gymnothorax mordax*.

De la fragata "Tehuantepec" nos enviaron un pequeño ejemplar de mantarraya, posiblemente del género *Raja*.

Con la pistola-arpón logramos capturar un hermoso ejemplar de cabrilla *Mycteroperca jordani* (Jenkins & Evermann), y con el anzuelo muchos otros de una cabrilla más pequeña identificada como *Epinephelus labriformis* (Jenyns).

Los atunes pescados fueron los de aleta azul, posiblemente *Thunnus saliens* (Jordan & Evermann). Otro Thúnido más abundante pero menos apreciado, que fué la plaga de los pescadores de la expedición por su voracidad para el cebo de los anzuelos, ha quedado pendiente de identificación por no haber podido conservar algún ejemplar o fotografía.

En el muelle, atraídos por los desperdicios de los peces capturados por los marineros, había una gran variedad de pececillos de vistosos colores, de los cuales sólo logramos coleccionar dos tipos; uno de ellos, *Ovoides setosus* (Rosa Smith), vulgarmente llamado pez sapo por su característica defensiva que consiste en esponjarse hasta alcanzar más de tres veces su volumen normal. El otro tiene un intenso color rojo coral que desgraciadamente desapareció con el líquido fijador; con seguridad se identifica con *Holacanthus clarionensis* (Gilbert).

En una expedición futura a la Isla Socorro, se pondrá especial atención a la fauna ictiológica, por la importancia que ésta tiene desde los puntos de vista económico y biológico.

RESUMEN

La reciente expedición a la Isla Socorro de las Revillagigedo, organizada conjuntamente por la Universidad y la Secretaría de Marina, inició el estudio hidrobiológico de dicha isla, el cual a medida que se intensifique, seguramente llegará a ofrecer interesan-

tes resultados, no sólo en el terreno de la ciencia pura sino también en el órden práctico.

Actualmente la Isla Socorro cuenta como único recurso natural de inmediata explotación, la potencialidad pesquera de sus aguas que sólo ha sido aprovechada hasta ahora por barcos pesqueros extranjeros y ocasionalmente por algunos nacionales que arriban de Baja California, pues la relativa lejanía de la isla, del litoral continental mexicano, significa un serio obstáculo para el corto radio de acción de nuestros barcos pesqueros.

El establecimiento de una base pesquera en la Isla Socorro, en la cual los armadores encuentren los medios necesarios para alargar el tiempo de sus pesquerías en el archipiélago, y el combustible necesario para el regreso a su lugar de origen, es muy factible. Pero en un plan un poco más ambicioso se puede pensar en la creación de un frigorífico y una empacadora si previamente se soluciona el problema del agua potable en la Isla Socorro.

Por lo pronto la Isla Socorro puede suministrar valiosas especies pesqueras a los centros donde hay empacadoras, por ejemplo los de la Baja California; y si el valor de la especie realmente lo amerita, los envíos pronto podrían hacerse por vía aérea, pues en un futuro cercano quedará acondicionado un magnífico campo de aterrizaje en dicha isla.

México necesita estudiar las posibilidades pesqueras de sus litorales, ya que los datos actuales adolecen de muchas imprecisiones, pues se basan en el empirismo de los pescadores. Ciertamente que existen estudios realizados en nuestras costas por instituciones extranjeras, que con mejores medios obtienen datos más exactos; pero aun con la mayor buena voluntad, no podemos pensar que los resultados obtenidos por tales instituciones lleguen íntegros para nuestra información. Por esto es que los técnicos mexicanos deben ser puestos en los sitios clave para que con medios suficientes aborden estos problemas y sugieran las medidas necesarias para resolverlos, en beneficio de este renglón de nuestra riqueza nacional.

Es necesario hacer hincapié que esta visita a la parte sur de la Isla Socorro, nos ha permitido apenas tener una visión panorámica de sólo una pequeña porción de litoral insular. El conocimiento de la fauna marina requiere varias expediciones y muchas horas de trabajo en el laboratorio; posteriormente vendrá la evaluación de los recursos pesqueros con las recomendaciones consiguientes para su explotación.

De cualquier modo se puede asegurar que en las Islas Revillagigedo hay un banco atunero de importancia, como lo demuestra la presencia constante de barcos pesqueros americanos en esos sitios.

Por otra parte, la abundancia de langosta *Panulirus penicillatus* (0.) puede permitir una explotación inmediata y seguramente alcanzará pronto una importancia comercial.

BIBLIOGRAFIA

- Albert, S. W. and G. M. Lyon
1930 "Marine Algae of the Revillagigedo Islands Exp. in 1925"
Proc. of the Cal. Acad. of Sciences, Fourth Series
Vol. XIX; No. 11; pp. 109-215; Pls. 4-15.
- Berdegúe, A. J.
1956 *Peces de importancia comercial en la costa noroccidental de México*
Secretaría de Marina; Dir. de Pesca e Industrias Conexas.
- Boone, L.
1935 "Scientific Result of the World Cruise of Yacht "Alva"
1931"
Bull. of the Vanderbilt Marine Museum. Vol. IV; Pp.
17-233.
- Dallas, H. G.
1926 "Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico in 1925"
Proc. of the Cal. Acad. of Sciences, Fourth Series
Vol. XV; N° 1; pp. 1-113; Text. Figs. 1-7; Pls. 1-10
- Dallas, H. G. and M. W. Grant
1926 "Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico, in 1925"
Proc. of the Cal. Acad. of Sciences, Fourth Series
N° 2; pp. 115-193; pls. 11-12; Text. Figs. 1
- Healey, D.
1936 "Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico, in 1925:
Land Shells of Revillagigedo and Tres Marias Islands,
Mexico"
Proc. of the Cal. Acad. of Sciences, Fourth Series
Vol. XV; N° 15; pp. 467-491; Pls. 35-36.
- Kumada, T. y Y. Humaya
1940 *Peces marinos de la costa mexicana Pacífico*
pp. 1-78; 102 láminas.
Hansiti Printing Co. Japón y Talleres Gráficos de la Na-
ción de México.
- Rioja, E.
1959 "Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos
de las Islas Revillagigedo: Estudios anelidológicos XXIII"
*Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional
de México, 30(1-2).*

- Schmitt, L. W.
 1938 a "Decapod and other crustacea collected on the Presidential Cruise of 1938 (With introduction and Station data)" *Smithsonian Miscellaneous Collection*. Vol. 98; N° 6; pp. 1-3.
 1938 b "List of the fishes taken on the Presidential Cruise of 1938" *Smithsonian Miscellaneous Collection*. Vol. 98; N° 25; pp. 1-10
- Slevin, R. J.
 1931 "Log of the Schooner Academy on voyage of Scientific Research to the Galapagos Islands" *Occasional Papers of the California Acad. of Sciences* Vol. XVII
- Spencer, B. P.
 1936 *Marine Fishes of Southern California*
 University of California Press.
 Berkeley, California.
- Streets, T. H.
 1871 "Description of five new species of Crustacea from Mexico" *Proc. of the Acad. of Natural Sciences of Philadelphia* pp. 225-227; Pl. II
- Strong, A. M. and H. G. Dallas
 1930 "Marine Mollusca of the Revillagigedo Islands, Mexico" *Proc. of the Cal. Acad. of Sciences*, Fourth series. Vol. XIX; N° 2; pp. 7-12
- Vaughan, T. W.
 1919 "Corals and the formation of coral reefs" *Smithsonian Report* 1917; pp. 189-276

VIII
ASPECTOS GENERALES SOBRE
**LA AGROBACTERIOLOGIA
Y LA MICROFLORA**

por Teófilo Herrera

APARTE DEL INTERES CIENTIFICO que pudieran tener los estudios criptogámicos sobre la Isla Socorro, también proporcionan datos de importancia práctica tanto en el aspecto hidrobiológico relacionado con la pesca, como en los aspectos agrícolas y sanitarios.

Desgraciadamente, los diversos grupos de criptógamas exigen métodos especiales de investigación si se quiere profundizar en su estudio y, por lo tanto, no pretendemos abarcar un campo tan extenso en donde sería necesaria la intervención de varios especialistas encargados de los diferentes aspectos correspondientes a este capítulo que nosotros sólo desarrollaremos en forma general y haciendo especial referencia a la bacteriología del suelo así como a la flora micológica.

Coordinando nuestros trabajos con los del Dr. F. Miranda y los del Ing. L. Blásquez, se recogieron muestras de tierra que fueron representativas de distintos medios ecológicos y en lugares que ofrecieran posibilidades de cultivo teniendo en cuenta como factor más importante para considerar útil el análisis de una muestra en un lugar determinado de la isla, el hecho de que hubiera formación de suelo en la misma, ya que grandes zonas están ocupadas por rocas volcánicas que forman abruptos pedregales y que no pueden ser aprovechadas desde el punto de vista agrícola; sin embargo, las corrientes de lava han formado barreras entre las cuales se han depositado suelos de tipo coluvial, que son en general poco maduros y cuya fertilidad es apenas mediana.

Se recolectaron ejemplares de algas, tanto de agua dulce como marinos; fueron escasos los representantes de este amplio grupo de criptógamas en la parte interior de la isla debido a que son pequeñas y poco frecuentes las regiones ocupadas por el agua dulce. De ellos podemos citar los siguientes géneros: *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Cladophora*, *Spirogyra* y *Navicula* en las caídas de agua; *Botrydium* y *Protosiphon* sobre la arcilla húmeda, en la orilla del lago Luna. Tampoco son muy abundantes ni muy desarrolladas las algas del litoral; entre ellas podemos citar las siguientes: *Caulerpa macrodisca*, *Valonia utricularis*, *Fucus*, *Dasya*, *Polysiphonia*, *Gigartina*, *Plumaria* y algas coralinas crustáceas del tipo de *Lithophyllum* y *Lithothamnion*. El estudio del fitoplancton debe ser interesante, ya que la fauna marina, íntimamente relacionada con el mismo, es muy rica en cantidad y en calidad.

Hicimos la adquisición de algunos hongos macroscópicos los cuales fueron también escasos, como era de esperarse en una época que no corresponde a su mejor desarrollo, siendo este último el de la estación de lluvias; pudimos coleccionar y clasificar los siguientes: *Montagnea arenaria* (DC) Zeller, *Cyathus stercoreus* (Schw.) de Toni, *Calvatia lilacina* (Berk) P. Henn., *Hexagonia variegata* Berk., *Ganoderma lucidum* (Fries ex van Leysser) Karsten, *Pleurotus floridanus* Sing.

Los hongos parásitos de las plantas más típicas de la isla, como el guayabillo, el amate, etc. serán objeto de un estudio especial.

Los musgos y líquenes son muy abundantes sobre los árboles y arbustos en las partes más húmedas, en las cuales también se encuentran algunas hepáticas y, en ocasiones, pueden observarse grandes pedregales cubiertos de líquenes y amplios terrenos tapizados por Hepáticas (*Riccia sp.*) y musgos; entre estos últimos, es muy abundante una especie blanquecina o cenicienta que clasificamos como *Bryum argenteum*. De los líquenes podemos citar los siguientes: *Parmelia*, *Physcia*, *Haematomma*, *Candelariella*, *Nephroma*, *Graphis*, *Usnea*, *Ramalina*. Estas plantas tienen importancia ecológica ya que con el tiempo desintegran las rocas y contribuyen a la formación del suelo; por otra parte, los musgos favorecen la retención del agua en la tierra y probablemente los borregos los aprovechan en su alimentación. [Figs. 1-16].

Hay suelos que no evolucionan por encontrarse en equilibrio, es decir que el valor medio anual de sus características es más o menos constante; estos son los suelos adultos o maduros. Cuando la fertilidad aumenta gradualmente se dice que el suelo es joven o poco maduro y si disminuye su fertilidad o la cantidad de humus se trata de un suelo envejecido.

En un principio, la Isla Socorro era un lugar rocoso donde la vida vegetal no podía establecerse. En la actualidad todavía existen grandes extensiones que conservan este carácter primitivo; sin embargo, se han formado ya grandes y numerosas regiones que presentan un suelo joven que ha sido invadido por un tipo peculiar de vegetación.

El viento y los animales han ido depositando entre las rocas o sobre ellas, pequeñas cantidades de polvo que sirven de substrato a diversos microbios y a ciertos líquenes que solubilizan sustancias de dichas rocas así como las de cenizas volcánicas y si la capa de polvo es algo profunda, también se instalarán ciertos musgos y helechos; en esta forma se ha iniciado el ataque de las rocas que más tarde presentarán condiciones propicias para el desarrollo de las fanerógamas. Los musgos, por su contextura esponjosa retienen el polvo y junto con los líquenes forman humus al morir, preparando así un medio cada vez más adecuado para el crecimiento de una vegetación mayor.

La pedobiología actual todavía no aporta los datos necesarios para conocer bien los complejos fenómenos microbianos que acontecen en el suelo y el papel de estos últimos en la maduración del mismo; sin embargo, se conocen muchas interacciones entre microbios y de estos con otros seres vivos. Se ha podido demostrar también, hasta cierto punto, la relación entre la flora microbiana y la

fertilidad del suelo, así como la importancia de esa flora en la formación de los coloides y las sustancias fertilizantes del mismo.

Empezaremos por señalar lo referente a la flora bacteriana de los suelos y la importancia de su estudio para indicar posteriormente los resultados obtenidos con las muestras que recogimos en la isla.

Cada tipo de suelo tiene su propia individualidad, pero su perfil es más característico y estable en suelos no cultivados porque los horizontes próximos a la superficie se destruyen como consecuencia de los procesos agrícolas. En la Isla Socorro tenemos perfiles más o menos definidos ya que la mano del hombre sólo ha intervenido en proporciones muy limitadas.

El suelo representa un medio propicio para el desarrollo de microorganismos así como de seres macroscópicos terrícolas, siendo en general más abundantes todos ellos cuando es mayor la riqueza del medio en las sustancias nutritivas que necesitan; es decir, un suelo poco maduro y pobre en sustancias nutritivas sólo podrá sostener una vida precaria, en tanto que un suelo fértil y maduro permitirá un gran desarrollo de plantas y animales y al mismo tiempo la flora microbiana será rica y variada dependiendo esto también de otros factores como la estructura física del suelo, el pH, etc.

Los microbios del suelo pertenecen a diversos grupos taxonómicos tanto del reino vegetal como del reino animal y entre los más constantes están los siguientes: bacterias, algas, levaduras, mohos, protozoarios y rotíferos, aunque también son frecuentes las larvas de gusanos, insectos, etc.

Se ha calculado que un puñado de tierra medianamente fértil contiene varios billones de bacterias de tal manera que una hectárea de esa tierra contendría aproximadamente una tonelada de dichos microorganismos.

El número y la clase de microbios en el suelo dependen de la naturaleza del mismo, de la cantidad de materia orgánica, de la temperatura, de la humedad, del pH, de la estación del año, etc.

En el suelo se establece un sistema dinámico entre los diversos organismos que la pueblan de tal manera que un cambio en la flora microbiana repercute en la vegetación o los cultivos y viceversa.

Los mohos, las bacterias y las levaduras del suelo pueden ser aislados en medios especiales de cultivo y, una vez obtenidos los cultivos puros, es posible estudiar sus características para saber qué tipo de microbios predominan. En el aislamiento de los mismos será necesario utilizar diferentes medios de cultivo ya que cada uno tiene diferentes necesidades nutritivas y, por lo tanto, el estudio biológico del suelo es laborioso y muy difícilmente permite conocer, apenas aproximadamente, las complejas relaciones ecológicas que en él se presentan. Por ejemplo, muchas especies de microorganismos

mos presentan fenómenos de antibiosis, simbiosis y parasitismo, ente sí, o con otros seres vivos como plantas superiores e invertebrados terrícolas.

Para conocer la población microbiana del suelo, es necesaria la preparación de técnicas especiales para el aislamiento y estudio de las bacterias fijadoras de nitrógeno, las nitrificantes, las que descomponen la celulosa, las productoras de antibióticos, etc.; por otra parte, los mohos y levaduras también requieren métodos especiales de cultivo ya que su desarrollo óptimo no siempre coincide con los factores que son favorables a las bacterias.

Los microbios del suelo desempeñan funciones importantes para el desarrollo de las plantas ya que modifican las condiciones físicas del terreno dándole una estructura adecuada y favoreciendo la retención de humedad en el mismo; además, intervienen en los ciclos biológicos del nitrógeno, del fósforo, del azufre, etc.; por otra parte, algunos gérmenes son perjudiciales a las plantas por ser fitopatógenos y, de su equilibrio con otros antagonicos depende la posibilidad de los cultivos vegetales que siempre están íntimamente ligados a la flora microbiana. En algunos casos se establece una verdadera simbiosis entre las plantas y las bacterias como sucede con las leguminosas, que necesitan las sustancias nitrogenadas que les proporcionan las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*; en otros casos, los microorganismos producen sustancias específicas que modifican el crecimiento de algunos vegetales.

Waksman, en numerosas publicaciones, ha demostrado la importancia del análisis microbiológico del suelo tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

El análisis microbiológico del suelo presenta muchas dificultades ya que la composición de los suelos varía constantemente y, por lo tanto, la población de los mismos no es permanente. El suelo es un sistema viviente y no sólo una masa inerte de sustancias minerales y residuos orgánicos; dicho sistema es complejo y sus características dinámicas lo conducen a constantes cambios.

Las características cualitativas y cuantitativas de los suelos dependen del origen y naturaleza de los mismos, así como de la composición relativa de sus componentes inorgánicos y orgánicos. Otros factores directamente conectados con la microbiología del suelo son: la vegetación, el clima, el pH del suelo, la textura, la humedad del mismo, etc.

Los cambios que experimenta la flora bacteriana del suelo dependen también de las estaciones del año ya que en las épocas de lluvias, la mayor humedad del suelo permite un mejor desarrollo de los microorganismos y, por otra parte, la temperatura puede estimular o retardar la proliferación bacteriana según la coincidencia que tenga con el régimen pluvial; así por ejemplo, una temperatura

alta es desfavorable en época de sequía pero estimula notablemente la reproducción microbiana si coincide con las lluvias.

Nosotros tomamos nuestras muestras de tierra en invierno, durante el mes de enero, época de clima moderado y escasas lluvias por lo que los recuentos microbianos probablemente correspondan a las cifras más bajas del año; sin embargo, las diferencias estacionales no deben repercutir notablemente en la flora bacteriana ya que el clima es bastante homogéneo durante el año.

Los microorganismos del suelo corresponden principalmente a los siguientes grupos: protozoarios, bacterias, algas y hongos; los más importantes en los diversos cambios químicos son los hongos y las bacterias de tal manera que a ellos prestaremos especial atención.

Las bacterias del suelo que hasta la fecha han recibido más atención, son las relacionadas con la fijación del nitrógeno atmosférico así como las que efectúan los procesos de nitrificación transformando los materiales orgánicos en nitratos ya que de estos fenómenos depende en gran parte la fertilidad de un terreno y por lo tanto la vegetación espontánea del mismo o la que puede ser introducida mediante cultivos.

En general, estas bacterias son bastante exigentes por lo que respecta a las condiciones que les permiten vivir en el suelo, de tal manera que la mayor parte de las cepas de *Azotobacter* sólo se han aislado de suelos moderadamente alcalinos o al menos con un pH superior a 6.0. *Rhizobium* es más tolerante a la acidez pero requiere la presencia de algunas plantas leguminosas para establecerse en un lugar; por otra parte, las bacterias nitrificantes también son muy sensibles a la acidez, de tal manera que la nitrificación bacteriana se verifica bien en los suelos neutros y alcalinos con un óptimo entre 7.1-7.8, pero se detiene cuando el pH baja de 6.5.

Para el estudio cualitativo de los microorganismos, se hicieron aislamientos de hongos, bacterias y actinomicetos en diversos medios de cultivo empleando fundamentalmente el Sabouraud agar, el caldo agar y el medio No. 77 de Fred y Waksman tanto líquido como solidificado con agar lavado. En el medio de Sabouraud agar se hicieron recuentos de colonias de levaduras y mohos siendo frecuentes entre estos últimos, varias especies de *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*. [Figs. 17 y 18].

En caldo agar pudimos identificar diversos gérmenes como *Bacillus mycoides*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. brevis*, *B. cereus*, *Achromobacter violaceum*, *Pseudomonas fluorescens* y numerosas especies de *Streptomyces*; muchas de estas últimas con marcada actividad antimicrobiana, razón por la cual nos ocuparemos de ellas en un estudio especial.

En el medio No. 77 de Fred y Waksman, solidificado con agar

lavado, se aislaron varias cepas de organismos que forman colonias elevadas, suaves, semitransparentes, con un aspecto mucoso o con cierta turbidez lechosa y a veces algo viscosa. Dichas cepas corresponden a una especie probablemente nueva, que nosotros clasificamos provisionalmente como *Azotobacter affilindicus*; esta especie tiene gran importancia en la fijación de nitrógeno atmosférico, por lo tanto está íntimamente relacionada con la fertilidad de los suelos de la Isla Socorro. [Fig. 19].

El análisis cuantitativo de las muestras de tierra fué hecho por los métodos usuales: el microscópio directo y el de recuento de colonias en cajas de Petri. Las diluciones ensayadas para hacer este último recuento fueron las siguientes: 1:100, 1:1,000, 1:10,000, 1:100,000 y 1:1,000,000. Se emplearon como medios de cultivo el caldo agar y el Sabouraud agar. Se estudiaron seis muestras de suelo y, como se indicó antes, esas muestras fueron recogidas en lugares donde la capa de suelo presentaba una profundidad considerable y teniendo en cuenta el tipo de vegetación, así como las características geológicas del terreno. Debido a que en la isla no hay gran variedad de suelos y como las modalidades de estos corresponden a zonas de vegetación bien delimitadas, no se consideró necesario hacer un estudio de mayor número de muestras; por otra parte, tampoco consideramos indispensable por el momento estudiar las diferencias en la flora microbiana a distintas profundidades; por tal motivo, preferimos simplificar el trabajo haciendo una mezcla de las porciones de tierra provenientes de profundidades comprendidas entre 0-20 cm. ya que a profundidades mayores, el número de microorganismos disminuye notablemente.

Debido a que el número y la calidad de los microorganismos del suelo dependen de la composición química del terreno, así como de la vegetación del mismo, señalaremos las características fundamentales de las muestras estudiadas antes de indicar los resultados del recuento microbiano. Como indicamos antes, los datos botánicos nos fueron proporcionados por el Dr. F. Miranda; respecto a los datos químicos, obtenidos en el Instituto de Geología y elaborados por el Ing. Alberto Obregón sólo mencionaremos los puntos directamente relacionados con nuestro tema ya que son discutidos ampliamente, junto con los aspectos geológicos, por el Ing. Luis Blásquez. Todas las muestras de tierra proceden de la mitad sur de la isla, ya que no fué explorada la parte norte.

La muestra No. 1 fue tomada cerca del actual campamento de la isla, a 40 m de altura, en un lugar cubierto por *Aristida adscensionis*, *Cenchrus myosuroides*, *Waltheria americana* y *Croton masonii*. Esta tierra tiene un pH de 6.9, es rica en K, pero bastante pobre en N, P, Mg, Ca y materia orgánica.

La muestra No. 2 fué tomada a 60 m. de altura donde comienza

la asociación densa de *Croton masonii*. El pH de esta tierra es de 6.7, contiene menos K y P que la anterior pero es más rica en materia orgánica, N, Mg y Ca.

La muestra No. 3 fué tomada en bosques de guayabillo (*Psidium socorrensis*), donde abunda todavía *Croton masonii*, a 170 m. de altura. Esta tierra tiene un pH de 6.8, es la más rica en P y medianamente rica en N y materia orgánica pero bastante pobre en Ca y Mg.

La muestra No. 4 fué tomada de un bosque abierto de *Ficus cotinifolia*, a 380 m. de altura, en lugares donde la tierra estaba parcialmente cubierta por musgos y hepáticas. Esta tierra tenía un pH de 6.7; el P es algo abundante pero su contenido en N es el más bajo; la materia orgánica, el Mg y el Ca también son escasos.

La muestra No. 5 fué tomada a 590 m. de altura en un bosque abierto, algo denso, formado principalmente por zapotillo (*Bumelia socorrensis*) y cascarrillo (*Getarda sp.*) donde existen en la subvegetación algunos helechos. Esta tierra tiene un pH de 6.9, es relativamente rica en K, P, N y materia orgánica pero es pobre en Mg y carece de Ca.

La muestra No. 6 fué tomada en la parte alta del monte Everman, a 950 m. de altura, donde hay pastizales y matorrales muy densos entre los cuales predominan las gramíneas, varias ciperáceas y compuestas, *Castilleja sp.*, *Dodonaea viscosa*, formas enanas de *Prunus capuli*, etc. Esta tierra tiene un pH de 7.0, es la más rica en N y materia orgánica; contiene regular cantidad de P, Mg y Ca; debido a su mayor riqueza en materia orgánica muestra un color negro y menos rojizo que las otras muestras.

En seguida anotaremos los resultados del recuento microbiano para cada una de estas muestras. Los resultados se expresan en miles por gramo de tierra secada al aire.

Número de microorganismos en el suelo

(miles por gramo de tierra)

Muestras	bacterias		actinomicetos	hongos	
	M	P	P	M	P
1	20,400	7,000	100	150	100
2	18,200	6,000	200	320	200
3	65,000	20,000	70	140	100
4	60,800	15,400	100	350	300
5	60,000	12,500	200	300	200
6	64,000	13,000	300	260	100

M = método microscópico directo

P = método del recuento de colonias en cajas de Petri

Si consideramos que en varios casos la fertilidad del suelo es proporcional al número de bacterias, los suelos más fértiles estarían repartidos más o menos uniformemente desde unos 150 m. de altura hasta la cima del Everman; sin embargo, el recuento bacteriano es relativo y, como ya indicamos antes, hay que tomar en cuenta los accidentes geológicos, la composición química de los suelos y el tipo de vegetación que espontáneamente se ha desarrollado, siendo ésta más abundante entre los 600 y los 800 m. de altura, de tal manera que esa zona, correspondiente a la muestra que nosotros clasificamos con el número 5, es la que podría considerarse más fértil; sin embargo, no serían muy diferentes las muestras 3, 4 y 6. En general, según indicamos antes, los suelos en toda la parte sur de la isla son del mismo tipo y sólo presentan diferencias evolutivas que dependen de varios factores locales; por otra parte, las cantidades de microorganismos son las normales para una tierra no cultivada y, en general, indican una mediana fertilidad que podría ser mejorada con la aplicación de abonos adecuados y mediante la inoculación repetida de algunas bacterias, como los del género *Rhizobium*, cuando se intente el cultivo de leguminosas. Estas bacterias podrían prosperar bien en los suelos de la isla si al mismo tiempo se hace el cultivo indicado ya que dichos suelos presentan condiciones propias para su desarrollo, como lo demuestra la presencia de algunas especies del género *Phaseolus* que crecen espontáneamente en la región estudiada. En cambio, la inoculación de bacterias del género *Azotobacter* no se considera necesaria debido a que la incorporación de estos gérmenes en un suelo depende de un ambiente adecuado y, en muchos casos, interfiere la posible actividad antagónica de los gérmenes que espontáneamente pueblan el suelo; por otra parte, el pH de los suelos de la isla no es óptimo para dichos gérmenes ya que éstos prosperan mejor en suelos ligeramente alcalinos; sin embargo, los valores de pH de las muestras estudiadas, comprendidos entre 6.7-7.0, indican ligera acidez o neutralidad, condición que todavía permite el desarrollo de las bacterias libres fijadoras de N del género *Azotobacter* que, como indicamos antes, pudimos aislar de todas las muestras de tierra; por otra parte, si se desea favorecer más su desarrollo, pueden utilizarse abonos que alcalinicen un poco la tierra para obtener un pH entre 7.5-7.8 con lo cual aumentaría además la actividad de las bacterias nitrificantes que son también muy sensibles a la acidez.

En algunos terrenos cultivados se ha demostrado una relación directa entre el número de bacterias por gramo de tierra y la cantidad de cosecha obtenida; sin embargo, esos datos no se repiten de manera constante en todos los casos y, en muchas ocasiones, los resultados son contradictorios. No consideramos conveniente aplicar esos resultados para pronosticar el rendimiento de los suelos de la

FIGURA 1 / *Montagnea arenaria* (DC) Zeller. Se encontró debajo de *Opuntia* sp., a 180 m. de altura, en un lugar poblado por *Croton masonii* y *Ficus cotinifolia*.



FIGURA 2 / *Montagnea arenaria* (DC) Zeller. Fot. Dr. M. Ruiz Oronoz.

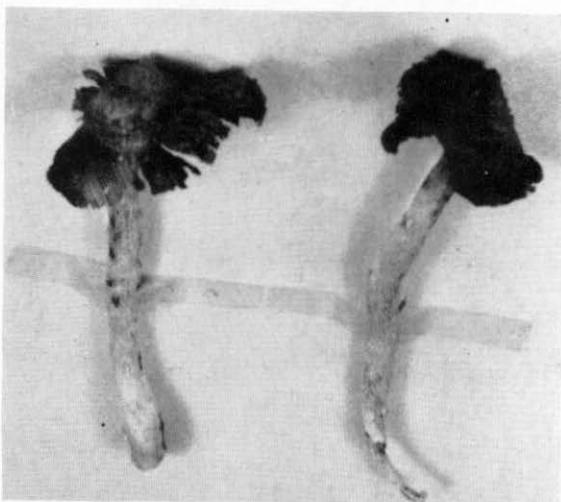
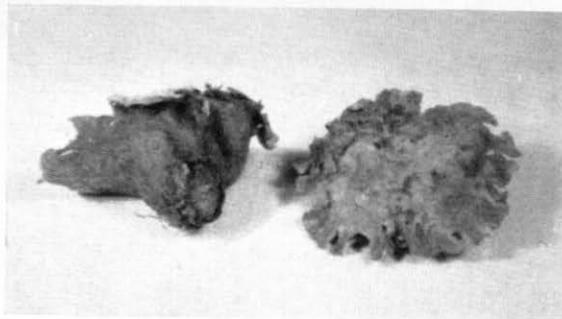


FIGURA 3 / *Calvatia lilacina* (Berk.) P. Henn. Se encontró en bosque de zapotillo (*Bumelia socorrensis*) y guayabillo (*Psidium socorrensis*) en un lugar llamado "El Rodeo", a 600 m. de altura. Col. Dr. Faustino Miranda.



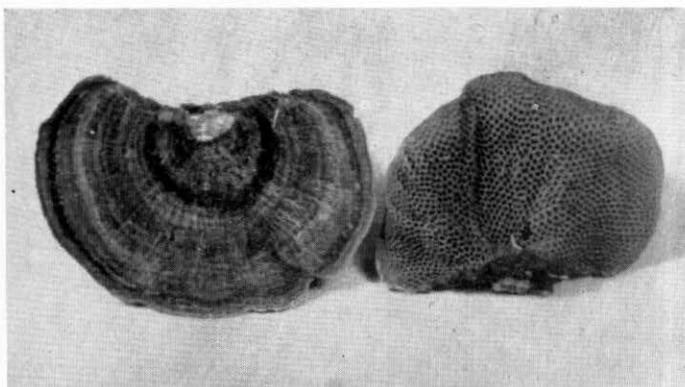


FIGURA 4 / *Hexagonia variegata* Berk. Se encontró en troncos de zapotillo (*Bumelia socorrensis*) y guayabillo (*Psidium socorrensis*), entre 600-800 m. de altura.

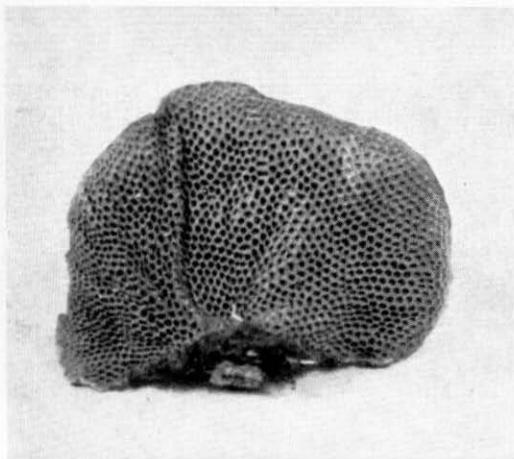


FIGURA 5 / *Hexagonia variegata* Berk.

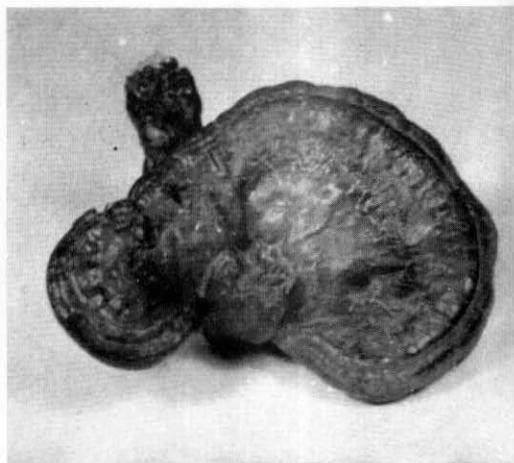


FIGURA 6 / *Ganoderma lucidum* (Fries ex von Leysser) Karsten. Se encontró en troncos de zapotillo (*Bumelia socorrensis*), entre 600-800 m. de altura, en bosques de zapotillo y guayabillo.

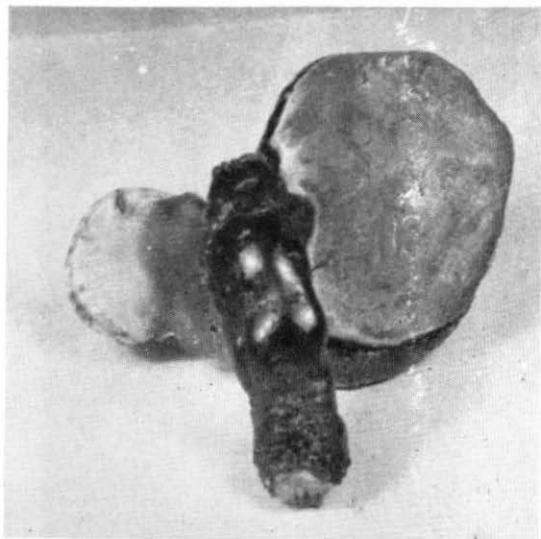


FIGURA 7 / *Ganoderma lucidum* (Fries ex von
Leysser) Karsten.

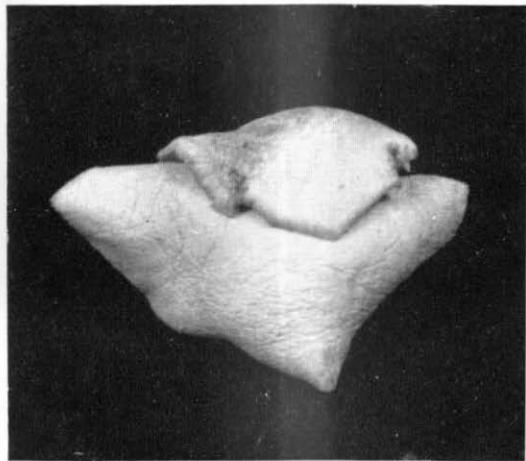


FIGURA 8 / *Pleurotus floridanus* Sing.
Se encontró en la parte SE. de la
isla sobre troncos de árboles.

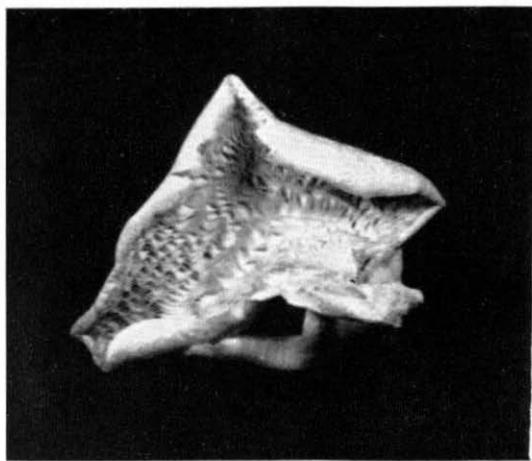


FIGURA 9 / *Pleurotus floridanus*
Sing.



FIGURA 10 / Rocas cubiertas de líquenes. (Foto F. Maya).

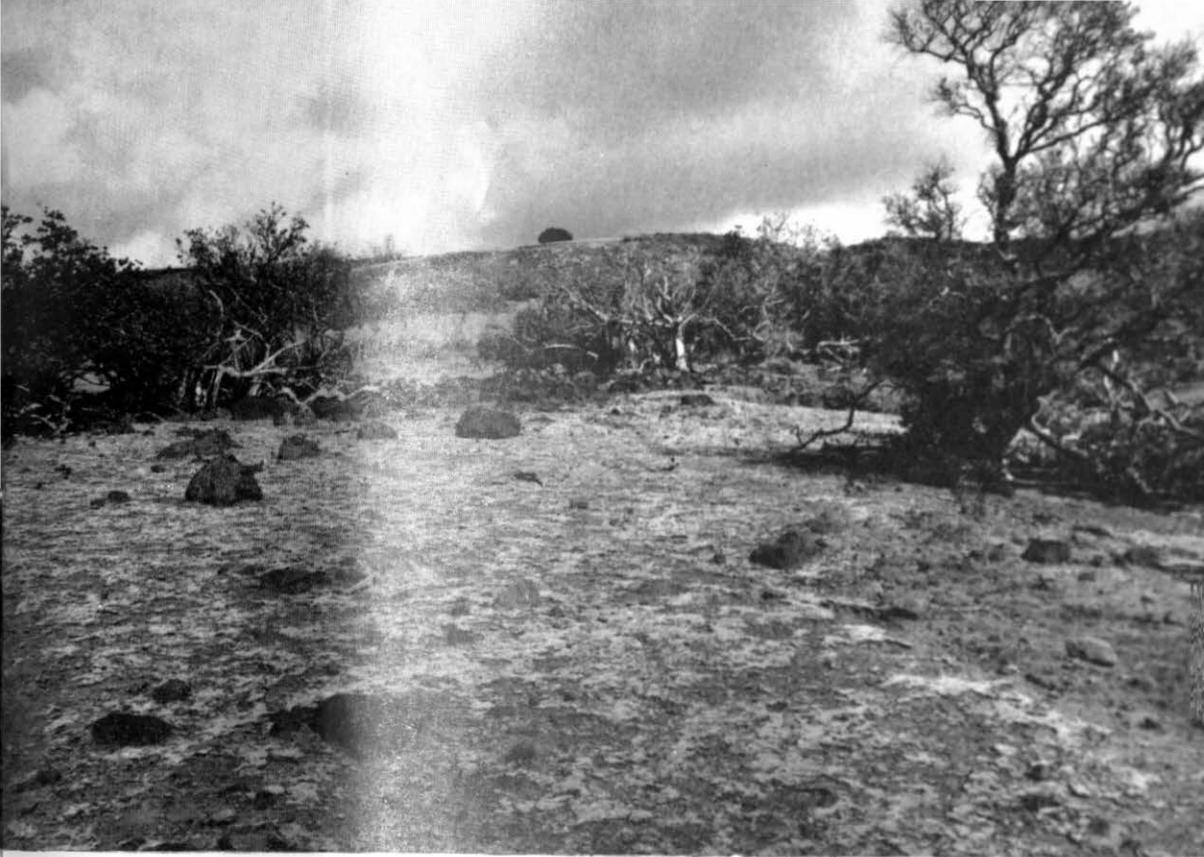


FIGURA 11 / Suelo cubierto de musgo (*Bryum argenteum*). (Foto F. Maya).

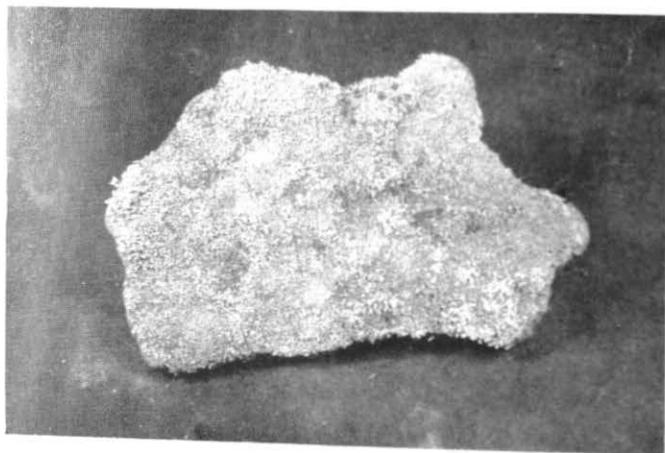


FIGURA 12 / *Bryum argenteum* Hedw.

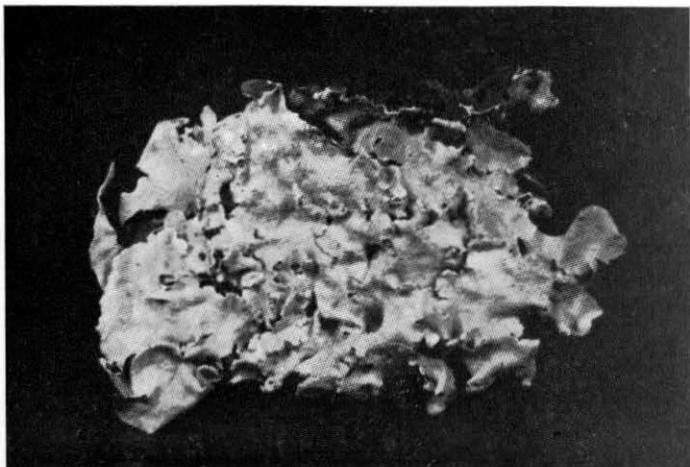


FIGURA 13 / *Parmelia sp.*

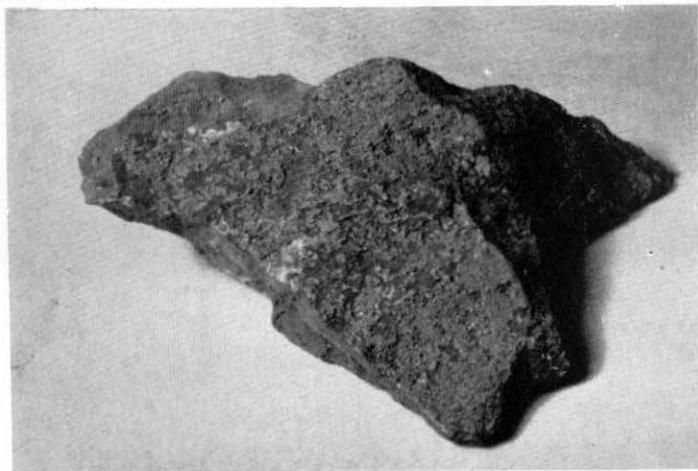


FIGURA 14 / Roca cubierta por líquenes (*Haematomma sp.*)

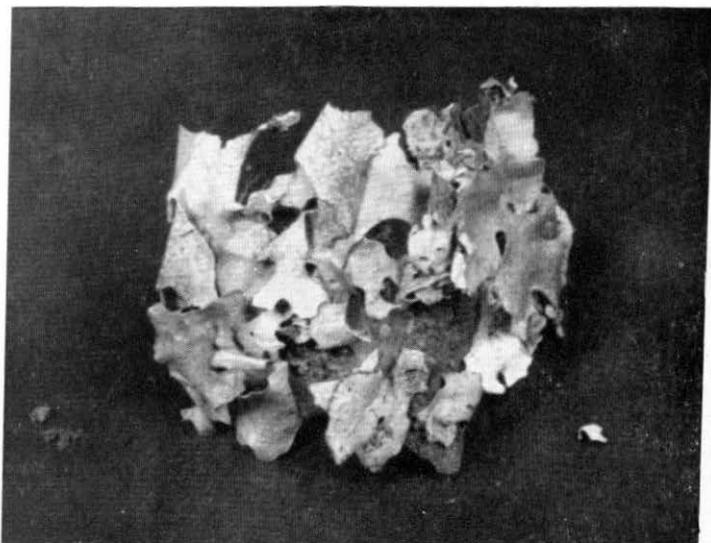


FIGURA 15 / *Nephroma* sp.

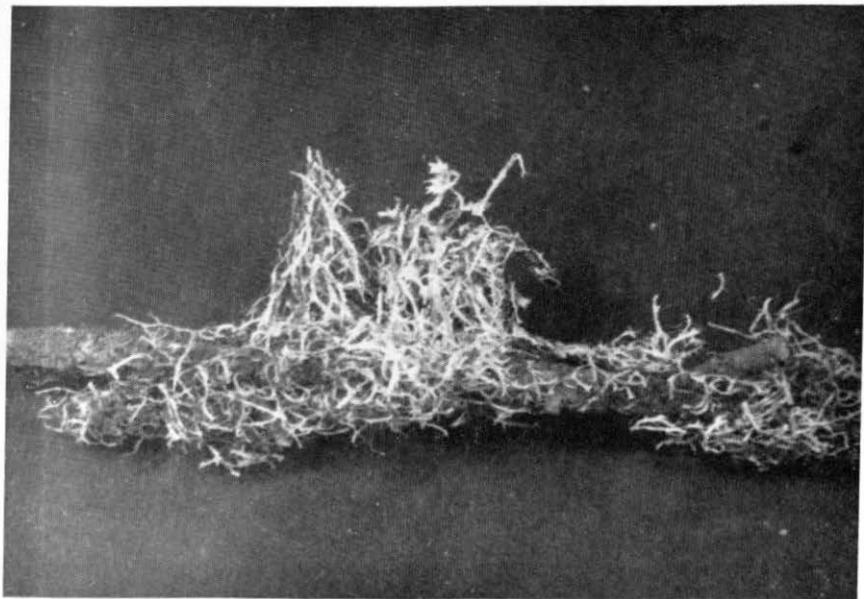


FIGURA 16 / *Ramalina* sp.



FIGURA 17 / Microorganismos del suelo. Fotografía electrónica del Dr. N. Aguilera. Amplificación 9000 X.



FIGURA 18 / Microorganismos del suelo. Fotografía electrónica del Dr. N. Aguilera. Amplificación 9000 X.



FIGURA 19 / *Azotobacter* aff. *indicus*. Fotografía electrónica de un cultivo puro. Fot. Dr. N. Aguilera. Amplificación 9000 X.

Isla Socorro ya que el cultivo de los mismos presenta dificultades especiales; por otra parte, también depende de varios factores ecológicos y no solamente del número de bacterias presentes, ya que la fertilidad es una propiedad muy compleja y los factores que la determinan afectan la vida microbiana en diversas formas; además, como se trata de un terreno virgen, sería imposible señalar un índice de producción. Por las razones antes expuestas, es recomendable experimentar, en la misma isla, los cultivos factibles desde el punto de vista agronómico con el fin de poder observar la influencia de los distintos factores sobre los mismos mientras se logra alcanzar el equilibrio ecológico entre la nueva vegetación y los microorganismos del suelo modificado por el cultivo y, de ambas entidades biológicas con el ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Breed, R. S., E. G. D. Murray & N. R. Smith
1957 *Bergey's manual of determinative bacteriology*
Pp. 283-292
Williams & Wilkins Co.
- Duche, J.
1950 *La biologie des sols*
Press Univ. de France
Paris.
- Hall, A. D.
1953 *Estudio científico del suelo*
Ed. Aguilar
Madrid.
- Huguet del Villar, E.
1936 *El suelo*
Ed. Salvat
Madrid.
- Kübierna, W. L.
1938 *Micropedology*
Collegiate Press
Ames. Iowa.
- Lyon, T. L. & H. O. Buckman
1950 *Edafología*
Ed. Acme
Buenos Aires.
- Morse, E. E.
1948 "Variation in *Montagnites arenarius* (DC) Morse"
Mycol. 40; 255-261

- Russell, E. J. & E. W. Russell
1954 *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas*
Ed. Aguilar.
Madrid.
- Smith, G. M.
1943 *Marine Algae of the Monterey Peninsula*
Stanford Univ. Press
-
- 1950 *The freshwater algae of the United States*
Mc. Graw Hill Co.
-
- 1954 *Cryptogamic Botany*
Mc. Graw Hill Co., 2 Vol.
- Winogradsky, S.
1949 *Microbiologie du sol*
Masson & Cie. Ed.
- Zeller, S. M.
1943 "North American species of *Galeropsis*, *Gyrophragmiun*,
Longia and *Montagnea*"
Mycol. 35; 409-421

IX
**VERTEBRADOS
TERRESTRES**

por Bernardo Villa R.

EXPLICACION PRELIMINAR.

Los datos consignados en el presente trabajo se obtuvieron durante la estancia del autor en la Isla Socorro del día 14 al 23 de enero del año en curso (1958), período breve, en verdad, para lograr una visión más amplia de la fauna local, tomando en cuenta que muchas de las especies de aves son, seguramente, visitantes temporales, a excepción de muy pocas que pueden considerarse endémicas. Estos datos, por tanto, reflejan solo una porción del conjunto faunístico de la isla. Por el privilegio de su cooperación en el esclarecimiento de algunos puntos técnicos, doy aquí las gracias al Dr. Allan R. Phillips Investigador huésped en el Instituto de Biología, Sección de Ornitología, lo mismo que al Prof. Rafael Martín del Campo.

Los vertebrados silvestres encontrados allí son:

REPTILES.

Urosaurus auriculatus (Cope). Lagartija azul.

Esta es la única especie de reptiles [Fig. 1] que se encuentran en la isla. El hecho se ha observado desde las primeras expediciones científicas y al tiempo de nuestra visita nada más pudimos encontrar.

Es una especie común, pero no abundante. Se encuentra entre la vegetación de chaparrales y arbustos en los arroyos y partes planas de las diversas bahías que existen en la isla. En las partes altas, se la encuentra raramente y en el Pico Everman no la observé en ninguna ocasión.

El color en los animales vivos es azulado, con rayas negras irregulares en el dorso; la cola y las piernas presentan barras negras transversales. La región ventral es jaspeada o manchada con puntos negros. Las hembras son, en ocasiones, de color café oscuro en el dorso.

Prefieren alimentarse con las moscas verdes que abundan en la Isla sobre la carroña o los excrementos según mi propia experiencia, de manera que un medio fácil de capturarlos es situarse en las proximidades de los lugares donde se congregan estas moscas y como las lagartijas son relativamente mansas, se les puede obtener con facilidad. Brattstrom (*The American Midland Naturalist*, 54 (1): 219-229. July, 1955) declara que esta lagartija come principalmente hormigas y arañas, lo mismo que otros insectos y flores.

AVES

Puffinus auricularis Townsend.
Petrel.

Los petreles efectúan su reproducción en la isla visitada por nosotros, pero no tuvimos la oportunidad de capturar ningún ejem-

plar, no obstante que vimos algunos en las rocas de algunas bahías de la isla.

Phaëthon aethereus mesonauta Peters.
Pájaro de pico rojo.

Un ejemplar cayó sobre la cubierta de la fragata, precisamente entre las piernas del autor, a las 10 horas de la noche del día 12 de enero, deslumbrado de seguro por la luz de los focos instalados bajo la toldilla de popa de la embarcación. [Fig. 2].

Después de tomarle fotografías, fué liberada al siguiente día.

Fregata minor palmerstoni (Gmelin)
Fragata chica de Palmerston.

En uno de los acantilados de la costa hacia la Bahía Grayson, con binoculares pude ver un par de estas fragatas. Se reproducen en la Isla.

Nyctanassa violacea gravirostris Van Rossem
Pedrete enmascarado de Socorro.

Regresando del pequeño campamento establecido cerca del desembarcadero, al empezar a subir hacia las casas permanentes del campamento de la guarnición naval, a las 9 de la noche, con la luz de mi linterna de pilas, descubrí un pedrete entre las matas de calabaza, cerca del brocal del pozo, destrozando un cangrejo. Como todas las aves de esta isla, el pedrete no se mostró muy alarmado y permitió acercarme hasta tener la impresión de poderle alcanzar con la mano, sin embargo, al intentarlo voló hacia la zona de piedras de las faldas de la isla.

Buteo borealis socorroensis Ridgway.
Gavilán de cola roja.

Los gavilanes de esta especie son numerosos en la Isla Socorro; a la fecha pesa sobre ellos la determinación de abatirlos a causa de sus depredaciones entre palomas y tórtolas a las que persiguen preferentemente.

McLellan (*Proc. Calif. Acad. Sciences*, 15: 297, 1926-27) refiere que en una ocasión espantaron a un par de estos gavilanes que tenían un festín devorando un borreguito de tres semanas de edad. El buche de otro ejemplar, sigue explicando, contenía casi una paloma entera.

El personal de la guarnición de la Isla Socorro cuida casi con devoción a todos los pájaros, menos a los gavilanes que persiguen a sus presas hasta entre las casas del campamento. Se les ve por to-

das partes, pero sobre todo, en la zona de matorrales sobre las faldas del Pico Evermann, donde los marinos, comisionados ocasionalmente para cazar borregos, matan a los gavilanes. El día 22 de enero, precisamente, mataron dos que quedaron allá con las alas extendidas entre las ramas de sendos árboles de guayabilla, en un remedo de crucifixión infamante a la que son muy inclinados los campesinos mexicanos cuando matan a estas aves de rapiña. El día 19 anterior, el señor Teófilo Herrera mató otro gavilán hembra, aproximadamente en el mismo sitio; este es el ejemplar que figura en nuestras colecciones.

El día 18 de enero los señores Dr. Julián Adem, Comandante Donaciano Hernández, Dr. Héctor Hernández, varios ayudantes y el autor, durante una visita a los escurrimientos de agua dulce, situados en los acantilados de la Bahía Universidad Nacional de México, en el lado oriental de la isla, conocidos con el nombre de Los Chorros, vimos en diferentes ocasiones dos gavilanes arrojándose a velocidades increíbles sobre palomas posadas en las ramas de algunos arbustos de guayabilla. El vuelo es vertiginoso y de éxito seguro. Las víctimas no tienen tiempo para escapar. En las dos ocasiones referidas, los gavilanes pasaron por encima de nuestro grupo produciendo un fuerte zumbido y al seguir su trayectoria con rumbo hacia la costa, súbitamente vimos que al detenerse, su impacto producía una dispersión de plumas entre las ramas. Con ayuda de binoculares pude cerciorarme que las víctimas eran palomas de la especie típica de la isla.

Sujetos a la sentencia de muerte a que se han hecho acreedores, no dan las muestras de miedo al hombre que se ve en los gavilanes de la tierra firme.

Actitis macularia (Linneo)
Alzaculito.

A esta especie la vi en las orillas de la Laguna Escondida, al Oeste del campo aéreo.

Heteroscelus incanum (Gmelin)
Agachadiza vagabunda.

Se me aseguró que en las cercanías del campo de aviación, en torno a la fogata del campamento establecido temporalmente allí, volaban en la noche animales que lanzaban gritos como murciélagos.

Para cerciorarme de la mejor manera, me establecí en el mismo campamento y tendí redes-trampa en torno a una gran fogata, pero los animales en cuestión fueron agachadizas, que pasaban en vuelo rumbo al Este, hacia el mar. Estas aves fueron observadas en otras ocasiones en las orillas de la Laguna Escondida.

Zenaidura graysoni Lawrence.
Tórtola

Estas tórtolas son extraordinariamente mansas. Con frecuencia toman migajas de pan de las manos. Algunas penetraban a nuestro campamento con tanta confianza que aun se posaban sobre las personas acostadas en sus camas a las primeras horas de la mañana; por esta razón, fué muy fácil capturar varios ejemplares, pero la piel era tan delicada que se desgarraba fácilmente, además de que tenían grasa en gran cantidad.

Columbigallina passerina socorroensis Ridgway
Paloma de Socorro

Las palomas o huilotas de esta especie eran numerosas durante el mes de enero, pero de acuerdo con la información de los miembros de la guarnición de marina establecida en la isla, en días anteriores su número era mayor; muchas de ellas, según creen los informantes, emigraron al extremo opuesto de la isla y a las otras islas del Archipiélago. Esta emigración por supuesto, no me parece bien demostrada; de cualquier manera, aún encontramos muchas de estas palomas congregándose en las cercanías de la cocina colectiva y en los gallineros, para tomar los sobrantes de los alimentos y el maíz que se arroja a las aves de corral. Son mansas y se les captura simplemente con la manos, con mucha facilidad. Los ejemplares obtenidos se les atrapó en una jaula de tela de alambazón a la que penetraron para tomar agua que les atrae poderosamente. Sólo se prepararon dos de estos animales porque es desesperante la tarea de desollar una piel tan delicada, llena de tal cantidad de grasa que se derrite al contacto de las manos del operador. [Fig. 3]

Aratinga brevipes (Lawrence)
Perico de Socorro.

En las faldas del Pico Evermann a dos horas de camino aproximadamente desde el campamento, el 17 de enero me encontré con una extensa faja de árboles de guayabillo y entre sus ramas, con algazara sin igual, una parvada de pericos comiendo el fruto agri-dulce de esta planta tan peculiar de la isla. Posiblemente había más de 200 animales; de ellos muy pocos se movieron de una rama a otra a causa de mi presencia. Al principio puse en juego toda esa serie de actitudes de prudencia que acostumbra los cazadores para acercarse a sus víctimas sin causar la huída precipitada de estas. Pronto me di cuenta que salía sobrando todo eso. Los pericos sólo

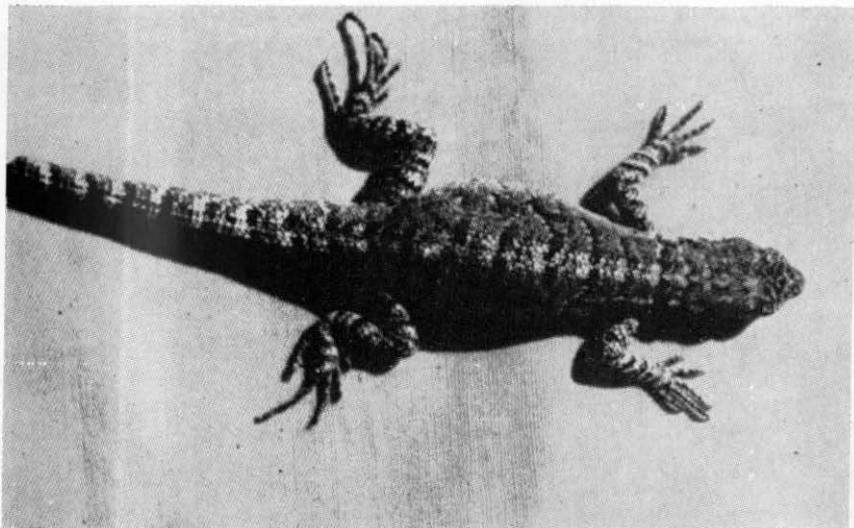


FIGURA 1 / Lagartija azul de Socorro, *Urosaurus auriculatus* (Cope). Es una especie común, pero no abundante en la isla. (Foto B. Villa R.)



FIGURA 2 / Pájaro de pico rojo, *Phaethon aethereus mesonauta* Poters. El ejemplar, atraído por la luz de la embarcación, cayó sobre cubierta durante la noche. (Foto B. Villa R.)



FIGURA 3 / Paloma de Socorro, *Columbigallina passerina socorrensis* Ridgway. Son aves mansas y, al parecer, llevan a cabo movimientos migratorios locales. (Foto A. Maya).



FIGURA 4 / Perico de Socorro, *Aratinga brevipes*, muy abundante en la isla. (Foto B. Villa R.).

me veían con un poco de curiosidad torciendo levemente el cuello y seguían inmutables su festín. Puedo asegurar que sin que ellos se lo propusieran, desde luego, fueron estos pericos los que me indujeron a probar los frutos de guayabillo por primera vez, pues de aquellos que dejaban caer tomé los primeros que me produjeron una grata sensación de alivio en momentos en que la sed era más intensa.

Un buen lapso permanecí observando a un grupo de pericos, situado a corta distancia entre las ramas. De ellos tomé fotografías y, [Fig. 4] finalmente, con la mayor facilidad que pueda imaginarse, sólo con la ayuda de una vara, en uno de cuyos extremos hice una lazada, capturé dos machos y una hembra que forman parte de nuestras colecciones. En esta vez pude haber capturado con el mismo método mayor número de animales pero no era ese mi propósito.

Al día siguiente regresé al mismo sitio con la esperanza de capturar otros pericos más y llevarlos vivos para una familia residente en el campamento. Preparé una trampa y redes, pero la situación cambió de modo completo y no hallé manera de complacer a la familia que nos había proporcionado la información referente a la posibilidad de conservar a estos animales en cautiverio.

Tyto alba (Scopoli)
Ticolote

Entre las frondas de un amate que extiende en círculo sus ramas de las que, a su vez, se desprenden miles de hilos formando conjuntos a manera de cortinas, que se encuentra muy cerca del lugar de desembarque en la Bahía Braithwaite en el extremo suroeste de la isla así llamada por Hanna (1926-27: 42) en su relación acerca de la Expedición a las Islas Revillagigedo, encontré huellas inequívocas de ticolotes de esta especie. Los marineros residentes me explicaron momentos después que algunos días antes de nuestra llegada, alguno de sus compañeros había encontrado un nido con dos pequeños.

La noche del 18 de enero, mientras en larga vigilia trataba de cerciorarme de la presencia de murciélagos en la isla, cerca del campo de aterrizaje, con frecuencia oí el monótono canto de varias de estas lechuzas, pero no capturé ningún ejemplar.

Micrathene whitneyi Ridgway
Ticolote enano de Socorro

La especie ha sido colectada por Slevin en 1925. Nosotros no le vimos, pero parece que es más bien común en la Isla Socorro, se-

gún se infiere de los informes que obtuve de algunos de los marinos de la guarnición establecida en la isla.

Thryomanes insularis (Lawrence) [*Thryomanes sissonii*
(Grayson).]
Alacranero

El nombre vernáculo registrado aquí, es usado por los miembros de la guarnición naval para estos pájaros, por el hecho de que con frecuencia se les ve llevando alacranes en el pico que apresan lo mismo en el interior de las habitaciones como entre las piedras volcánicas de la isla. Se les ve también a la entrada de las cuevas hasta la zona de penumbra. Al parecer, penetran buscando el agua que se filtra a través de las paredes o bien que se condensa. Por lo menos, en todas las ocasiones les ví cómo aplicaban el pico a las gotas de agua que tapizan la superficie de las rocas y que con luz tenue del día, brillan miríficamente. Con el haz de luz de nuestras lámparas de pilas, muy al fondo de las cuevas, estas gotas de agua brillan como tapiz de pedrería. En una de las cuevas visitadas encontré varios esqueletos de alacraneros. Seguramente fueron impulsados por la sed hasta un punto en el interior, del que no pudieron regresar.

Los pájaros de esta especie eran abundantes durante nuestra visita y lo mismo se les hallaba entre las casas del campamento de la guarnición que entre las rocas volcánicas en las faldas empinadas del Evermann.

Mimodes graysoni (Lawrence)
Cenzontle.

En las primeras horas de la mañana entre el trinar de los pájaros de la isla, destacan bellamente los de los muchos cenzontles que como las demás especies de aves de Socorro, son extraordinariamente mansas, de tal manera que en mi campamento del campo de aterrizaje, un par se acercaba a tomar migajas de pan de mis manos. En la mañana del día 19 de enero, mientras arreglaba mi equipaje, uno de ellos se posó sobre mi hombro e inmediatamente comenzó a cantar. Al momento de intentar atrapar los pericos arriba referidos, un ejemplar de cenzontle fué capturado entre las mallas de una red japonesa. Al transferirlo a una jaula de tela de alambre, otro ejemplar, tal vez el compañero, rondó por mucho tiempo en torno de la misma; repetidas ocasiones ambos cantaban al unísono, finalmente, el prisionero quedó solo.

En las partes de monte alto de la isla los cenzontles son abundantes y siempre nada huraños con el hombre.

Parula graysoni (Ridgway)
Verdín de Socorro

Los verdines de esta especie frecuentan las partes más boscosas de la isla donde son abundantes. Los encontré particularmente numerosos en los arroyos que bajan a la Bahía Grayson, así como en las cercanías de Laguna Escondida.

Dendroica auduboni auduboni (Townsend)
Verdín aceitunero.

Entre la vegetación de chaparral, sobre las ramas de los amates; entre los retorcidos troncos de los árboles y arbustos de guayabilla, tanto cerca de la costa insular, como en las faldas del Pico Everman, vimos al verdín aceitunero con frecuencia, moviéndose nerviosamente buscando incansable los insectos y las larvas con que se alimenta.

Me pareció tan común que creí innecesario capturar más de un ejemplar; examinado por el Prof. Rafael Martín del Campo, sin embargo, resulta ser ésta la primera vez que se registra la especie en la Isla Socorro extendiendo así considerablemente su área de distribución en la zona del Pacífico.

Pipilo carmani Baird "*Pipilo socorroensis* Grayson"
Toqui de Socorro

Los pipilos son muy abundantes en toda la isla. A cualquiera hora se les ve saltando de rama en rama entre los matorrales de *Croton*, o rascando entre la hojarasca. Son los pájaros más conspicuos, cuando en la soledad de aquella región el colector se sienta a descansar a la vera de los caminos o veredas. Hay ocasiones en que el ruido que hacen trae a la mente el mismo que en la tierra firme produce el reptar de lagartijas o la actividad de los pequeños ratones de campo.

Uno de nuestros ejemplares presenta plumaje juvenil. Este plumaje juvenil parece no haber sido descrito hasta ahora. Dorsalmente es más rojizo y más oscuro que los juveniles de *P. e. montanus* y *P. e. macrulatus* con las rayas pálidas del lomo casi borradas, excepto que la cabeza es ligeramente más rojiza y pálida como en *montanus*.

Ventralmente parece mucho más uniforme en la coloración; las rayas son café oscuro en vez de negruzco y el fondo es café gris pálido en lugar de blanco. La garganta es café grisáceo casi uniforme. Los flancos y el crismum son decididamente más oscuros y con las rayas de los flancos más negruzcos y más evidentes que en el

pecho. En este último caso son más parecidos a los juveniles de la tierra firme, pero el fondo es mucho más oscuro. Uno de los ejemplares presenta la cola en desarrollo, de modo que debe de haber nacido en la primera mitad de diciembre anterior aproximadamente. Las manchas claras de las cobertoras del ala son más oscuras que en *maculatas* y *montanus*.

MAMIFEROS.

En la Isla Socorro no pude encontrar mamíferos silvestres, por más que por siete noches consecutivas coloqué trampas de acero y de ratas y ratones "Special Museum" en las diversas localidades a que tuve acceso.

Debo agregar aquí que, además, basado en las referencias de la literatura, acerca de las exploraciones en la isla en que se describe el ataque de vampiros a los estudiantes de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo (Memoria de la Expedición Científica a las Islas Revillagigedo, Universidad de Guadalajara, Abril, 1954: 75), y en la mención del Dr. Manuel Medina G. (Op. cit.: 129) acerca de "un gran murciélago que tenía apariencias de vampiro" que "estuvo cazando los insectos que se dirigían al campamento", al planearse los trabajos de la Expedición, incluí en mi programa de acción estudios acerca de estos animales, con especial referencia a sus relaciones con la transmisión del virus de la rabia, por su gran significación en los problemas de la sanidad insular.

En consecuencia, durante la primera semana de estancia, solo, o acompañado por otros miembros de nuestro grupo, busqué entre las grietas de las rocas, en las cuevas de origen volcánico —en la mayoría fumarolas inactivas— y en los troncos de los árboles con posibilidades de albergue, la presencia de murciélagos.

Exploramos con detenimiento cinco cuevas situadas en la parte sureste de la isla. Tres de estas tienen todas las condiciones adecuadas para ofrecer refugio a vampiros o a murciélagos insectívoros gregarios; las dos restantes, sobre todo la cueva de los Amates, despiden aún vapores que elevan la temperatura considerablemente en su interior. Esta cueva no es profunda, sin embargo, el calor es insoportable desde el momento en que se traspone la zona de penumbra. No obstante, en la tierra firme, en una cueva similar, es muy posible que en los accidentes externos de su entrada se abrigaran murciélagos frugívoros del género *Artibeus* protegidos, además, por la sombra de las ramas y las raíces de los amates peculiares de la isla.

Otra, la cueva Herdops situada en una depresión que de seguro fué un cráter secundario, al transcurrir el tiempo ha ido acumulando en el piso materia orgánica acarreada por el agua de

las lluvias. Es la más profunda de las que visitamos. Con seguridad ésta es la que ha sido descrita en los relatos de exploradores anteriores. Antes de visitarla fui informado verbalmente por miembros del personal de marina estacionados allí que era como un corredor, circundando gran parte de la isla. La verdad es que apenas alcanza unos 500 metros de profundidad como máximo. Su amplitud, en cambio, es bastante para que los borregos penetren en busca de frescura y del agua que lamen de las paredes, condensada en forma de gotas. Con mi acompañante, uno de los infantes de marina de la guarnición, contamos 13 esqueletos de borregos que no hallaron su camino de regreso al exterior. De trecho en trecho se abre hacia el cielo la roca que forma el techo de la cueva creando corrientes de aire que ventilan el antro. También encontramos numerosos esqueletos de alacraneros (*Thryomanes insularis*) y de toquis de Socorro (*Pipilo carmani*), mas ninguno de murciélago.

En suma, estas cuevas no presentan en lo absoluto indicios acerca de la presencia de murciélagos. Evidentemente, no sirven ni han servido de albergue a murciélagos de ninguna clase ni siquiera transitoriamente. En cambio, numerosos cangrejos se guarecen en sus profundidades. Sus huellas y excrementos se observan con profusión y en las grietas que deja la roca a nivel del piso, la luz de las lámparas de mano ilumina muchos pares de ojos engarzados en el extraño disco de su cuerpo rojizo.

La isla, por su naturaleza volcánica debe tener, por supuesto, un gran número de cuevas, grietas y aberturas en los acantilados de la costa y precipicios de las barrancas que podrían ofrecer protección segura a los murciélagos insectívoros, piscívoros o hematófagos. Por este motivo, coloqué en dos noches consecutivas una red japonesa para atrapar murciélagos: la primera ocasión en posición paralela a la costa de la Ensenada de Binner, cerca de la Bahía Cornwallis; y en la segunda noche la situé perpendicular a los vientos del sur, al oriente del llamado Lago Luna o Lago Escondido en la Meseta Range.

Una noche (18 de enero) me pasé en vigilia en un campamento levantado en el aeropuerto en construcción al este del Lago Escondido, para tratar de aclarar las sospechas que otro miembro de la Expedición (el Ing. Cañón Amaro) tenía acerca de la presencia de murciélagos en el agua. Una gran hoguera y las redes japonesas, constituían mis elementos de trabajo. Como se ha dicho en otra parte, pude comprobar que lo que creó la sospecha de la presencia de murciélagos, fueron los gritos y el vuelo de aves acuáticas [*Heteroscelus incanum* (Gmelin)], atraídas por la luz de la hoguera. Por lo tanto no me atrevería a negar terminantemente la existencia de mamíferos silvestres en Socorro, pero buscándolos hasta donde hu-

manamente me fué permitido, tengo que afirmar que no los encontré.

Es posible, que los murciélagos, en determinadas épocas del año toquen la isla durante sus desplazamientos migratorios, pero los actuales habitantes de la isla, que cumplieron un año de estancia permanente precisamente en los días de nuestra visita, aseguran que jamás los han visto.

En las cercanías de la zona boscosa, se han quedado a dormir miembros de expediciones científicas americanas. Antes que nosotros, visitaron la isla con fines de investigación, botánicos de la Universidad de California que durmieron bajo la protección, solamente, de las ramas de un frondoso amate. Al parecer no sospecharon siquiera la presencia de ningún vampiro. Por otra parte, los tres burros y el caballo que constituyen la remonta de la guarnición naval, pacen libremente por doquiera y es extraordinariamente extraño que no hayan sido víctimas de los vampiros, a pesar de que no hay otros vertebrados, aparte de los borregos, que les proporcionen alimento.

En el terreno especulativo se puede pensar que esta carencia de mamíferos se debe a la lejanía de la isla de la tierra firme. Por lo que respecta a mamíferos terrestres, no han podido invadirla cruzando a nado o flotando la enorme distancia. Los murciélagos, aun cuando provistos del poder de vuelo, carecen de la potencia sostenida del ala de las aves. Sabemos ahora que los murciélagos de la especie *Tadarida b. mexicana* cubren en sus desplazamientos distancias superiores a los 2000 km., sólo que en etapas más bien cortas, que en la travesía sobre el océano es muy improbable realizar.

También busqué con cuidado restos óseos de mamíferos en los excrementos de lechuzas que encontré bajo las frondas y entre las raíces aéreas de un amate cerca de la bahía de desembarque. Sólo hallé fragmentos del cuerpo y artejos de patas de cangrejos.

Colocando mi línea de trampas para micromamíferos a lo largo de la carretera hacia el Pico Everman, alguna vez encontré excrementos que me parecieron de comadreja (*Mustela*); busqué en torno, con persistencia, pero no tuve comprobación más convincente.

Por cuanto a mamíferos domesticados por el hombre, aparte de los tres burros y el caballo llevados recientemente, sábase que en 1865 el hijo del ornitólogo y coronel del ejército norteamericano, Andrew J. Grayson, llevó por primera vez (*La Naturaleza*, 4: 252, 1879) un par de cerdos que perecieron algunos años después.

En 1869 John Smith, en compañía de australianos y canadienses, autorizados por el gobierno de Colima, llevaron a Socorro 100 carneros y 25 cabezas de ganado vacuno. Este último desapareció en poco tiempo; los borregos, en cambio, aunque sufrieron las consecuencias de los períodos de sequía durante los primeros años, se adaptaron después y se multiplicaron rápidamente. Se afirma que

en las dos grandes guerras que ha sufrido el mundo, se han obtenido subrepticamente por extranjeros, grandes cantidades de lana, pieles, carne y aun carneros vivos transportados en lanchones. Aún se pueden ver en la isla, los postes de hierro y la tela de alambre usada para construir cercados-trampa. En la Bahía Grayson se encuentran tirados dos rollos de tela de alambre no utilizada y hasta unas banderolas se ven flotando todavía en los postes plantados en líneas convergentes hacia la bahía de desembarque. En el sureste de la isla, nosotros pudimos ver, en manadas de 10, 20 o más borregos, una población que calculamos en 5000 individuos más o menos.

En 1933, una Expedición de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, llevó otros mamíferos domésticos: un venado y dos venadas, además de seis gallinas y dos gallos.

Ninguna huella de estos se han podido encontrar después. Evidentemente han sucumbido debido más que nada a la carencia de agua dulce.

En las cercanías del campamento, no hay ratas o ratones a la fecha. Es una fortuna que aún no se hayan establecido estas indeseables criaturas en la isla, debido, quizá a que los barcos de gran calado quedan fondeados a buena distancia de la costa.

RECOMENDACIONES.

El Comandante de la Guarnición de la Isla, Capitán de Corbeta Donaciano Hernández, ha tenido el buen juicio de no introducir ningún otro animal después de un año de estancia a pesar de que quien esto escribe, oyó que se le han hecho ofertas de pies de cría de conejos y venados. Tiene buen cuidado de no permitir la caza de borregos más que en casos estrictamente justificados y cuando es así, sólo se dispone de los machos viejos. Desde luego, sería ideal que ésta y las disposiciones terminantes relacionadas con la protección y cuidado de las aves, fueran conducta invariable entre los hombres que temporal o permanentemente lleguen a la isla.

Es posible que tomando en consideración que el hombre, como el archipredador por excelencia, ha perturbado con su presencia el balance ecológico de la isla, haya necesidad de modificar la población faunística actual en alguna forma, quizá introduciendo algunas especies deseables desde el punto de vista económico o restringiendo otras de las ya establecidas. Mi punto de vista al respecto es que para ello, se de especial atención al factor "capacidad alimenticia" de la isla en primer término y luego, al de la competencia con las ya establecidas por procesos naturales.

Si se logra aprovechar el suelo susceptible de cultivo, tal vez fuera recomendable tratar de adaptar alguna clase de codornices y tal vez faisanes chinos de la especie *Phasianus colchicus*. Desde luego, siempre sería recomendable oír el consejo técnico de quienes entienden de estos asuntos y no proceder sin la cordura necesaria.

X

OBSERVACIONES SOBRE LOS

ARTROPODOS

por Leonila Vázquez G.

EN GENERAL PODEMOS DECIR que la fauna entomológica de cualquier isla es bastante pobre en especies, y más aún tratándose en particular sobre la expedición que se hizo a la Isla Socorro en esta ocasión, por haberse efectuado en la época del invierno, que es la menos favorable para encontrar a muchas de las especies de insectos en la etapa más avanzada de su desarrollo.

Los expedicionarios estuvieron en la Isla Socorro del 14 al 23 de enero de 1958, y las observaciones en el campo y la colecta del material fueron hechas por el Técnico de la Sección de Entomología, Sr. Gonzalo Pérez Higareda, ayudado por un alumno aventajado de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad, Rafael Lamotte.

La zona explorada abarcó parte del sureste de la isla, por lo tanto y por las circunstancias dichas, la exposición que se hace a continuación de las especies entomológicas, se refiere sólo a una pequeña parte de lo que posiblemente se encuentre en este sitio y en otros de la misma isla, así como en diferentes épocas del año.

El recorrido que se hizo fué tomando en cuenta los lugares accesibles para la colecta diaria. En primer lugar, se instaló el campamento en la playa de la Bahía Vargas Lozano, en la parte sur de la isla. Se hicieron recorridos hacia el Sector Naval, al Lago Luna, en las cercanías del Monte Everman en un lugar llamado "el bosque", hacia el Cabo Pearse y a un "aguaje" cercano al Lago Luna.

Las colectas se efectuaron diariamente en dos turnos, por las mañanas hasta las primeras horas de la tarde y por la noche hasta poco antes del amanecer.

El estudio del material obtenido fué hecho por los especialistas entomólogos del Instituto de Biología. Los órdenes Orthoptera, Odonata y Neuróptera por el Sr. Carlos Márquez M.; los órdenes Hemóptera y Coleóptera el Sr. Federico Islas S. y los órdenes Scorpionida, Chilopoda y Lepidóptera por la autora de estas notas. Además, colaboraron dos personas, la Sra. Ana Hoffmann de Sandoval, del Instituto Politécnico Nacional y la Sra. Ana María de Buen de Biagi, antigua compañera nuestra. Agradecemos a estas personas su amable y efectiva colaboración.

Se sabe de expediciones hechas a la isla en ocasiones anteriores por nacionales y extranjeros que abundan en ella los alacranes y por los datos que se dan en algunas de las relaciones publicadas, se pensó que se trataba posiblemente de la especie *Centruroides exilicauda* Wood, como lo hacen notar en su Memoria los expedicionarios de la Universidad de Guadalajara. Sin embargo, por los ejemplares colectados en esta ocasión, sabemos que se trata de la subespecie *Vejovis mexicanus decipiens* Hoffm. que vive en el norte de la República y que desde el punto de vista de su importancia médica, no

es de ninguna manera un alacrán peligroso por su veneno. La especie *Vejovis mexicanus* a la cual pertenece dicha subespecie, tiene una distribución muy amplia en toda la República y se extiende desde el Río Bravo hasta el Estado de Guerrero, desde tierra caliente hasta alturas de 2,800 metros sobre el nivel del mar (según Hoffmann).

El material colectado en la Isla Socorro, incluye adultos muy grandes de color café oscuro, casi negro en las hembras, [Fig. 1] e individuos jóvenes de color más claro, sobre todo los más pequeños.

Muchos de los ejemplares fueron recogidos debajo de las piedras en los sitios escogidos para las colectas diarias y otros se encontraron en el campamento escondidos en el equipo de trabajo o personal de los expedicionarios, uno de ellos fué transportado vivo a la ciudad de México en el equipaje de los miembros de la Sección de Entomología, siendo ésta una manera muy fácil y segura para ellos de llegar a otros lugares. No obstante que se encuentran en grandes cantidades en la isla, ninguno de los miembros de la expedición fué picado por estos arácnidos y además, se supo por boca de los residentes, que el piquete no causa la muerte, como es lógico suponer ya que no se trata del género *Centruroides* que es el género peligroso de la República Mexicana.

Otro de los Arácnidos que se encontró con cierta abundancia y que tiene importancia por las molestias que causan sus piquetes, fué el ácaro llamado "tlalzahuatl" (del náhuatl, —*tlalli*, tierra y *ahuatl*, espina), *Trombicula (Eutrombicula) alfredugesi* Oud., [Fig.2] clasificado por la Sra. Ana Hoffmann de Sandoval. La larva vive como parásita de vertebrados pequeños como conejos, algunas aves y sobre todo reptiles como víboras y lagartijas. En la Isla Socorro fueron encontradas en la lagartija *Urosaurus auriculatus* (Cope), la cual abunda mucho en esos lugares. Este "tlalzahuatl" vive como ectoparásito en las partes del cuerpo donde se forman pliegues, en las lagartijas sobre todo en el cuello, en donde la gran cantidad de animalitos forma una especie de collar de color rojo. El hombre es fácilmente atacado por ellos y se introducen bajo la piel por medio de sus partes bucales causando serias dermatitis que producen una comezón intolerable y en los casos en que la infestación es grande, ocasionan fiebres muy altas. En algunos lugares calientes de la República se les ha observado en grandes cantidades al principio de las lluvias.

Los adultos no son parásitos y se alimentan de substancia orgánica vegetal en descomposición, viven sobre la superficie húmeda del suelo, de preferencia en el humus donde hay vegetación silvestre o en las zarzas.

Como otros Artrópodos de importancia se encontraron también con cierta abundancia los llamados comúnmente "cien pies" de los que se colectó la especie *Scolopendra tenuitarsis* Pocock [Fig. 3].

Las escolopendras son en general artrópodos de una gran agilidad en sus movimientos, algunas de ellas muy grandes y fuertes, viven bajo las piedras, pero como son de hábitos nocturnos, suelen dar sorpresas poco agradables cuando se encuentran fuera de sus refugios, pues son un tanto peligrosas por las mordidas que dan con un par de ganchos muy agudos y resistentes que tienen comunicación con un par de glándulas venenosas colocadas en el interior del primer par de patas a las cuales corresponden, estos ganchos se llaman "forcípulas". En México existen en muchos lugares de la República, pero por lo que sabemos su piquete o mordedura no es mortal, sólo es muy doloroso y la parte afectada se inflama.

Del grupo de los insectos se recogieron ejemplares de algunos de los Ordenes. Del orden Orthoptera se obtuvieron ejemplares de algunas familias, como la familia *Blattidae* o sean las llamadas "cucarachas" una especie del género *Latiblatella*. De la familia *Acrididae* o "chapulines", las subespecies *Trimerotropis pallidipennis pallidipennis* (Burm.) y la *Schistocerca vaga vaga* (Scudder) [Fig. 4]. De la familia *Tettigoniidae* o sea de los ortópteros verdes que se confunden con hojas tiernas, la especie *Neoconocephalus maxillosus* (Fabr.) [Fig. 5]. De la familia de los "grillos" o *Gryllidae*, *Gryllus assimilis* (Fabr.) [Fig. 6], la especie *Oecanthus varicornis* Walker y la especie *Cycloptilum erraticum* Scudder.

Del orden Odonata, comúnmente llamados "libélulas," o "caballitos del diablo", se encontró la especie *Pantala flavescens* (Fabr.) de la familia *Libellulidae*.

Del orden Neuroptera de la familia *Chrysopidae*, una especie del género *Chrysopa*.

En general se puede decir que la mayoría de las especies colectadas de los órdenes anteriores, corresponden a las que tienen una amplia distribución en el Continente Americano, principalmente a la altura de la Isla Socorro, perteneciendo a la fauna neotropical, aunque algunas de ellas abarcan en su distribución hasta la Patagonia. Tratándose de los Ortópteros, ninguna de las especies constituyen seguramente un peligro para cultivos futuros en la isla ya que no existe entre los ejemplares examinados alguno que pueda indicarse como plaga de una o varias plantas. Sin embargo, se sabe de algunas especies del género *Oecanthus* que causan daños a los árboles y arbustos cuyos troncos perforan depositando en cada agujerito un huevecillo. Estos orificios son una entrada segura de bacterias y otros organismos que les producen enfermedades.

Con respecto a otros órdenes de insectos como el de los Hemiptera comúnmente llamados "chinchas", se encontraron representantes de sólo dos familias, una especie de la familia *Nabidae*, género *Nabis* de la que se sabe que son carnívoras y se alimentan de otros insectos que constituyen plagas y que por esto se la puede considerar

como un factor importante para el control biológico de alguna determinada plaga de insectos. Las otras chinches colectadas pertenecen a la familia *Pentatomidae*, muy numerosa en especies y que la mayor parte se alimentan de vegetales; algunas de ellas son de colores muy llamativos y la mayoría tienen la propiedad de emitir un olor nauseabundo causado por la secreción de un líquido que sale a través de dos aberturas ventrales una a cada lado del metasternum.

Del orden Coleóptera se encontraron especies de interés económico. De la familia *Bostrichidae* dos especies muy importantes porque además de que existen en la isla en grandes cantidades, son barrenadores de la madera seca por lo general, y a veces atacan también la madera fresca. Los excursionistas tuvieron dificultades con estos coleópteros porque muy frecuentemente se les encontraba dentro del pan que llevaron para su alimentación. Se trata de dos especies, *Sinoxylon* sp. [Fig. 7] y la especie *Apate punctipennis* Lec. [Fig. 8]. Se encontraron también coleópteros de otras cuatro familias: *Cerambycidae*, *Cicindelidae*, *Trogidae* y *Tenebrionidae*, de las cuales las dos primeras son las más importantes porque los Cerambícidos atacan madera viva perforándola y su erradicación con los insecticidas es difícil ya que viven dentro de los troncos durante todo su desarrollo y sólo salen de él en estado adulto cuando han destruido gran parte de los árboles con las galerías que forman en su interior. Los de la familia *Cicindelidae* son carnívoros y atacan a otros insectos, viven sobre todo en las playas arenosas; de esta familia se colectó la especie *Cicindela tortuosa* Dej. [Fig. 9]. Los de la familia *Trogidae* son escarabajos saprófagos de poca importancia económica. Los Tenebriónidos son rizófagos o granívoros, pero también de poca importancia económica, la especie encontrada fué *Phaleria insularis* Champ.

Del orden de las mariposas o Lepidóptera que en muchos lugares de la República abundan en cantidad y hermosura por sus vivos colores, cabe decir que volaban muy pocas, pues como ya dijimos antes, ni la época ni el tipo de lugar se prestaban para que las hubiera en gran número. Sin embargo, es importante hacer notar que se capturaron ejemplares de dos subespecies de nocturnas de la familia *Sphingidae*, una de ellas nueva para la ciencia y cuya descripción se hizo para su publicación en los Anales del Instituto de Biología Tomo XXIX, 1959, la subespecie lleva el nombre de *Perigonia lusca continua* Vázq. [Fig. 10]. La otra subespecie ya había sido colectada por miembros de la expedición The Templeton Crocker Expedition of the California Academy of Sciences en 1932, se trata de *Erinnyis obscura socorroensis* Clark. Entre las mariposas diurnas se colectaron ejemplares de una *Lycaenidae*, *Thecla columella socorroica* Vázq., descrita como subespecie nueva en el Tomo XXVIII, 1958 de los Anales del Instituto de Biología, que formaba

parte de un lote enviado al Instituto para su estudio y clasificación y que fué colectado en la Isla Socorro por miembros de la Universidad de California en el año de 1955.

El orden de insectos de los Dípteros es siempre de importancia en cualquier lugar, pues no obstante que los encontrados en la isla no son transmisores de enfermedades como el paludismo, fiebre amarilla, oncocercosis etc., sin embargo suelen ser muy molestos por el piquete como en el caso de los mosquitos cuyas hembras son hematófagas y siempre atacan al hombre; o como en el caso de las moscas que se posan en los alimentos. Las especies tratadas a continuación, fueron clasificadas por la Sra. Ana María de Buen de Biagi.

No obstante que en la isla no existen realmente depósitos de agua, el terreno rocoso de lava forma en algunos lugares pequeños huecos que se llenan temporalmente del agua de las lluvias que son frecuentes, y que de esta manera son sitios ideales para la procreación de determinadas especies. O también, las costas ofrecen condiciones favorables para el desarrollo de algunas especies como *Aedes* [*Ochlerotatus taeniorhynchus* (Wied.)] [Fig. 11], un mosquito perteneciente a la familia *Culicidae*. En la Memoria escrita de la expedición hecha por miembros de la Universidad de Guadalajara, se habla de un "zancudo" que era muy molesto por las noches, posiblemente se refieran a esta especie. Este mosquito se encontró en grandes cantidades, y las hembras atacan al hombre ávidamente, se posan sobre cualquier parte del cuerpo cubierto o no por las ropas que son atravesadas fácilmente por los estiletes de sus partes bucales, los cuales son largos y poderosos y llegan a la piel donde penetran muy rápidamente; su picadura es dolorosa. Esta especie es costera y su distribución es muy amplia en América, por el lado del Atlántico se le encuentra desde los Estados Unidos hasta Río de Janeiro, Brasil; en la región costera del Pacífico desde Estados Unidos hasta Perú (Lane). Las hembras pueden recorrer distancias hasta de 45 km. para buscar su alimentación y regresar a la costa a depositar sus huevecillos (Vargas).

Su desarrollo es muy rápido, de 12 a 15 días; las larvas viven en grupos muy densos en aguas claras, sin corriente, a veces salobres y desprovistas de vegetación y en ocasiones en aguas relativamente dulces. Por su desarrollo tan rápido se crían fácilmente en charcos temporales producidos por las lluvias.

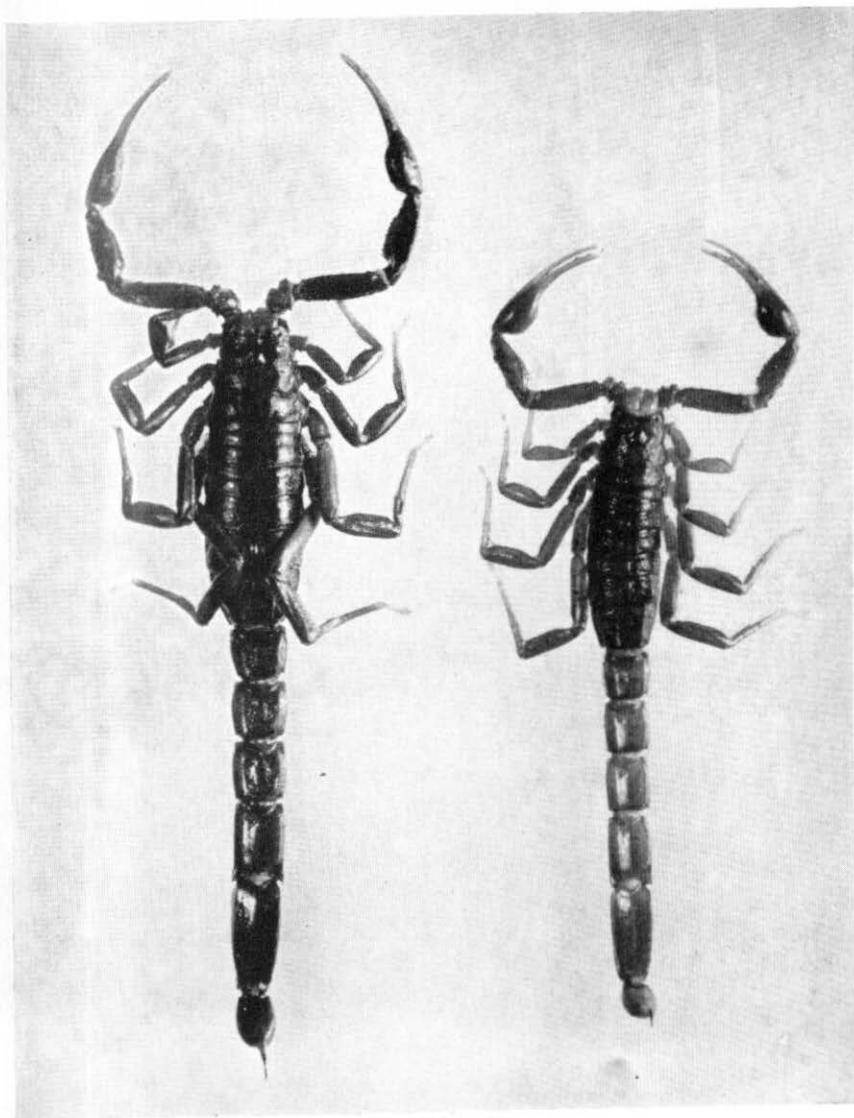
Además del *Culicido* citado se encontraron otros mosquitos pequeños de la familia *Mycetophilidae*, cuyos adultos viven en lugares húmedos volando alrededor de madera podrida, humus húmedo o rocas mohosas y que prefieren los lugares oscuros. Por lo general son de tamaño pequeño, sólo algunas especies son grandes. Se en-

cuentran en diferentes habitats aunque algunas especies los tienen restringidos. Su distribución geográfica es extensa y se les encuentra durante casi todo el año y en grandes cantidades. Las larvas se desarrollan en un medio húmedo, ya sea madera, hongos, etc. y probablemente se alimenten de estos últimos, aunque de algunas especies se sabe que lo hacen de raíces y tallos.

Dentro del tipo de las llamadas "moscas" se encontraron representantes de la familia *Calliphoridae*, unas azul metálico o "moscas azules" como se les llama vulgarmente y que pertenecen a la subfamilia *Calliphorinae* [Fig. 12] y otras moscas más grandes de la subfamilia *Sarcophaginae*, probablemente del género *Sarcophaga* [Fig. 13]. Las primeras tienen en la Isla Socorro una gran importancia por encontrárseles en grandes cantidades volando sobre los alimentos y sobre todo en los desperdicios de pescado u otros animales marinos que el oleaje deposita en las playas. La razón por la que se les encuentra en estos sitios es muy sencilla pues la hembra deposita los huevecillos en materia orgánica de origen animal en descomposición, prefiriendo en el caso presente los desperdicios de peces u otros animales marinos; de los huevecillos salen las larvas que en seguida comienzan a alimentarse, y si se trata de pescado que se utiliza para la alimentación, y que ha sido expuesto durante algún tiempo antes de cocinarlo, aunque aparentemente se ve bien, queda incomible. Sin embargo de todo esto, existe naturalmente en la región, un animal que actúa como control biológico de dichas moscas azules, se trata de la lagartija citada anteriormente *Urosaurus auriculatus* (Cope) que las engulle en grandes cantidades y que como ya se hizo saber, es parasitada por el ácaro llamado "tlalzahuete".

Sobre las moscas del género *Sarcophaga* se sabe que son dípteros vivíparos cuyas hembras depositan sobre langostas, chapulines y otros acrídidos, pequeñas larvas recién salidas del huevecillo las cuales se introducen rápidamente en el interior del cuerpo del huésped y destruyen con cierta rapidez los órganos internos del acrídido provocando así una muerte violenta. La larva una vez desarrollada sale del acrídido y cae sobre la tierra donde forma su pupa la cual tiene el aspecto de un "tonelito", emergiendo de él posteriormente el adulto. Por esto las moscas del género *Sarcophaga* son importantes como control biológico de algunos acrídidos como la langosta y otros chapulines.

Como corolario de estas notas hay que agregar que para un mejor conocimiento de la fauna entomológica de la Isla Socorro sería necesario continuar con las colectas y observaciones del material de estudio en diferentes épocas del año.



a

b

FIGURA 1 / a) hembra; b) macho de *Vejovis mexicanus decipiens* Hoffm.

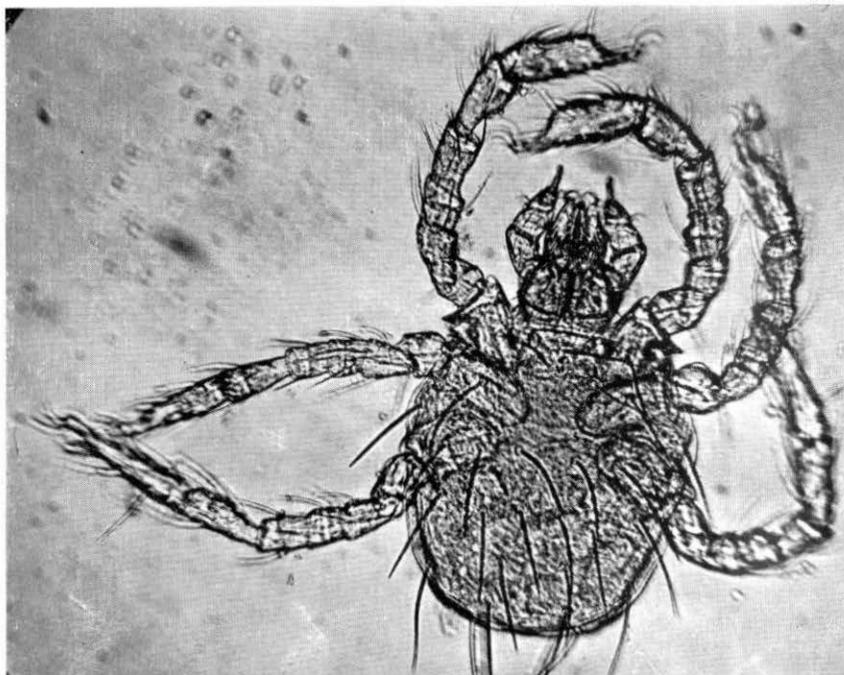


FIGURA 2 / "tlalzahuate" *Trombicula (Eutrombicula) alfredugesi* Oud.

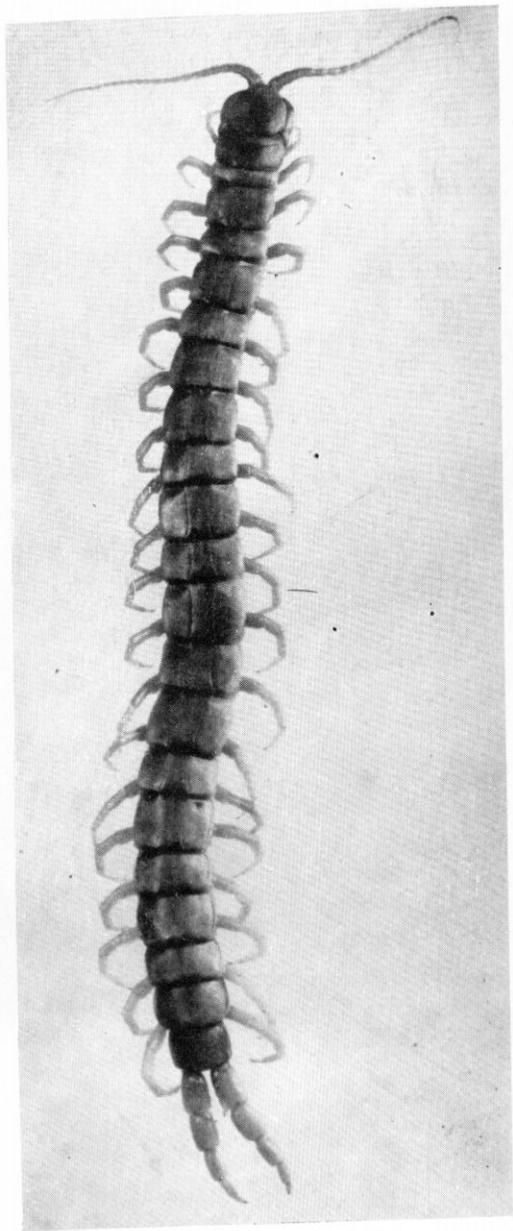


FIGURA 3 / *Scolopendra tenuitarsis* Pocock

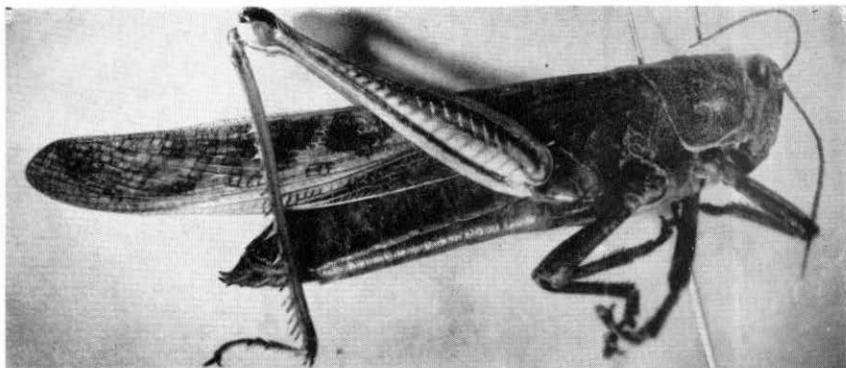


FIGURA 4 / *Schistocerca vaga vaga* (Scudder)

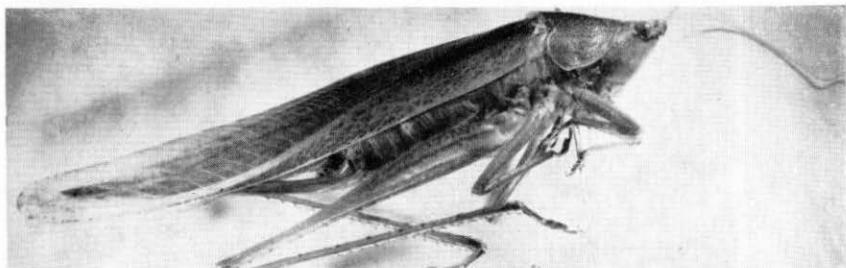


FIGURA 5 / *Neoconocephalus maxillosus* (Fabr.)

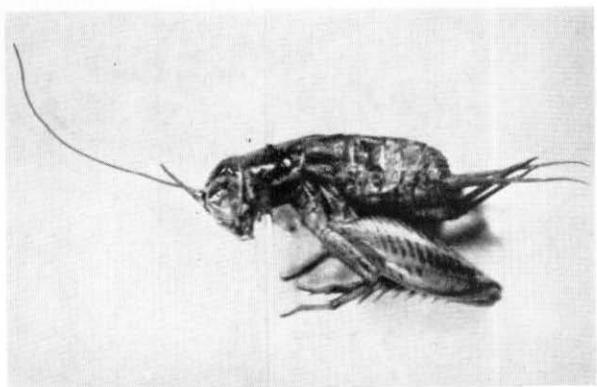


FIGURA 6 / *Gryllus assimilis* (Fabr.)

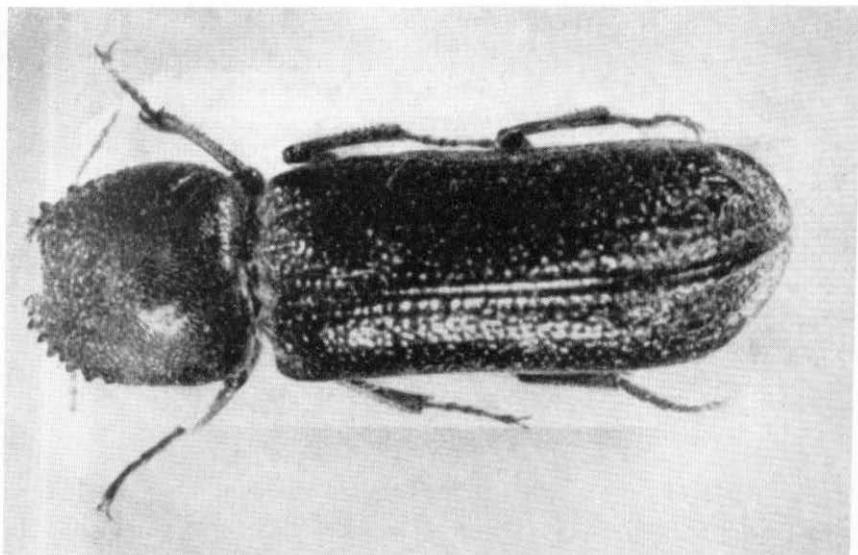


FIGURA 7 / *Sinoxylon* sp.

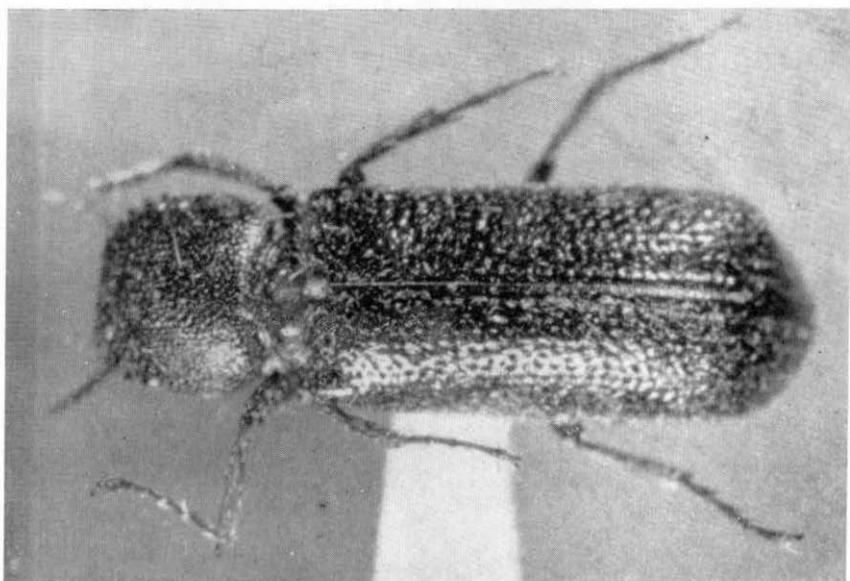


FIGURA 8 / *Apate punctipennis* Lec.

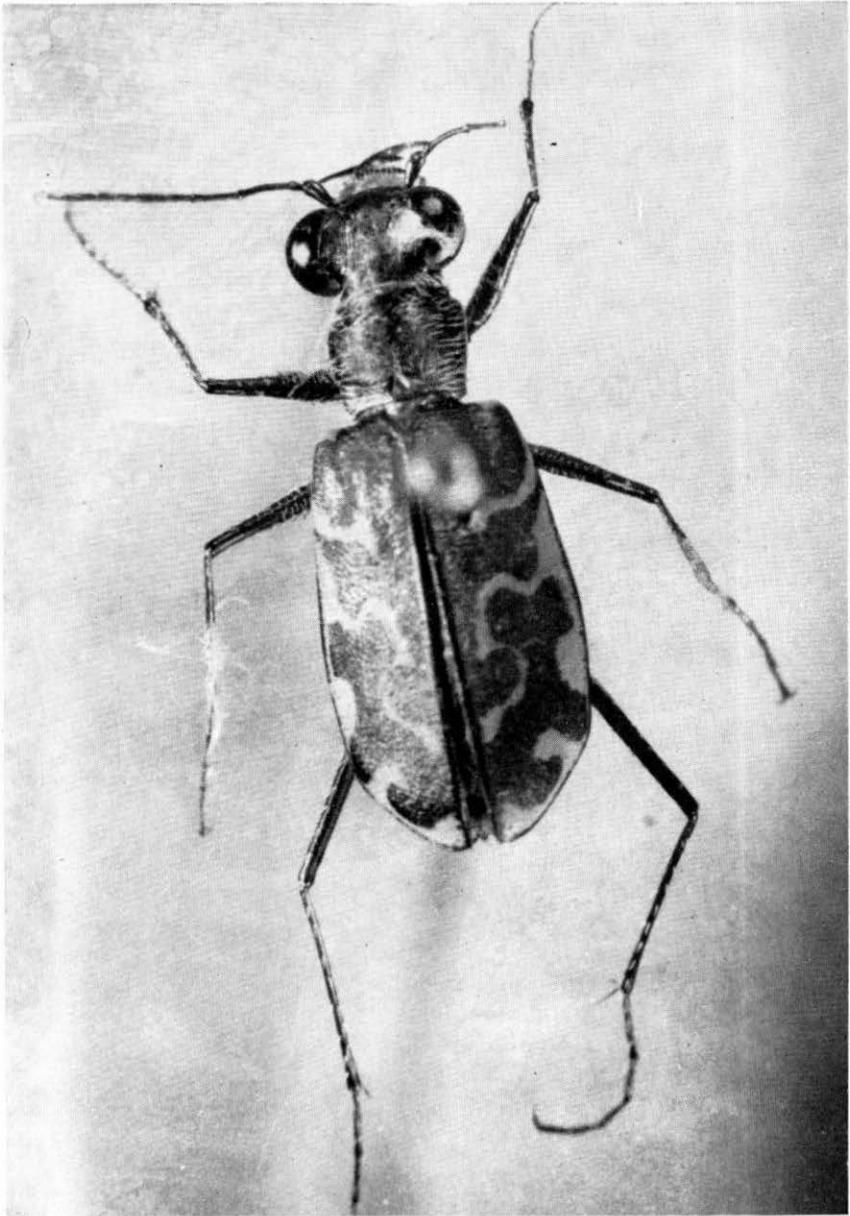


FIGURA 9 / *Cicindela tortuosa* Dej.

FIGURA 10 / *Perigonia
lusca continua*
(Vázq.) (macho).

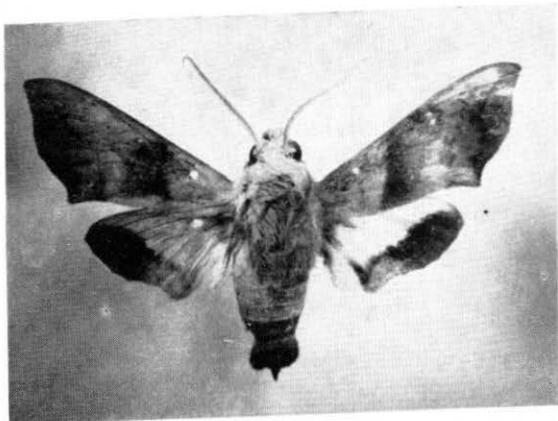


FIGURA 11 / *Aedes
(Ochlerotatus) taeniorhynchus* (Wied.)
(hembra.)



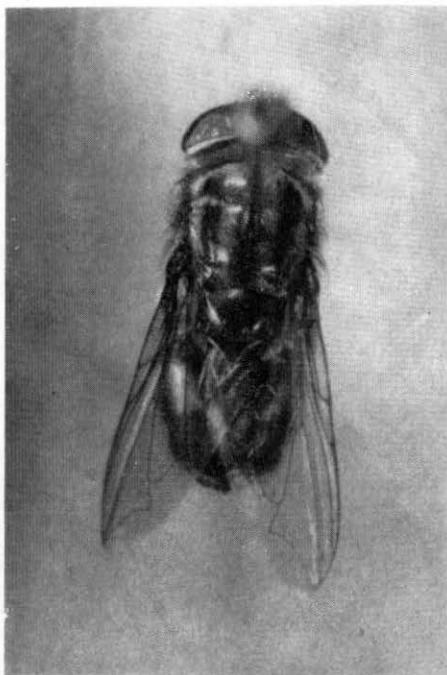


FIGURA 12 / "mosca azul" de la subfamilia *Calliphorinae*.

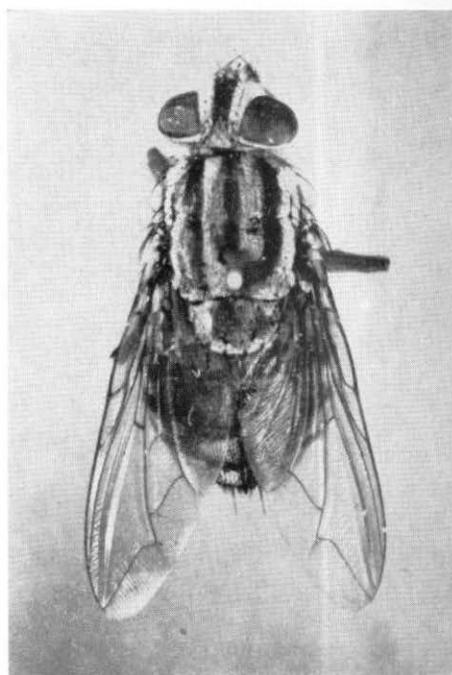


FIGURA 13 / *Carcophaga* sp.

BIBLIOGRAFIA

- Bates, H. W.
1879-86 *Coleóptera*. Vol. V. *Biología Centrali-Americana*
-
- 1881-84 *Coleóptera*. Vol. V. *Biología Centrali-Americana*
- Blackwelder, Richard E.
1944 *Check-list of the Coleopterus Insects of Mexico*
Part. 1-5. United States National Museum
- Brues and Melander
1932 "Classification of Insects" *Bul. Mus. Comp. Zool.*
Vol. LXXIII. Cambridge, Mass.
- Carpenter, S. J. and W. W. Middlekauf
1944 "Island records of Salt-Marsh mosquito". *Journ. Econ. Ent.*; 37 (1)
- Curran, C. H.
1934 *The families and genera of North American Diptera*
The Ballou Press, N. Y., 512 pp.
- Del Ponte, E. y M. P. Castro
1951 "Aedes y Psorophora (Dip. Culicidae) hallados en un
barco extranjero en el Puerto de la Plata (Prov. de Buenos Aires)" *Physis, Rev. de la As. Arg. de C. Nat.*; XX;
(58).
- Floch, H. et E. Abonnene
1945 Les "Moustiques de la Guadeloupe (II). Les genres Megarhinus, Aedes, Culex, Deino cerites, Mansonia et Weyomyia"
Inst. Pasteur de la Guayane et du territoire de l'Inini
Publ. No. 110
- Gorham, H. S.
1880-86 *Coleóptera* Vol. III *Biología Centrali-Americana*.
- Hoffmann, C. C.
1931 "Estudios acerca de los Alacranes Mexicanos" (primera
parte) *An. Inst. Biol.* T. II; N° 4
-
- 1934 "Contribución al conocimiento del Paludismo en la Península de Yucatán". *Bol. Inst. Hig.*; II; (1).
- Lane, J.
1953 *Neotropical Culicidae*
Univ. São Paulo Brasil, 1112 pp.
- Matheson, R.
1944 *A handbook of the Mosquitoes of North America*
Comstock Publ. Co. N. Y. 314 pp.

- Medina G., Manuel
1957 "Memoria de la Expedición Científica a las Islas Revilla-
gigedo"
México.
- Saussure, H. de, Dr. Leo Zehntner and A. Picter
1893-99 *Orthoptera*. Vol. I. *Biología Centrali-Americana*
- Smart, J.
1956 Fam. Calliphoridae, "Insects of Medical Importance"
British Museum London 303 pp.
- Vargas, L.
1948 "Bionomía del género Aedes. Notas sobre los Aedes Me-
xicanos". *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* IX; (1-2)
- Vázquez, G. L.
1958 "Notas sobre Lepidópteros de las Islas Revillagigedo. I"
An. Inst. Biol. T. XXVIII; Nos. 1 y 2
-
- 1959 "Notas sobre Lepidópteros de las Islas Revillagigedo II"
An. Inst. Biol. T. XXIX; Nos. 1 y 2
- Zimmerman, E. C.
1948 "Heteroptera". Vol. III; *Insecta of Hawaii*

Esta monografía

SE TERMINO DE IMPRIMIR
EL DIA 10 DE JUNIO DE 1960

EN LOS

TALLERES GRAFICOS DE
LIBRERIA MADERO, S. A.,

ESTUVO AL CUIDADO DE JOSE L. LORENZO

DISEÑO LA EDICION VICENTE ROJO

