

N O T I C I A S D E G A L A P A G O S

G A L A P A G O S N E W S

N O U V E L L E S D E S G A L A P A G O S

Publicado por

la

FUNDACION CHARLES DARWIN PARA LAS ISLAS GALAPAGOS

Creado bajo los auspicios de la UNESCO.

Con ayuda economica de la Organizacion de las Naciones Unidas
para la Educacion, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

NOTICIAS DE GALAPAGOS N°21

SOMMAIRE

C. BONIFAZ J. - "Editorial"	3
F.J. SWANSON, H.W. BAITIS, W.N. COPELAND, J. LEXA, L.H. PIKE and D.D. WEBER - Geology, Plant Ecology, and Seismology studies of the 1971 University of Oregon Galápagos Expedition.	8
P. DE PAEPE and G. STOOPS - A Review of the Geological and Pedological Studies of the Belgian Scientific Mission to the Galápagos Islands 1962.	14
J.W. HEDGPETH - El Niño : 1972.	19
J. GORDILLO - Datos Acerca de los Flamencos de las Islas Galápagos.	21
G.K. ARP - The Galápagos Opuntia : Another Interpretation.	33
NEWS FROM THE CHARLES DARWIN RESEARCH STATION, GALAPAGOS Conservation and Scientific Report - July 1972.	38
NECROLOGIE - David LACK (1910-1973).	42
COMPOSITION DU CONSEIL EXECUTIF - Art. 2 des Statuts de la Fondation Charles Darwin.	43

" EDITORIAL "

Fuí amablemente invitado por el Doctor Peter Kramer, Director de la Estación de Biología "Charles Darwin" para sustentar una conferencia a los señores profesores del Archipiélago durante el IV Cursillo sobre protección, a fines de Julio. Por otra parte y en esos mismos días de Junio, la prensa quiteña publicó la delimitación y entrega realizada por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), de la parte alta del Parque Nacional de Santa Cruz, a sus personeros, funcionarios de la Dirección Forestal.

Ante esos dos hechos creí de mi obligación recorrer, en parte siquiera dicha delimitación salvadora para el bosque de scalesias y ofrecí leer mi trabajo : "Historia del Parque Nacional : Islas Galápagos", solicitado por el Comité Organizador de la IV Jornadas Latinoamericanas de Parques Nacionales y expuesto durante el evento que se realizó en Medellín, Colombia, en Octubre de 1971, con el fin de que el cuerpo docente del Archipiélago conociera las varias leyes y hechos que culminaron en la creación efectiva del existente parque.

Acepté pues la amable invitación, pensando que me daría la ocasión de exponer claramente el rol asesor de la Fundación, el técnico de la Estación y la responsabilidad exclusivamente ecuatoriana de conservar en condiciones óptimas el parque. Esta se ejerce por intermedio de las autoridades y miembros del parque, residentes en Santa Cruz, explicando claramente que el Ecuador tiene fé en el patriotismo de los habitantes del Archipiélago para que ellos ayuden a conservar ese tesoro mundial y comprendan la necesidad de las delimitaciones obligatorias entre zonas de reservas y otras de posibles colonizaciones, como la que acababa de realizar el IERAC con pleno conocimiento de su responsabilidad en la materia.

Salí por avión en cumplimiento de esos deberes el 28 de Julio. El día siguiente partimos un grupo de profesores, el Doctor Federico Meden y yo hacia la Caseta, refugio en medio del bosque de scalesias de la parte alta de Santa Cruz. El día 30 recorrimos el parque hasta el cerrito del CHATO, regresando el 31 a la Estación.

Durante esos tres días pude observar la perfecta delimitación del Parque con varias propiedades, con una buena alambrada de púa, sea separando los cortijos de ganado de carne comiendo en potreros de pasto elefante, sea separando viejas plataneras que van a transformar en pastizales. Naturalmente de ambas zonas había desaparecido el bosque nativo de scalesias quedando algunos guayabos aislados. Notamos el Dr. Meden y yo una planta espinosa, rastrera y trepadora

sobre los guayabos o los antiguos plátanos, sumamente fuerte e invasora, cuya lozanía y vigor hace temer por la supervivencia de cualquier otra especie vegetal. El nombre local es MORA CAESALPINAE, SP y no nos pudieron dar razón si era nativa o introducida. Lo aterrador es que las manchas se extienden por centenares de metros de longitud, cubriendo las rocas de lava casi sin descomposición, luciendo una envidiable lozanía, pese a que estábamos al final de la estación seca, pues justamente cayeron las primeras garúas de la época lluviosa. Observé la no presencia de la mora, bajo el escaso bosque de scalesias al llegar a la caseta. Pregunté si la sombra o la humedad debajo del bosque era perjudicial a la mora y nuestro guía, el señor Julio San Miguel, guardián del parque nacional, me indicó que sólo al desmontar el bosque invade la mora y que efectivamente dicha planta no prosperaba bien bajo sombra, a pesar de que se trepaba y envolvía a los guayabos, al límite del bosque y que ya en algunas ocasiones le había visto ahogar y hasta llegar a tumbar a guayabos relativamente poco corpulentos. Relato también la observación del colono Kastalden, hijo de noruego, quien asegura que rozar la moral al final de la estación seca para quemarla, justo antes de las primeras garúas es quizás la mejor manera de erradicarla, pues el scalesias nace de modo espontáneo y crece rapidísimo llegando a cuatro metros de altura a los cuatro años. Y, bajo dicha sombra y humedad, la mora generalmente no nace, pues su posible retoño se demora meses y generalmente muere bajo la ya intensa sombra dada por el scalesia. El gran inconveniente es el inmenso costo de la roza, pues, por la naturaleza del terreno, debe ser hecha a mano a un costo prohibitivo, dada las extensiones hoy cubiertas por la nefasta planta. Naturalmente dicha planta no es consumida por ningún animal y ni siquiera el pasto elefante resiste a su invasión. Rogué al señor San Miguel realizar algunas experimentaciones, en pequeña escala de la observación del señor Kastalden, porque pensé que quizás utilizando unos potentes herbicidas para amortiguar la mora al punto de poder incendiarla, al tiempo oportuno y sembrando semillas de scalesias, se podría eventualmente erradicar la mora y restablecer el bosque nativo, bajo cuya sombra y humedad han vivido a sus anchas los galápagos de nuestras islas.

Otra observación curiosa fué el encuentro frecuente con pares de lechuzas, paradas sobre los postes de la alambrada, mirándonos, sin miedo, dejándonos acercar hasta unos diez metros. Alguna que otra trató de cazar, probablemente unas ratas, escondidas en medio de la vegetación. Una especialmente espiaba un pollito cerca de una casita de Santa Rosa. Al acercarse el grupo humano, voló en círculo hasta posarse sobre un papayo para no perder de vista su posible presa. Lo impresionante era los inmensos ojos redondos mirándonos en pleno día, sin pestañar, bajo el luminoso sol tropical. Y emprendían su vuelo, suave y silencioso, recordando los mitos y leyendas de sus congéneres del continente sudamericano.

La carretera en construcción desde Puerto Ayora, hasta Santa Rosa, a unos veinte kilómetros pasa por Bellavista y es ya carrozable hasta esa población.

Va a ser de mucha utilidad a los pobladores, pero también va a acortar enormemente el tiempo para visitar, -in situ,- las tres zonas principales de vivienda de los galápagos, a saber : la zona alta y húmeda del Chato, -que visitamos- de vivienda casi permanente y normal; la zona de postura, la más baja por encontrarse allí una parte mucho más seca, de tierra arenosa que facilita la construcción de los nidales y cuya atmósfera mucho más despejada permite la necesaria calefacción solar, indispensable para la incubación normal de las posturas; y finalmente la zona de mediana altitud conocida como de apareamiento, pues las hembras vuelven de su largo viaje, hacia el Chato desde la zona baja y se encuentran con los machos que a su vez han bajado al encuentro de ellas. Ahí es donde está la Caseta, donde dormimos. El viaje completo debe ser de quizás cuarenta kilómetros, lo que representa unos tres a cuatro meses más o menos para las hembras.

El chequeo de los guardas es muy prolijo, pues se apunta mensualmente, si posible, los movimientos, tanto de machos como de hembras, incluyendo los números de identificación de las parejas al momento del acoplamiento o el de la hembra al anidar. En la zona intermedia se busca especialmente, al momento del viaje a la zona de anidaje, a las hembras sin marcar, que siempre se reúnen a las peregrinas ponedoras que viajan instintivamente hacia la zona caliente y seca a cumplir su misión.

En la Caseta nos encontramos con una misión inglesa de la Universidad de Cambridge, estudiando justamente los movimientos de las hembras. En cambio nosotros fuimos a ver a los machos temporalmente solitarios, en el Chato. Pudimos ver y examinar unos diez y siete ejemplares, verdaderamente gigantes, pues el No.11, que volteamos para examinar sus miembros en busca de posibles garrapatas, -que felizmente no tenía,- debía pesar alrededor de unas quinientas libras, por lo menos. Entre cuatro hombres jóvenes casi no pudieron voltearlo para el examen, y más de diez de sus compañeros eran aproximadamente de igual o mayor tamaño. El Dr. Meden y yo pensamos en los por lo menos trescientos años de vida, pesados en una enviable tranquilidad, bañándose en las cochas, donde el agua está recubierta de verdes algas y plantas acuáticas y que se reconoce como laguna sólo por la presencia apacible de unos patos encantadores que nadan tranquilos en medio de las plantas. Y reflexionamos entre los dos que allí si hay la paz verdadera, bastante diferente de la tan decantada declamada a diestra y siniestra por políticos y demagogos.

Las tortugas se marcan con unos cortes profundos en la parte delantera de la concha, justo atrás de la cabeza. La primera marca se hace sobre la pequeña concha de la derecha en el sentido de

marcha del quelonio; representa las unidades de su número. La segunda queda en la concha central y cuenta las decenas y finalmente las centenas se apuntan en la concha de la izquierda. Todavía no se nos indicó donde se marcarían los millares, pues primero se denomina las zonas y el sexo. Probablemente hasta hoy, -por lo menos en Santa Cruz,- no se ha necesitado esta última numeración. Pero se va a necesitar ya, determinar esas marcas, pues en el volcán Alcedo de la isla de Santa Isabel, se estima de cuatro a cinco mil los ejemplares actualmente existentes.

Lo extremadamente penoso de la marcha, sobre rocas de lava o lodazales de pegajosa arcilla rojiza; el transporte constante de agua, cama, alimentos y equipo de radio de contactos y sobre todo la falta todavía notable de personal entrenado, -hoy solo son seis hombres para todas las islas cuya superficie total sobrepasa de los siete mil kilómetros cuadrados, de los cuales más de cinco mil representan las reservas, - son las tremendas dificultades que el servicio de parques está tratando de solucionar. Felizmente una inmensa ayuda es dada por los miembros de la Estación así como de todos los científicos en misión de estudio. Es natural y normal que cada excursión reportan al distinguido Director Dr. P. Kramer y al Director del Parque, Ingeniero Torres. Y así, con la ayuda de todos, incluyendo los jefes de los servicios turísticos, el Ecuador mantiene bastante bien o bien, según las opiniones sea de los visitantes o de científicos que recorren el parque.

Durante los días que permanecí en la Estación hasta mi viaje a San Cristóbal, recorrí con el Doctor Peter Kramer todas las dependencias y construcciones, así como el Beagle III anclado frente a la población.

Conocí el futuro Hall Van Straelen, la nueva casa para el Director y finalmente el futuro sitio del edificio del Parque Nacional, donde funcionarán todas las dependencias del Ministerio. Los otros edificios me eran ya conocidos en mis otras visitas. Solo debo anotar los aumentos del edificio donde se crían las tortuguitas de las otras islas y el nuevo local donde funciona la estación de sismología que tanto sirve para la triangulación de los epicentros en conexión con las estaciones del continente. También visité muy detenidamente al Beagle III y estoy totalmente conforme con los varios informes presentados a la Fundación.

En todas partes he notado el orden y la nitidez lo que me obliga a dar mis felicitaciones a todo el personal y en particular al Dr. P. Kramer, por su extraordinario afán de trabajo y su clara inteligencia en la dirección de tan variados problemas.

Me trasladé a la isla San Cristóbal para asistir a una sesión de la Junta de Mejoras y proponerle algunos proyectos a favor de los moradores de la isla. Allí supe de una colonia de piqueros de

patas rojas de unos quinientos ejemplares, así como una numerosísima (más de 2 mil) de fregatas a unos diez kilómetros de Puerto Baquerizo, sólo accesible a pie en medio de barrancos. Uno de los proyectos es el establecimiento de una estación de incubación y crianza de la variedad de galápagos de San Cristóbal, pues ya se encontró la zona de postura y la casi desaparecida variedad cuenta con unos cuatrocientos ejemplares registrados y debidamente marcados, a esta fecha.

El martes 8 de Agosto emprendí mi regreso. Durante el trayecto por mar de Puerto Ayora a la isla Baltra donde se encuentra el aeropuerto, el dueño del yatch me contó que hacía unos quince días durante ese mismo trayecto se había encontrado con cuatro Orcas a quienes les dió dos vueltas, felizmente sin consecuencias.

En el aeropuerto tuve la satisfacción de oír las múltiples felicitaciones de un grupo de turistas franceses verdaderamente asombrados por todo lo que había visto durante su recorrido con el Lina A. Y pensé, siempre alerta en el porvenir del parque, tratando de realizar en forma práctica las observaciones de extranjeros y nacionales para la mejor conservación de las especies, al mismo tiempo que sirva de goce y de descanso espiritual a los visitantes de tan extraordinaria parte de mi Patria.

September de 1972.
Cristobal BONIFAZ J.

GEOLOGY, PLANT ECOLOGY, AND SEISMOLOGY STUDIES OF THE
1971 UNIVERSITY OF OREGON GALAPAGOS EXPEDITION

by

F.J. SWANSON, H.W. BAITIS, W.N. COPELAND, J. LEXA,
L.H. PIKE and D.D. WEBER

University of Oregon
Eugene, Oregon 97403.

During the months April through July of 1971 seven graduate student scientists from the University of Oregon (U.S.A.) conducted field studies on several islands in the Galapagos Archipelago. These efforts were funded under a National Science Foundation grant as part of a program to support student-originated, interdisciplinary research. This project consisted of geologic studies on Santiago, Pinzon, and Rabida Islands, observations of microearthquake activity on north-western Fernandina, and investigations of the plant communities of Santiago. The geological work was conducted by Baitis, Swanson, and Lexa, a Czechoslovakian geologist visiting the University as an exchange scientist. Copeland and Pike were responsible for the ecology studies and Weber and Slater carried out the seismology program. Dr. A.R. McBirney, a member of the 1964 Galapagos International Scientific Project, acted as faculty advisor.

The geology and ecology teams arrived at the Darwin Station in late April and remained there briefly to collect supplies, make logistical arrangements, and get acclimated to the Galapagos. During that stay Dr. Peter Kramer and his staff at the Darwin Station were extremely helpful in getting us supplied and oriented for field work and wilderness living in the islands. We had decided to focus our geology and ecology efforts on Santiago Island first, because it has a complex and little known history of volcanic (McBirney & Williams, 1969) and plant development extending over perhaps the past half million years. Logistically, the basic plan of attack was to establish four food and water caches around the island and then work out of each of those base camps for four to six days before moving on to the next supply station. Oswaldo Chapi of the National Park Service backed up our food supplies daily with fresh goat, pig, and fish. This system worked well and gave us the flexibility to explore virtually the entire island.

We found that the highlands of Santiago are formed of a single, primitive shield of alkali olivine basalts and minor differentiated rocks. The highest points of the island mark the edge of an indistinct, caldera-like depression about 1.5 kilometers in diameter.

The surrounding flanks of the main shield are studded with parasitic cinder and spatter cones. In the east and central portions of the island younger eruptions of alkalic lavas follow an east-west trending system of fissures that are marked by cone alignments and elongate spatter cones and pit craters. Around the perimeter of the growing island, large tuff cones were developed by phreatic and littoral eruptions. The youngest activity, including several historic flows, flooded portions of the western, southern, and eastern coastal areas with alkali-olivine basalt.

As part of our efforts to determine the age of Santiago, we made field measurements of the magnetic polarity of rocks from several hundred flows and found none that were reversed. These observations, together with similar findings of Cox and Dalrymple (1966) and two additional potassium-argon dates by Dr. J. Dymond (Oregon State University), indicate that most if not all of the exposed lavas on Santiago were erupted during the Brunhes Normal Polarity Epoch, that is, within the past 0.69 million years (Cox, 1969). The youthful appearance of volcanic landforms on Santiago also stands as evidence for this conclusion.

The mapping and dating of geological units on Santiago produced information useful to the ecologists in their study of the distribution of plant communities. In a twenty-nine day period algae, bryophytes, lichens, ferns and flowering plants were sampled within ninety-two 25 x 25 meter plots on sites distributed over the entire island. An attempt was made to select sampling areas so that we could evaluate the various factors affecting community composition: precipitation and fog, exposure to wind, and the type, age and surface texture of substrate.

Preliminary cluster analysis of the data indicates that sites may be grouped into three major vegetation zones from sea level to the highest points at just over 900 meters in altitude. This grouping does not include specialized communities such as those in lagoons or on sandy beaches. The lowest zone stretches from sea level to 150-200 meters on the more humid south and east sides of the island, and to 400-500 meters on the drier lee slopes. The communities found on the older substrates in this zone are open Bursera graveolens (Palo Santo) forests with a variety of tree, shrub, and herb components. A number of crustose lichens are found both as epiphytes and epiliths. Epiphytic crustose and erect fruticose lichens are abundant throughout this zone except on extremely dry sites along the north shore.

The youngest lava flows on Santiago, included primarily within the lowest vegetation zone, are practically devoid of higher plant vegetation. However, large areas of the rock and soil surfaces of these flows are covered by a black crust composed of species of blue-green algae. Lichens are rare on pahoehoe surfaces but often abundant on the rougher aa flows. This difference is probably due

to the greater diversity of surface conditions on the aa lavas. The opposite abundance characteristics generally hold true for the higher plants, where it is more likely that soil will accumulate and water will be retained in the flat areas and depressions of the pahoehoe surfaces. On successively older flows at low elevations the amounts of soil and biomass and the diversity of plant species increase until eventually, on old flows, the Bursera forest is developed.

The next zone on Santiago extends from the upper margin of the first zone to 300-400 m on the south and east and to about 700 m on the north and west sides of the island. It is a region of transition for vascular plants and the zone of greatest lichen diversity and abundance. Soils tend to be better developed than in the lowest zone, and this trend of increasing soil development with increasing elevation generally holds true to the summit of the island.

The uppermost vegetation zone consists largely of Zanthoxylum fagara (Espinosa) forests with either Psychotria rufipes (Cafetilla) or Crton scouleri var grandifolius (Chala) as important components. Bryophytes and vascular plants become the conspicuous epiphytes in this, the wettest zone. Bryophytes, particularly liverworts of the genus Erullania, clothe tree trunks and trail from twigs and branches.

The present picture of vegetation zonation in the islands has been developed by plant taxonomists and other collectors, largely as a composite made from observations on Santa Cruz (see Wiggins and Porter, 1971). On that island a coastal zone dominated by large cacti gives way at higher elevations to a transition zone and then a wet Scalesia forest with luxuriant vegetation. At the summit of Santa Cruz there are the drier Miconia and fern-sedge zones which are subjected to dry winds and less fog than the zones at intermediate elevations.

On Santiago there is no well-developed cactus zone nor is there a dry, treeless zone at the top, despite the fact that it is even higher than Santa Cruz. Although a great many species are common to the comparable zones of the two islands, important differences do occur. Not only is this true for the rooted vascular plants, which respond to both substrate and climatic conditions, but also for the epiphytes, whose response is primarily to climate. Explanations of these island-to-island differences await more detailed climate, soil and vegetation studies throughout the archipelago.

Following twenty-two days on Santiago the geologists moved south to Rabida for four days of mapping and sampling. The smaller island is constructed of tholeiite and icelandite flows and several pyroclastic beds of yellow, siliceous pumice. After construction of the main cone, parasitic activity at the northern and southern ends of the island built large cinder cones which are now in advanced stages

of dissection by marine erosion. The bulk of the main cone and the parasitic cones were erupted during a period of normal magnetic polarity. Later, flows and spatter of reversed polarity capped the eastern quarter of the island. Several K-Ar dates by Dymond indicate that the normal rocks cooled during the Jaramillo Normal Event between 0.89 and 0.95 million years ago (Cox, 1969). The younger, overlying reversed rocks are older than 0.69 million years.

Pinzon was the third and final island the geology team studied; and, although its history is relatively simple, it is by far the most intriguing. High sea cliffs have been cut back nearly to the core of the volcano, exposing the internal structure of the island. Lavas ranging in composition from tholeiite to trachyte were erupted from a central vent which is now a ragged rimmed depression just west of the summit of the island. This activity apparently occurred in a series of eruptive cycles, at least five of which are recorded in the 280 meter high southwestern sea cliff. Each cycle is characterized by a siliceous pyroclastic deposit at its base. The overlying flows are predominantly aphanitic lavas of intermediate composition which are in turn capped by porphyritic, tholeiitic basalts containing up to 60 percent large plagioclase crystals. Several cycles of this kind are made up of more than thirty flows.

After preliminary petrographic and geochemical studies we interpret the sequence of rocks within one such cycle as the product of eruptions from a compositionally zoned magma chamber which was undergoing crystal fractionation. As the magma cooled within a shallow reservoir, perhaps several kilometers deep within the volcano, volatiles were exsolved from the liquid and gas pressure increased gradually until the internal pressure exceeded the confining pressure of overlying rocks. At that point explosive eruption began, blasting out the frothy, siliceous top of the magma pool along with blocks of the overlying rocks to form a blanket of pyroclastic debris on the flanks of the volcano. During successive phases of activity, deeper and deeper levels of the magma chamber were tapped and the resulting sequence of lava flows has a stratigraphy which is an inversion of the compositional zonation previously existing within the magma chamber.

Following construction of the main cone in this manner, activity shifted to a vent several kilometers to the northwest. First a series of forty or more pahoehoe flows of ferrobasalt flowed out over the northern third of the island. These were in turn capped by several thick flows of intermediate composition. Ensuing engulfment of the younger vent area resulted in a roughly circular caldera with its south-southeastern margin tangent to the older volcanic depression. A bench on the west side of the caldera preserves a deposit of fresh pumice which was possibly erupted during caldera formation. A pumice bed of identical appearance underlies the deeply dissected cinder cones at the northwestern landing point, suggesting that those cones mark the final phase of activity on Pinzon.

The paleomagnetic history recorded on Pinzon is a very interesting one that proved to be useful in outlining the history of the volcano. Using data from both field magnetometer checks and oriented hand specimens analyzed in the laboratory, we have delineated a paleomagnetic stratigraphy with flows of reversed, transitional, and normal polarities. Flows erupted from the older vent are all of reversed polarity. As the ferrobasalts were flowing out onto the northern portion of the island, the earth's magnetic field was changing to the period of normal polarity recorded in the capping icelandite flows and the cinder cones on the northwest coast. Pole positions frozen into the ferrobasalt sequence exposed in the northern sea cliffs and in the walls of the young caldera show an irregular, northward migration of the virtual magnetic pole in the vicinity of latitudes 30° E to 60° E. K-Ar dating by Dymond indicates that this is the reversed to normal transition into the Jaramillo Event about 0.95 million years ago. Thus, the oldest rocks exposed on Pinzon are about one million years old.

After completing work on Santiago, Rabida, and Pinzon the geologists accompanied Dr. Kramer and Daniel Weber on a brief visit to Fernandina. The purpose of the trip was to look for possible surface effects associated with the intense seismic activity centered north of Fernandina during the previous two months. Weber reported that things were very much as they had been immediately after the 1968 caldera collapse.

Several weeks later, on June 23, the seismologists, with the help of Drs. Tom Simkin (Smithsonian), John Filson (M.I.T.) and Bruce Nolf (Central Oregon Collge) set up a three component seismic array on the northwestern tip of Fernandina. During the next fifteen days more than 500 microearthquakes were recorded. These include events with clear primary (P) and secondary (S) wave arrivals, signatures of harmonic tremor, and numerous irregular seismograms. Hypocenters have been determined for sixty-three events for which S-P time difference could be reliably measured. These earthquakes range in magnitude (m_p) from -1.2 to +1.2.

The spatial distributions of the events shows two distinct areas of clustering. Six microearthquakes occurred more than four kilometers north of Cape Douglas at depths between eight and nearly seventeen kilometers. The other hypocenters are grouped within an elongate northwest-southeast zone about two by ten kilometers in plan view and ranging in depth from 1.4 to 8 kilometers. The center of the zone is located beneath the shore line two kilometers northeast of Cape Douglas.

Several lines of evidence indicate that the microearthquake swarm on Fernandina during late June and early July may have been generated by movement of magma along a northwest rift system radial to the caldera. The records of harmonic tremor suggest that magma was moving

through nearby dikes and sills. On the surface "zones of strong recent fracturing" (Simkin, 1971) directly overlie the area of intense seismic activity. From the caldera, which is distinctly elongate to the northwest, several sets of aligned cones and fissures diverge from circumferential orientations and trend northwestward over the seismically active area. Thus both surface geology and seismic data offer evidence that there is a rift zone northwest from Fernandina caldera which, though partially masked by young flows, may be playing an important role in the growth of the volcano, as Simkin and Howard (1970) suggested earlier.

A good deal of laboratory work and data analysis is continuing on the petrologic, ecological and seismological aspects of the project. Detailed reports on these studies will be completed soon and notice of publications will be included in future issues of Noticias de Galapagos.

REFERENCES

- Cox, A., 1969, Geomagnetic reversals : Science, v. 163, p.237-245.
- Cox, A. and Dalrymple, G.B., 1966, Paleomagnetism and K-Ar ages of some volcanic rocks of the Galapagos Islands : Nature, v. 209, O. 776-777.
- McBirney, A.R., and Williams, H., 1969, Geology and petrology of the Galapagos Islands : Geol. Soc. Am. Memoir 118, 197 pp.
- Simkin, T., 1971, Galapagos earthquake swarm : July 7, 1971 : Noticias de Galapagos, no.18, p.17.
- Simkin, T., and Howard, K.A., 1970, Caldera collapse in the Galapagos Islands, 1968 : Science, v. 169, p. 429-437.
- Wiggins, I.L., and Porter, D.I., 1971, Flora of the Galapagos Islands : Stanford Univ. Press, 998 p.

A REVIEW OF THE GEOLOGICAL AND PEDOLOGICAL STUDIES OF THE
BELGIAN SCIENTIFIC MISSION TO THE GALAPAGOS ISLANDS 1962.

by

P. DE PÆPE & G. STOOPS

Geological Institute,
State University of Ghent,
Ghent, Belgium.

Ten years ago (September 1962), the Belgian Scientific Mission to the Galápagos Islands returned home after a stay of several weeks on the archipelago. The aim of this mission, under the leadership of the late Prof. Dr. J. LARUELLE, was to start pedological studies on Isla Santa Cruz, and to contribute to the geological knowledge (in the broadest sense) of the archipelago.

Since then, many investigations were made on the collected rock and soil samples, at the laboratories of the Geological Institute of the State University of Ghent. In the following paragraphs we shall try to give a review of the published results of these investigations, and to deduce some general conclusions from them.

A. Geology

The pedological reconnaissance survey undertaken on the southern slopes of the Santa Cruz shield volcano offered the opportunity for geological field observations and for large-scale rock sampling, not only in the coastal area, where innumerable lava flows are exposed, but also at higher elevations (120 m and more) where a thick cover of ash, tuff and soil normally prevent any direct observation of the underlying lava sheets. Profile pits and hand soundings made it also quite easy to determine the **thickness** and the horizontal extent of these pyroclastic deposits which so far had never been described. These poorly consolidated or loose ejecta without doubt originate in the central highlands of Santa Cruz where a relatively young chain of parasitic cinder and tuff cones is located. Unfortunately many samples were affected by weathering making investigation rather difficult.

Petrographical and chemical data prove that the greater part of the volcanic rocks outcropping in southern Santa Cruz have an alkali olivine basalt composition (DE PÆPE 1968a and 1968b; DE PÆPE & STOOPS, 1969). The lavas almost display a porphyritic texture with rather small olivine phenocrysts (and rarely plagioclase phenocrysts) in a matrix of lath-shaped plagioclase, clinopyroxene, olivine, magnetite and ilmenite. Picotite inclusions in

the olivine phenocrysts are rather common. In the lavas containing abundant plagioclase phenocrysts, the latter commonly are up to 1 cm in length. More tholeiitic basalts and high-alumina basalts also may occur but highly differentiated rock types, as those found by McBIRNEY & WILLIAMS (1970) on Pinzón and Rábida, are completely lacking. Plutonic ejecta never have been observed either in the lavas nor in the pyroclastic deposits. Some outstanding features of the lava flows in the arid coastal region are fault scarps and large lava tunnels (STOOPS, 1965).

During a ten-day-trip other islands of the central part of the archipelago were visited (Plaza Meridional, Daphne Mayor, Bartolomé, San Salvador and Pinzón) as well as some other zones of northern Santa Cruz. The rock samples gathered somewhat haphazardly at the occasion of this trip, together with some material from Baltra, Darwin, Española, Genovesa, Isabela, Marchena, Pinta, Rábida, Santa María and Wolf, kindly placed at our disposition by M. CASTRO, yielded additional data about the nature of the volcanic rocks occurring on islands other than Santa Cruz (DE PAEPE, 1968a; LARUELLE et al., 1964). These data, of course, did not allow us to draw general conclusions about the petrological evolution of the archipelago. During the G.I.S.P.-meeting of 1964 LARUELLE visited Santa Fe for many days. Samples collected at that time point to an unquestionable likeness with the rocks found in southern and central Santa Cruz.

A preliminary study of the chemical and microscopical effects of palagonitisation in palagonite tuffs and sideromelane tuffs from Daphne Mayor was published in 1966 by DE PAEPE. More detailed research on this matter is now in progress and the rocks studied include palagonite-bearing formations from Santa Cruz, Daphne Mayor, Bartolomé, San Salvador and Darwin. This study will bear both on the chemical transformations during the palagonitisation and on the mineralogy of the secondary minerals (zeolites, carbonates, chlorites and clay minerals). An attempt will be made to extend the experiments to palagonite deposits formed by surface weathering. Such palagonite beds have a large distribution in the upper parts of Santa Cruz where they are admixed with the soil material. Chemical investigations will concern both major and trace elements.

B. Soil Science

Field evidence and routine analyses led LARUELLE to a subdivision of the southern slopes of Isla Santa Cruz into five pedological zones (LARUELLE 1963, 1964, 1967). Detailed laboratory investigations (LARUELLE & STOOPS, 1967; STOOPS, 1969; ESWARAN, STOOPS & DE PAEPE (in press) and unpublished observations) yielded more evidence concerning the genesis and evolution of these soils.

The coastal zone is formed essentially by rock outcrops (of basaltic lava), and only a small surface is covered by reddish soils,

interstitial between the lava blocks. Two types may be distinguished : (i) loose superficial soils and (ii) deeper, clay-rich soils. The former are developed essentially on younger pyroclastic material, mixed eventually with colluvial erosion products. Their trace element content differs from that of all other soils of the island by a lack of differentiation from the parent material. These lithic Haplorthents have a high base saturation (they may even have free CaCO_3) and pH; their clay fraction contains amorphous material, endellit \acute{e} and montmorillonite. A high biological activity is seen in thin sections, as evidenced by pellet and humus-pellet formation.

The deeper soils must be considered as residual soils. They are mostly Haplustalfs and Ustropepts (truncated Haplustalfs probably). Although their base saturation and pH is high, their trace element content suggests a (former) leaching of the soil. The clay fraction contains high amounts of montmorillonite, and the included rock fragments show a weathering to allophane. These facts, together with the high clay content, the high amount of free iron and the micromorphological characteristics of the soil (ferri-argillans, strongly sepic fabric, iron concretions) suggest formation under less arid conditions than prevail today. Moreover, drying of the climate can be illustrated by ferri-argillans in weathered basalt fragments, fossilized by younger calcite deposits.

The lower and the middle slopes (up to 300 or 400 m) show a gradual replacement of the xerophytic vegetation by a mesophytic one (zones 2 and 3 of LARUELLE). The brownish soils of this area are formed on in situ weathering products of the basalt, mixed with variable amounts of pyroclastic material (in the top layers). Soil depth and development increases in general with altitude (Ustolls, Udolls, Haplustalfs, Hapludalfs, aquic Hapludults). These soils have a lower base saturation and a neutral to slightly acid pH. The clay fraction contains halloysite, amorphous material and montmorillonite. Scanning electron microscopy (S.E.M.) indicated that feldspars in rock fragments are weathering essentially to halloysite. The soils are characterized by well-developed sepic plasmic fabrics and formation of illuviation ferri-argillans. The the aquic Hapludult evidence of allophane illuviation is seen in thin sections.

In the uplands (zones 4 and 5 of LARUELLE), soil characteristics are determined by the parent material (pyroclastic) and a higher precipitation. They can be classified as Andepts (p.p. typic Dystrandepts). The soil reaction of these soils is in agreement with their low to very low base saturation. The clay fraction is dominated by allophane, although traces of halloysite and montmorillonite were found. In the most leached profile gibbsite is recorded in the clay fraction and observed in thin sections. S.E.M. studies of weathering basalt fragments clearly show the alteration of feldspars to innogolite. Micromorphologically these Andepts are characterized by a pelleted microstructure and an isotropic plasmic fabric. Orthic pedological features are missing in general.

The soils of the northern slopes, which are covered by a xerophytic vegetation, could not be studied.

During the G.I.S.P.-meeting in 1964, LARUELLE explored also Isla Santa Fe. From his unedited field notes we can conclude that the soils there are comparable to those of the arid coastal zone of Santa Cruz. Trace element analyses (LARUELLE & STOOPS, 1967) and preliminary micromorphological investigations (STOOPS, unpublished) clearly showed them to be related to the residual soils of Santa Cruz, although gypsum is present.

No information or material was available for the other islands.

Projects : Until now, especially better understanding of the hypso-metric relationship between the soils of Santa Cruz was pursued. In future variations within the zones will be investigated, with the available samples. Some special soil types are missing in our collection, but attempts will be made to get some additional samples.

REFERENCES

- LARUELLE, J. (1963). - Exploration géo-pédologique de l'île Santa Cruz.
Noticias de Galápagos, 1, 11-13. Paris.
- LARUELLE, J. (1964). - Study of a soil sequence on Isla Santa Cruz (Galápagos Archipelago, Ecuador). Galápagos International Scientific Project 1964, Univ. of Calif., Symp. Pap., mimeographed.
- LARUELLE, J., DE PAEPE, P., & STOOPS, G. (1964). - Géologie de l'île Bartolomé.
Noticias de Galápagos, 4, 8-11. Paris.
- DE PAEPE, P. (1965). - Cavity filling in rocks from lava tunnels on the Galápagos Islands.
Noticias de Galápagos, 5/6, 19-20. Paris.
- STOOPS, G. (1965). - On the presence of lava tunnels on Isla Santa Cruz.
Noticias de Galápagos, 5/6, 17-18. Paris.
- DE PAEPE, P. (1966). - Geologie van Isla Daphne Mayor (Islas Galápagos, Ecuador).
Natuurwet. Tijdschrift, 48, 67-80. Ghent.
- LARUELLE, J. (1966). - Study of a soil sequence on Indefatigable Island.
In : The Galápagos, Proc. Symp. Galápagos Intern. Sci. Proj. 1964, U.C.P., Berkeley, 87-92.

- LARUELLE, J. (1967). - Galápagos. Natuurwet. Tijdschrift, 47, 236 p. Ghent.
- LARUELLE, J. & STOPPS, G. (1967). - Minor elements in Galápagos soils. Pedologie, XVII-2, 232-258. Ghent.
- DE PAEPE, P. (1968). - Bijdrage tot de kennis van de petrologie en van de petrografie van de Galápagos-eilanden (Ecuador). Doct. thesis, 326 p. Ghent.
- DE PAEPE, P. (1968). - Pétrographie et pétrologie de quelques îles situées dans la partie centrale de l'Archipiélago de Colón (Iles Galápagos). Abstr. Int. Symp. Volcan. Canary Islands, 1968.
- DE PAEPE, P. & STOOPS, G. (1969). - Some trace elements in basaltic rocks from the Galápagos Islands. Verh. Kon. Acad. Overz. Wet., 1969-2, 365-379. Brussels.
- STOOPS, G. - Micromorphology of some important soils of Isla Santa Cruz (Galápagos). Transactions IIIth. Intern. Working Meeting on Soil Micromorphology, Wroclav 1969, 471-483 (in press).
- ESWARAN, H., STOOPS, G., & DE PAEPE, P. - A contribution to the study of soil formation on Isla Santa Cruz, Galápagos. Pedologie, (in press). Ghent.

EL NINO : 1972

by

Joel W. HEDGPETH

Marine Science Center
Oregon State University
Newport, Ore. 97365

The term El Niño is perhaps unfortunately associated with phenomena of the west coast of South America, especially along the coasts of Ecuador and Peru, for the events in the region are part of a widespread condition which can, in strong years, affect most of the Pacific basin. This was the case in the extraordinary year of 1957-58, and 1972 appears to be another such ocean-wide disruption of the regular patterns of circulation of the atmosphere and ocean. Whether events will equal the great El Niño year of 1891 remains to be seen. Since there is also an apparent failure of the Peruvian anchovy stocks, it should be pointed out that at this time there does not seem to be a direct connection; preliminary evidence suggests that the anchovy crash is due to reproductive failure, which would have taken place at least a year before to be reflected in such a decline in the stock. A poor spawning year combined with such heavy exploitation of the stock might well be the primary cause; if any correlation between reproductive success and El Niño can be demonstrated, it would suggest that the perturbations associated with El Niño may actually occur a year or more in advance of the more obvious manifestations. If the decline in anchovy stocks is as serious as it appears to be, and at this time total closure of the fishery is being considered, there will be an intensified research effort in the eastern Tropical Pacific, perhaps of the magnitude stimulated by the decline of the California sardine along the Pacific coast of North America. I would not be surprised, personally, to learn that the decline in anchovy stocks is related to our heedless drain of a significant part of the organic matter from the natural system without any compensating return, rather than to environmental perturbations; after all, I predicted as much in my "Introduction to seashore life. . . ." (University of California Press, 1962).

In the discussion of the changing Pacific during the years 1957-58 held at Scripps in 1959, Warren Wooster suggested a very broad definition of El Niño "as the set of conditions developing off an upwelling coast when reduction of the wind stress causing upwelling during an extended period of time leads to weakening or cessation of vertical mixing." As thus defined, the El Niño condition applies to many parts of the world including the western Pacific.

The term, however, applies to extraordinary conditions rather than the annual run of events; El Niño is not, for example, simply another word for spring in the Galápagos. As far as the Galápagos are concerned, El Niño conditions are the periods of warm water near the surface, with heavy rainfall from December to April. At these times the Pacific tradewind system slackens and the Cromwell Current (Equatorial Undercurrent) surfaces in the region of the Galápagos. During the intense El Niño year of 1891, the current apparently surfaced west of the Galápagos and flowed through and south of the islands, forming a broad surface current towards South America extending from the equator to 4° S. Lat. At other (more usual) times the water from the undercurrent is apparently moved northward of the Galápagos and can be identified with a salinity maximum associated with the thermocline over much of the eastern tropical Pacific north of the equator. Recent El Niño years have been possibly 1899, 1911-12, 1917-18, Jan.-May 1925, 1939-40, Jan.-May 1953, Feb.-April 1957 and early 1958, 1965-66. It is suggested that there may be a seven year cycle of El Niño occurrences, related to the decline in sunspots below 13. Nevertheless, it has not been possible to predict an El Niño year with certainty although it is hoped that data now being obtained from satellites will eventually make it possible to predict these occurrences and thus warn the coastal fisheries of bad times ahead.

Unfortunately we have little information about the hydrographic conditions accompanying an El Niño in the Galápagos region. One suggestive bit of information is the condition encountered in Bahia Darwin, Isla Genovesa. When the deeper water of Darwin Bay was measured in May, 1966 by Goering and Dugdale (Science, 154 : pp. 505-506, 1966) they found H₂S at depths below 175 meters but Barber and Norton found the water oxygenated to the bottom (221 meters) in March 1968. They suggested the difference may be the result of stratification in the bay during periods of low winds and warming. Since 1965-66 was an El Niño period, it is possible that a repetition of anoxic conditions may occur in 1972-73.

DATOS ACERA DE LOS FLAMENCOS DE LAS ISLAS GALAPAGOS

por

JACINTO GORDILLO

Representante de la Estación
Darwin en San Cristóbal.

Como no existe hasta el momento un estudio sobre los flamencos que tienen su habitat en las islas Galápagos, siendo esta ave una de las más hermosas de la familia de las zancudas que colonizan este Archipiélago y que constituye una riqueza natural ya protegida por la Ley del Gobierno Ecuatoriano, la Estación Biológica Charles Darwin, desde hace unos cinco años, se ha preocupado de seguir un tanto de cerca los movimientos o actividades del flamenco en las Islas, especialmente en el sur de la Isla Isabela, que es el lugar de mayor concentración de esta ave y donde es más notorio el ciclo reproductivo.

Es la razón del presente artículo, que lo esbozaremos en los siguientes puntos :

- 1.- Identificación del flamenco que vive en las Islas Galápagos
- 2.- Numero y distribución en las Galápagos
- 3.- Descripción de las pozas o lagunas donde vive
- 4.- Migración
- 5.- Factores que influyen en la reproducción
- 6.- Zonas de nidación
- 7.- Temporadas y éxito de la reproducción
- 8.- El comportamiento de reproducción
- 9.- Reconocimiento.

1.- IDENTIFICACION DEL FLAMENCO QUE VIVE EN LAS ISLAS GALAPAGOS

El flamenco que vive en las lagunas o pozas de algunas de las Islas Galápagos, pertenece a la especie Phoenicopterus ruber o Flamenco Americano. Está indigenizado y posiblemente forma una variedad separada y propia.

2.- NUMERO Y DISTRIBUCION

El 1 de Octubre de 1968, el señor Roger Perry, Director de la Estación Biológica Charles Darwin, promovió un censo de flamencos en todo el Archipiélago, para lo cual desplegó el personal necesario,

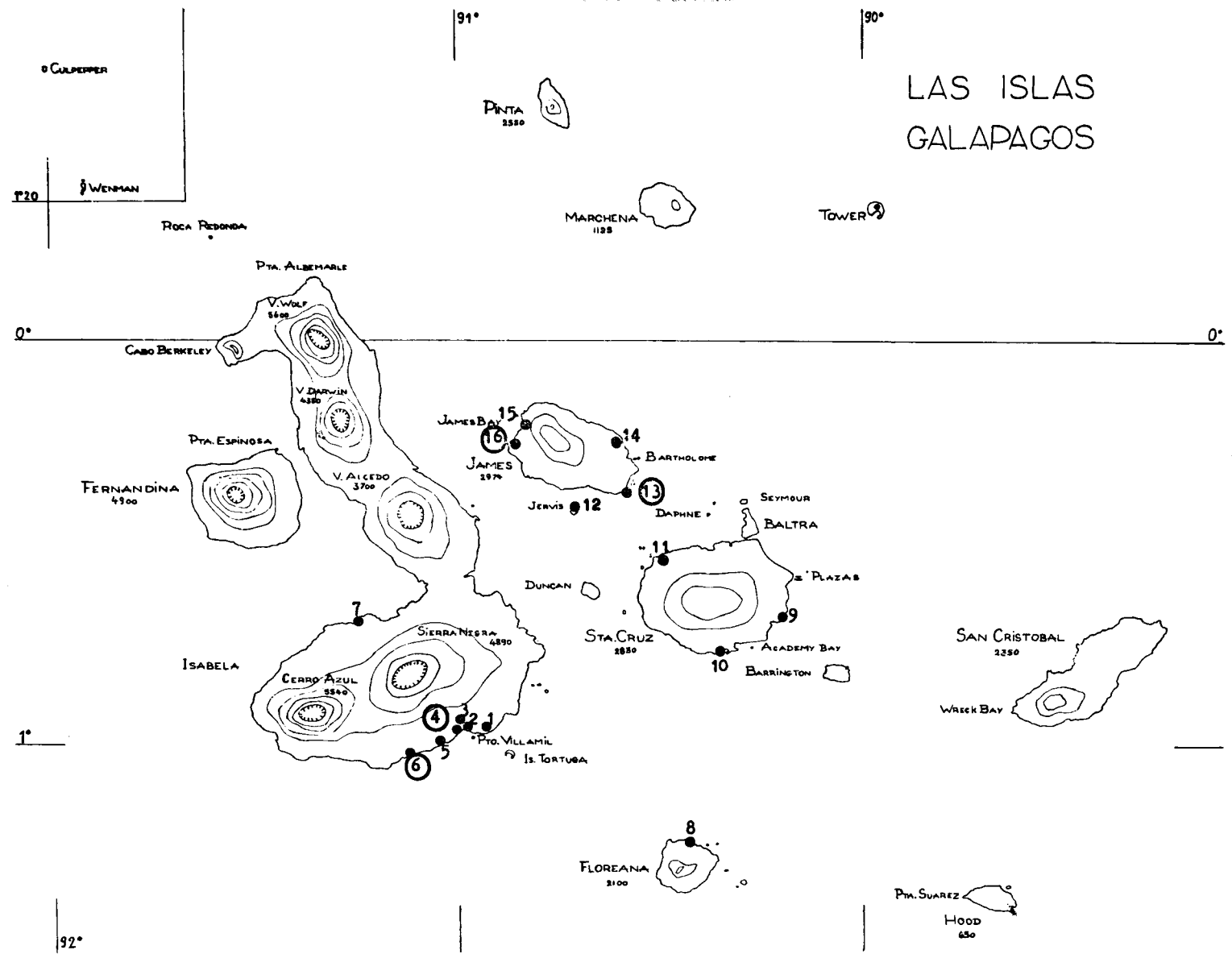
uno en cada poza o laguna donde viven o buscan su alimento estas aves, con la obligación de numerar a la misma hora (diez de la mañana), los flamencos adultos, flamencos jóvenes y los nidos ocupados. Este trabajo meticulado nos dió a conocer con bastante aproximación, el apreciable número de 512 flamencos entre adultos y jóvenes, y 67 nidos ocupados.

LUGAR	NUMERO SITIOS	ADULTOS JOVENES	NIDOS OCUPADOS
ISABELA	10	439	67
FLOREANA	2	--	--
SANTA CRUZ	5	4	--
RABIDA	1	--	--
SANTIAGO	4	69	--
	<u>22</u>	<u>512</u>	<u>67</u>

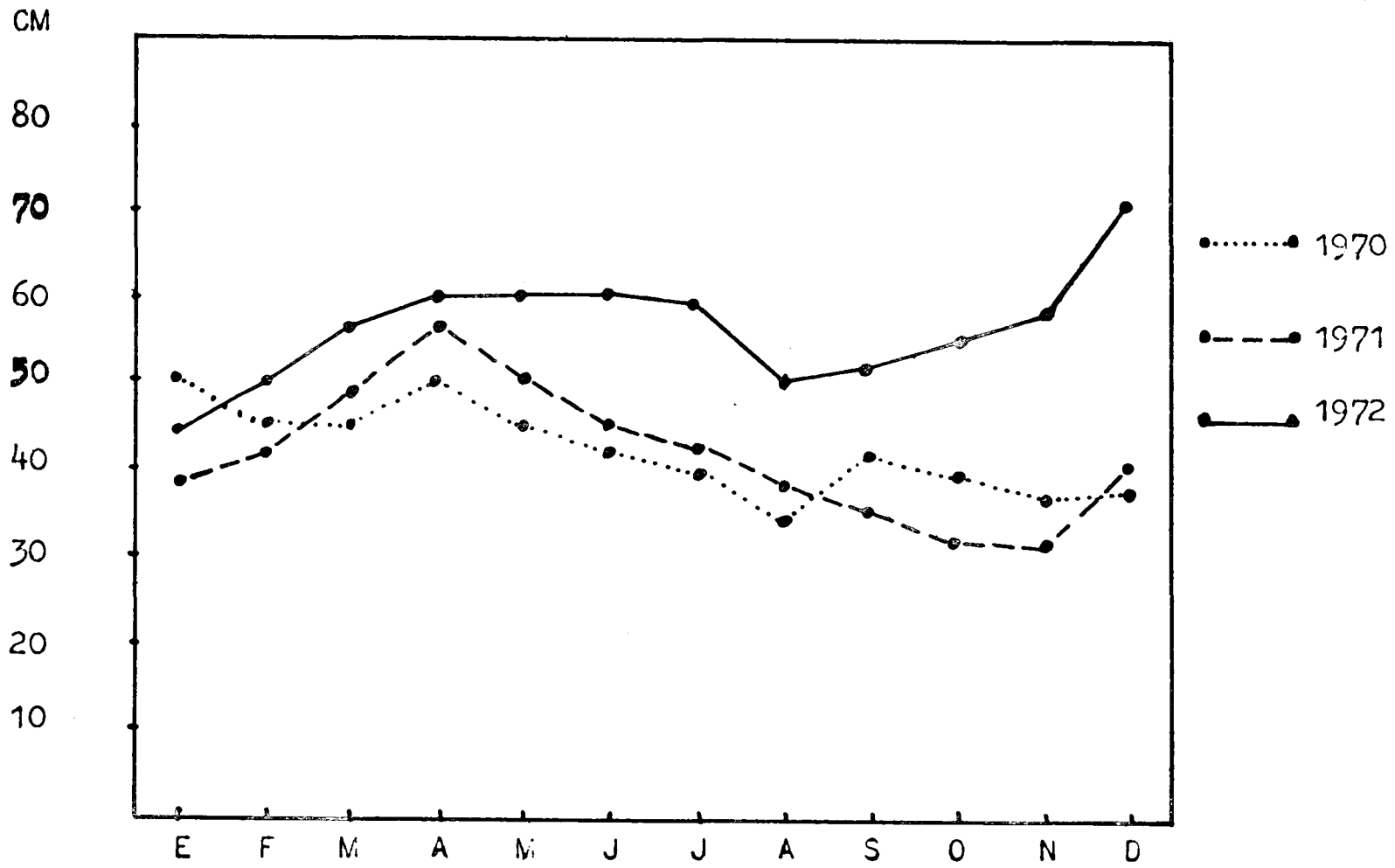
TABLA 1.- Censo de flamencos realizado el 1 de Octubre de 1968

NOMBRES, DISTRIBUCION Y DESCRIPCION DE LAS POZAS Y LAGUNAS
HABITADAS DE FLAMENCOS :

ISABELA	"Las Ninfas", grupo de pozas al Este de Villamil	(1)
	"Las Salinas" en la población de Villamil	(2)
	"El Cocal" cerca a la población de Villamil	(3)
	"Poza del Cementerio"	(4)
	"Pozas de Barahona" a 10 Kms. al W. de Villamil	(5)
	"Quinta Playa" 17 Kms. al W. de Villamil	(6)
	"Punta Moreno"	(7)
FLOREANA	"Las Salinas"	(8)
SANTA CRUZ	"Punta Rocafuerte"	(9)
	"Tortuga Bay"	(10)
	"Pozas del Norte"	(11)
RABIDA	"Laguna Solitaria"	(12)
SANTIAGO	"Sombrero Chino"	(13)
	"Laguna del Este"	(14)
	"La Espumilla"	(15)
	"Cráter de Sal"	(16)



ILUSTRACION Nro. 1.- Los números encerrados por un círculo indican los lugares de nidación.- Los demás números señalan las lagunas donde viven o buscan su alimento los flamencos.



ILUSTRACION Nº 2: NIVEL DEL AGUA EN LA POZA DE FLAMENCOS "EL CEMENTERIO", PUERTO VILLAMIL, DURANTE LOS AÑOS 1970, 1971, Y 1972.

El mapa indica la distribución de las pozas y lagunas donde se encuentran regularmente flamencos. Los números en el mapa corresponden a la numeración en la lista de nombres. Las colonias de anidación son marcadas con círculos.

3.- DISTRIBUCION DE LAS POZAS O LAGUNAS DONDE VIVE EL FLAMENCO

Las lagunas o pozas que sirven de vivienda de los flamencos, son formadas por filtraciones del agua del mar, ubicadas a unos cien a doscientos metros de la orilla; la mayoría de ellas están encerradas por una vegetación característica e igual : mangle rojo (Rizophora mangle), mangle Negro (Avicennia germinans), mangle blanco (Laguncularia racemosa), gelí o mangle botón (Conocarpus erecta), algunas plantas pequeñas suculentas y gramíneas.

Todas las pozas, con su poco más o menos, tienen gran cantidad de sal, así como cieno o barro mezclado con hojas y ramas desprendidas de la vegetación que le rodea o crece en el interior de las lagunas. Es fácil notar que el agua de la superficie es más clara que al fondo.

El nivel del agua en las pozas y lagunas es muy importante, tanto para la alimentación, como para la formación de nidos, pudiéndose aplicar a éstas, los principios siguientes, que también son válidos en otras partes donde ocurre el flamenco Americano (ROOTH, 1965) :

- Existe una clara relación entre el nivel del agua y la concentración de sal : a más alto nivel del agua, más baja la concentración de sal y viceversa.
- Una caída o subida del nivel del agua causa un gran cambio en la extensión de la laguna (para los cambios del nivel del agua de la poza "El Cementerio" vea ilustración Nro. 2).

En los bajos niveles las pozas adquieren una coloración rojiza muy característica, indudablemente debido a la presencia de algas, entre otras razones.

En el Sur de la isla Isabela se encuentra un respetable número de pozas, albergue de flamencos, de las cuales, dos son las principales y más grandes : la "Poza del Cementerio", que queda muy cerca a la población de Villamil, y "Quinta Playa". La primera mide aproximadamente 1 Km. y medio de largo, por uno de ancho, toda ella está rodeada de vegetación alta y frondosa. Su interior, salpicado de pequeños islotes que se han formado de viejos árboles, troncos lenosos que han caído vencidos por los años y sus ramas a medio sumergirse, dibujan figuras de aves, animales o monstruos legendarios, contrastando su vejez con el verde lozano de las nuevas plantas y el pardo color del agua que les rodea.

Semejante a ésta es la poza de "Quinta Playa", con parecida extensión pero más descubierta. Se encuentra a 17 Kms. al Oeste de la población de Villamil, y su nombre se debe al orden que ocupa al ser numeradas las playas desde Villamil. En sus aguas se aloja una población que fluctúa entre los 150 y 300, en distintas épocas del año y con sus actividades de alimentación, descanso, aseo y vuelo, dan un colorido especial de atractivo al ambiente.

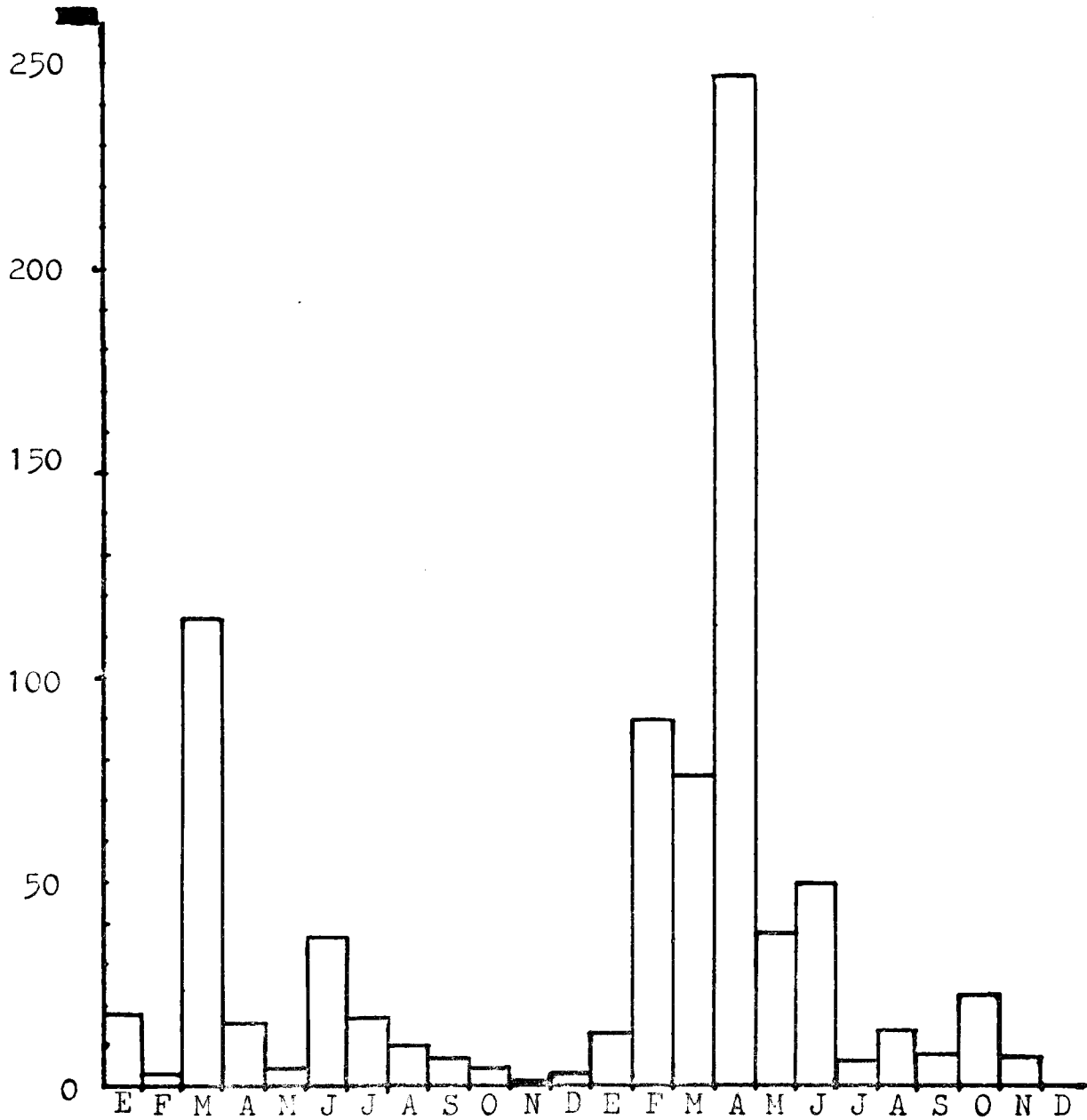
4.- MIGRACION

Como el flamenco en su arribo a las islas Galápagos, encontrarlo necesario para la supervivencia durante todo el año, no le fue preciso trasladarse a lejanos lugares, con lo que se constituyó en ave "no migratoria" (R. ALLEN). Esto le distingue de otras poblaciones de la misma especie. Sus movimientos tan sólo realiza de laguna a laguna dentro de la misma isla, o de isla a isla, dentro del Archipiélago. Se puede comprobar lo dicho por las siguientes observaciones: del mes de Junio a Diciembre, en Quinta Playa, por ejemplo, decrece el número de flamencos, de 280 o algo más que se cuentan en los meses de Enero a Mayo, a 180 ó menos, mientras en la Poza del Cementario, ha variado la población inversamente. De Isla a Isla: En Floreana y Rabida, por ejemplo, hay épocas del año en que el número de flamencos es muy reducido y otras en que aumenta, lo cual demuestra el intercambio de estas aves entre las Islas.

Este desplazamiento es notorio antes y después de la época de reproducción; antes, en busca de un lugar apto para sus actividades reproductivas y después, como hábito o costumbre ancestral. Pasado este tiempo, tienen sus migraciones esporádicas en busca de mejores sitios alimenticios o quizá huyendo de algún peligro. Para efectuar estos abandonos de lugares, que a veces son repentinos y siempre en grupos o bandadas, según opinión de algunos observadores, tienen un sistema algo parecido al de las abejas obreras: "en una determinada agrupación de flamencos, llamémosle familia, uno o dos del grupo, están encargados de explorar lugares mejor provistos, más resguardados o simplemente aptos para la formación de nidos; éstos transmiten la noticia a sus compañeros, quienes vuelan hacia la parte explorada" (KAHL). Parece que esta opinión en las Islas tiene su aplicación, pues, dada la costumbre del flamenco de activar su vida en agrupaciones, no es raro ver uno o dos, salir en cierta dirección y, más tarde, volar con ese mismo rumbo una bandada de quince o más. Su vuelo generalmente lo hacen a las seis de la tarde.

ANO 1971

ANO 1972



ILLUSTRACION NO. 3: LA PRECIPITACION MENSUAL DESDE ENERO 1971 HASTA NOVIEMBRE 1972, Puerto Villamil, Isabela.

LUGARES	FLAMENCOS ADULTOS		FLAMENCOS JOVENES		NIDOS OCUPADOS	
	1968	1969	1968	1969	1968	1969
QUINTA PLAYA	221	296	2	4	10	0
BARAHONA	2	6	0	0	0	0
P. DEL CEMENTERIO	158	0	39	26	57	0
PUERTO DEL GELI	4	0	0	2	0	0
POZA DEL COCAL	6	0	0	0	0	0
POZA DEL CANTERO	2	0	0	1	0	0
POZAS LAS NINFAS	1	0	0	0	0	0
POZA DE GUAMAN	1	0	0	0	0	0
POBLACION VILLAMIL	3	2	0	1	0	0
PUNTA MORENO	0	0	0	0	0	0
	<u>398</u>	<u>304</u>	<u>41</u>	<u>34</u>	<u>67</u>	<u>0</u>

TABLA Nro. 2. - CENSOS EN LA ISLA ISABELA - 1 DE OCTUBRE 1968 - 16 DE NOVIEMBRE 1969. - Si se compara el resultado del censo de 1968 con el de 1969, hay una diferencia de 101 flamencos menos. Esto prueba la migración a otras islas. En 1969 no hay nidos ocupados porque la repentina subida del nivel del agua en las pozas, corto el ciclo de incubación en estas áreas.

5.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCION

Tienen influencia importante en la reproducción de los flamencos :

1.- El aislamiento.- Un lugar no frecuentado, primeramente por el nombre y de otros animales. También en Galápagos esta ave es muy tímida, posiblemente es un tráuma hereditario, tanta ha sido la persecución en sus antepasados; esta timidez se manifiesta más en la época de celo. Con la presencia de cualquier ser extraño, se produce inmediatamente la alarma en el grupo y empiezan a volar de un lado a otro, siempre alejándose de lo que puede ser un peligro para ellos.

2.- La precipitación.- Como las pozas de flamencos reciben agua de lluvia que fluye por filtraciones de las partes altas, lo que viene a disminuir o aumentar el nivel de las pozas según la menor o mayor cantidad de agua llovida, los flamencos se guían por este fenómeno natural para sus actividades reproductivas; toda vez, que para el desenvolvimiento normal de la incubación, es preciso niveles bajos en los lugares de nidación, el tiempo apto para esto es la época fría, Junio a Diciembre, meses en los cuales la precipitación es mínima (Ilustración Nro. 3) y las temperaturas del aire y del mar son bajas.

Hay años extraordinarios de grandes precipitaciones, como el de 1972, en que las pozas han elevado su nivel hasta anegar los nidos (Vea ilustraciones Nros. 2 y 3). Producido este fenómeno, los flamencos abandonan los nidos y la reproducción es nula o casi nula, los nuevos depositan sobre las piedras o encima de pequeñas porciones de barro, y como esto no les rodea de las condiciones necesarias para una incubación correcta, se dañan los huevos o, si nacen los polluelos, posiblemente mueren. Es frecuente en tales años ver huevos flotando en el agua o pequeños flamencos recién nacidos en estado de putrefacción.

6.- ZONAS DE NIDACION (vea ilustración Nro. 1).

Las Islas donde anidan los flamencos son, Santiago e Isabela. En Santiago, es muy pequeña la colonia y no pasan de 16 los nidos ocupados. El Sur de Isabela, al contrario, tiene dos lugares de mayor concentración, Poza del Cementerio y Quinta Playa; de éstas, la primera encierra las condiciones ambientales necesarias para una eficiente reproducción. Hay un número de hasta setenta nidos agrupados a una distancia de ochenta cms. o un metro de uno a otro, sobre tres pequeños islotes de cieno, entre ramas y troncos viejos. La penetración al lugar es muy difícil para el hombre, inaccesible para otros animales, lo que asegura la tranquilidad de los flamencos.

Los nidos son de barro con detritos vegetales que el flamenco recoge con su pico, amontona y pisotea con las patas. Cuando llega a una altura de diez, quince o veinte cms., entonces se posa sobre él y con su cuerpo va dando la forma ahuecada conveniente para depositar el huevo y abarcarlo. Cada pareja pone un huevo solamente.

Las dimensiones promedio de los nidos son las siguientes : alto, 30 cms.; diámetro de la base, 40 cms.; diámetro de la cúspide, 25 cms. La fuerte consistencia del nido, el aislamiento y seguridad del lugar, son factores indispensables para la buena reproducción.

En "Quinta Playa", el lugar de nidación está ubicado a orillas de la poza, sobre planchones de piedra lava (pahoehoe). El cieno escaso, no muy denso y apartado del lugar, dificulta la edificación de nidos con la suficiente altura y fortaleza, pues no llegan a tener ni quince centímetros de alto y su débil construcción, no da la seguridad que requiere el huevo depositado o polluelo nacido, cualquier movimiento de su progenitor hace rodar al huevo sobre la piedra, frustrando así la incubación, o una pequeña subida del agua causa la muerte del recién nacido. Además, a este lugar tienen acceso animales perjudiciales, gatos, chanchos, perros o reses que merodean la poza, por lo cual el éxito de la reproducción es muy pequeño, un 10 % cada ciclo de incubación. El número de nidos así construídos llega a sesenta.

7.- TEMPORADAS Y EXITO DE LA REPRODUCCION

En el recuento de flamencos del 1 de Octubre de 1968, se censaron 67 nidos ocupados; en el mes de Febrero del año siguiente, en Quinta Playa, lugar a donde vuelan los nuevos flamencos, el número de jóvenes en pleno vuelo (4 meses de edad) fue de 46, es decir correspondientes a los 67 nidos censados. La reproducción, por consiguiente, fue de un 75 %.

Cuando el año es muy seco, la posibilidad de la reproducción de flamencos es mayor. La ocupación de nidos y la postura de huevos lo hacen en grupos sucesivos, un grupo el primer mes, otro más tarde y un tercero a continuación. Esto explica la presencia de flamencos de diferentes edades : en el mes de Febrero de 1969, en la Poza del Cementerio se hizo la siguiente notación, flamencos jóvenes iniciando el vuelo, es decir, de tres meses, 14; flamencos de un mes, poco más o menos, 22; flamencos de 10 a 15 días, 24; y nidos ocupados, 2.

En cambio cuando el año es lluvioso, se suspende la reproducción o se anula completamente, lo primero sucedió en el ciclo 1969-1970; en un censo parcial realizado en Isabela el 16 de Noviembre de 1969, se censaron 34 flamencos jóvenes, de los cuales 22 eran de la misma edad, aproximadamente dos meses, y los doce restantes, de tres meses; además se vieron doce nidos ocupados con huevos y dos huevos más flotando en el agua, unos y otros abandonados por sus padres, debido al aumento repentino del nivel del agua de la poza, fenómeno que sucedió entre el 15 a 20 de Septiembre. Con esto quedó suspendido el ciclo de incubación.

En el ciclo 1970-1971, ocuparon los nidos 45 pares, de cuya incubación solamente llegaron a la madurez 25, no obstante ser un año normal. Esto nos hace pensar que la falta de alimento en la poza puede ser la causa de este mal éxito.

En Santiago, donde hay una pequeña colonia anidando, el éxito de la reproducción es muy pequeño; en el año de 1970, de doce flamencos nacidos, sobrevivió uno; en 1971, de 16 flamencos nacidos, crecieron 3 (Información personal del Señor José Villa, Oficial del Parque Nacional "Galápagos").

El ciclo reproductivo en esta Isla es el mismo que en Isabela, en los meses de Junio a Diciembre. Sin embargo, el 31 de Marzo de 1972 fue visto un flamenco joven de 60 días aproximadamente, en Bainbridge (M.P.H. Kahl - PRELIMINARY REPORT ON FLAMINGO PROJECT - Enero a Mayo 1962). Parece que se trató de una incubación a destiempo. Igual fenómeno se observa en Isabela; no es raro ver uno o dos flamencos tiernos en cualquier mes del año.

También en el año de 1972, el ciclo de incubación fue interrumpido, debido a la abundante lluvia que ha mantenido alto el

nivel del agua de la poza (vea la ilustración Nro. 2). En los meses de Junio y Julio, el lugar de nidación fue visitado tan sólo por grupos de 2 y 7 flamencos, los que abandonaron el lugar al encontrar los nidos anegados por el agua.

En el mes de Agosto comenzó a bajar el nivel del agua (vea ilustración Nro. 2). Entonces, diversos grupos en distintos días a las seis de la tarde generalmente, volando sobre Villamil, venían del Este con dirección a la Poza del Cementerio. Hacia los primeros días del mes de Septiembre, 42 flamencos, concentrados en el lugar de nidación, se hallaban en plena faena reproductiva. Ocuparon sucesivamente los nidos que tenían más altura, o sea los que estaban más descubiertos. De los tres sectores donde están ubicados los nidos, tuvo preferencia el que está a la orilla, seguramente por tener menos probabilidad de inundarse. Hasta el 22 de Septiembre estaban ocupados doce nidos. Había mucha actividad, incluyendo copulaciones. De 10 a.m. en adelante, grupos de siete o diez flamencos, volaban de un extremo al otro de la poza o en derredor del lugar de nidación, dando con ello mayor brillantez al paisaje.

Los primeros días de Octubre habían nacido dos polluelos, cuando volvió a subir el agua de la poza (vea ilustración Nro. 2). Con esto empezaron a inquietarse y desplazarse los flamencos. Hasta el 25 de Octubre no quedaron en el lugar de nidación sino tres pares, es decir, quedaron ocupados tres nidos. En el agua se vieron flotar los huevos de los nidos abandonados. El 15 de Noviembre voló la última pareja sobre Villamil, abandonando el nido. Quedaban en el lugar de nidación los dos flamencos pequeños, esperando el crecimiento de sus alas para también volar lejos. Con esto se terminó el ciclo de incubación en Isabela en el año de 1972.

8.- EL COMPORTAMIENTO DE REPRODUCCION

El tiempo de celo o copulación de los flamencos es de diez a quince días antes de la postura de huevos. En estos días, hembras y machos cambian de plumaje y se revisten de un color rojo encendido y atractivo. Hay intenso movimiento y vuelan en bandadas de un extremo a otro de la poza o hacia las pozas vecinas con gran bulla, lo cual se hace más notorio de diez a once de la mañana y de cuatro a cinco de la tarde y muchas veces en altas horas de la noche, especialmente cuando éstas son de luna. También en estos días y al terminar el ciclo de reproducción, realizan un vuelo especial, que yo me atrevería a llamarlo, "la danza del amor"; en las primeras horas de la mañana o hacia el crepúsculo, salen en bandada de la poza y vuelan hacia la orilla del mar. Al llegar a la altura del último nivel del agua, es decir, donde mueren las olas en la playa, de tienen su vuelo y quedan aloteando en un solo punto todos, durante diez a doce segundos. Vuelan luego en torno a la orilla del mar y

ejecutan la misma operación una o dos veces más y emprenden su retorno al nido o se alejan del lugar con rumbo a otra isla. Qué pueda significar esto ? Aún no está averiguado. Son muchos los secretos de la Naturalesa todavía por conocer. Tan sólo podemos admirar el conjunto armónico, interviniendo elementos como el sol, la atmósfera, el mar, para producir un efecto maravilloso, cautivador por lo pronto a los ojos del hombre, único ser que aprecia, mide y goza.

Después de las dos semanas de cortejos amorosos, se dedican a preparar, macho y hembra, su nido, uno del año anterior o simplemente construyendo otro. Una vez puesto el huevo, lo incuban entre los dos progenitores. El modo de incubación es semejante al de la generalidad de las aves, abrigando con su cuerpo el huevo, para lo cual, los flamencos, posan las patas sobre el nido y doblando las piernas, dejan caer suavemente su cuerpo; con el pico acomodan el huevo a fin de que sea cobijado íntegramente. No todo el día permanece el ave en esta postura, se levanta períodos cortos de tiempo, no sé si por descanso o por ser esto necesario para el éxito en la reproducción; mas tampoco lo abandonan. Desde la seis de la tarde en adelante, de distintos lugares de la poza o de pozas vecinas, empiezan a llegar flamencos, hembras y machos, al lugar de nidación, posiblemente para el relevo en el cuidado del nido. No se ha podido aún comprobar la hora y el modo cómo lo hacen.

El tiempo que tarda en salir el flamenco tierno es de 28 a 30 días. Una vez nacido, permanece bajo el abrigo de sus padres durante aproximadamente una semana, al cabo de la cual sale del nido y empieza a unirse con los de su edad, con los que forma grupo y camina o nada, al principio, sin alejarse del nido y de sus padres; mas, conforme van madurando, se apartan de ellos en busca de alimentos. Sus progenitores supervigilan muy de cerca a sus respectivos hijos por pocos días y luego abandonan totalmente el lugar. Este abandono que, a primera vista, parece reñido con los buenos instintos paternos, tiene su explicación :

- a) la seguridad de los pequeños flamencos, pues, no tienen enemigos que los dañen;
- b) les dejan la posesión absoluta de la poza con abundante alimentación, la que disminuiría seguramente con su presencia; y
- c) su instinto migratorio que lo relanzan de isla en isla o, por lo menos, de poza en poza.

A los dos meses de nacidos empiezan a colorear sus plumas y a los tres meses, blanquecinos aún, vuelan lejos en busca de mejores ambientes.

En el año de 1972 se observó en forma más detenida el comportamiento y el desarrollo de los dos polluelos que nacieron y de algunas parejas que anidaban :

El 3 de Octubre nació el primer flamenco. Permaneció en el nido, cobijado y amparado por sus padres desde el 3 hasta el 10 de Octubre. Mientras que estaba en el nido los siete días, la alimentación recibía de sus padres. En uno de estos días observé que a las once de la mañana la hembra salió del nido y buscó alimento cerca de él durante un cuarto de hora. Volvió al nido y se posó, colocando a su tierno hijo a la derecha cubriéndole con el ala. El pequeño flamenco sacó la cabeza por la axila del ala derecha y en esa postura el flamenco madre lo alimentó. El polluelo introdujo su pico en el de su madre durante cuatro minutos. Después tomó agua la madre y permaneció cobijando al flamenquito.

El día 10 de Octubre el pequeño salió del nido y comenzó a buscar por sí mismo su alimentación en compañía de su madre durante los primeros cinco días. Pasados estos, el polluelo merodeó sólo el lugar de nidación. Inmediatamente que el nido quedó libre, fue ocupado por otro par. En cuanto se posesionó, la nueva dueña del nido, estuvo sobre él por espacio de tres días (10 al 13 de Octubre), al cabo de los cuales puso el huevo (en otros casos observé una permanencia de igual duración antes de la puesta del huevo). El 13 de Noviembre la pareja abandonó su nido al no tener éxito, lo dejaron y volaron fuera del lugar.

El 15 de Octubre nació otro flamenco, que ocupó el nido con sus padres hasta el 24, fecha en que salió del nido y sus padres le dejaron en compañía de otro flamenco tierno.

ACLARACION

Los datos que anteceden son fruto de observaciones personales durante cinco años, reportadas luego a la Estación Biológica Charles Darwin en Santa Cruz.

Para saber el nivel del agua de las pozas del Cementerio y Quinta Playa, por insinuación del Dr. Tj. de Vries, instalamos una regla marcada en cms. del 1 al 100, en una y otra poza; en la primera el 17 de Noviembre de 1969 dejando el último nivel en 0,50 ns. como base y en Quinta Playa el 21 de Diciembre del mismo año con el último nivel base en 0,40 ns. Todos los meses se hace la debida observación y esto ha servido para las conclusiones que anteceden.

RECONOCIMIENTO

Agradezco muy sinceramente al Dr. Peter Kramer, Director de la Estación Biológica Charles Darwin, por haberme prestado todo el apoyo necesario en la publicación del presente artículo.

REFERENCIAS

- ALLEN, R.P. (1956) : The Flamingos : their Life History and Survival. - National Audubon Society, New York, XV + 285 p.
- GORDILLO, J. (1968-1972) : Informes en los Archivos de la Estación Darwin.
- KAHL, M.P. (1970) : East Africa's Majestic Flamingos. - National Geographic Magazine, Washington D.C., Febrero de 1970.
- ROOTH, J. (1965) : The Flamingos on Bonaire (Netherlands Antilles) - Habitat, Diet and Reproduction of Phoenicopterus ruber ruber. Uitgaven "Natuurwetenschappelijke Studiering voor Suriname en de Nederlandse Antillen", Utrecht, XIV + 151 p.

SUMARIO

Este artículo es la compilación de notas tomadas desde 1968 a 1972, acerca de la población del Flamenco Americano (*Phoenicopterus ruber*) que vive en las Galápagos. El campo de observación fueron las lagunas cercanas a la población de Villanil, en la costa Sur de la Isla Isabela. Se incluyen además cortas noticias de las pequeñas colonias que tienen su lugar de reproducción en James Bay y Bainbridge (Sombrero Chino) en la Isla Santiago.

La población total de flamencos en las Islas Galápagos puede estimarse de 500 a 700 individuos.

Se hace la descripción tanto de los lugares de nidación, como de las áreas frecuentadas por los flamencos en busca de alimento (ver el mapa, ilustración Nro. 1).

En base de estas observaciones se tiene la evidencia concluyente del movimiento interinsular de estas aves.

Por lo menos el 70 por ciento de la reproducción tiene lugar en el Sur de la Isla Isabela. Se ha registrado en la Poza del Cenenterio, cerca a Villanil, el mayor éxito reproductivo.

Un factor determinante del éxito de la reproducción, es el nivel del agua en las lagunas donde están los lugares de nidación. El nivel es más bajo en la estación fría, de Junio a Diciembre, época en la que tiene lugar la reproducción. Las fuertes precipitaciones aumentan el nivel del agua e inundan los sitios de nidación. Si tales lluvias continúan durante la segunda mitad del año (como en 1972), se anula la reproducción o simplemente queda interrumpida.

Cada huevo es incubado de 28 a 30 días. La primera semana de vida, el joven flamenco permanece en el nido y es alimentado por sus padres. Pasados estos días dejan el nido y buscan por sí mismos la alimentación junto a sus progenitores. Pocos días más tarde, los adultos abandonan a los polluelos y la laguna. Esta conducta posiblemente previene la competencia en la alimentación entre los adultos y los jóvenes en el área de reproducción.

SUMMARY

This publication represents a compilation of notes on the Galápagos population of the West Indian Flamingo (Phoenicopterus ruber), taken from 1968 to 1972. The flamingos were observed in the salt water lagoons close to the village of Villamil, on the South Coast of the Island of Isabela. Notes on the small breeding colonies of the salt crater in James Bay and of Bainbridge Island (Sombrero Chino) are also included.

The total population of Galápagos Flamingos may be estimated at 500 to 700 individuals. The distribution of all breeding areas and of the main feeding areas is described (see map, illustration No. 1).

Conclusive evidence of inter-island movements is given.

At least 70 % of all breeding takes place in Southern Isabela. The highest breeding success has been observed in the "Poza del Cenenterio", close to the village of Villamil.

An important factor determining the success of breeding is the water-level in the lagoons where nesting takes place. The level is lowest in the cool season from June to December. That is when breeding takes place. Strong rainfalls result in high water-level and in flooding of the nesting sites. If such rainfall continues through the second half of the year (like in 1972) breeding is entirely prevented or severely reduced.

The single egg is incubated for 28 to 30 days. For about the first week of their life the young stay in the nest and are fed by the parents. A few days later the adults leave the young and the lagoon. This behavior possibly prevents food competition between the adults and the flightless young in the breeding area.

THE GALAPAGOS OPUNTIAS : ANOTHER INTERPRETATION

by

Gerald K. ARP

Division of Biology
Kansas State University
Manhattan, Kansas 66502.

A visitor arriving in the Galápagos Islands encounters a vegetation dominated by the imposing and impressive arborescent opuntias. They reach 10 m in height and bear a straight, thick, trunk which remarkably resembles that of a Ponderosa Pine. The trunk is topped with a spreading canopy of pads, each of which is up to 50 cm long and 30 cm wide. These opuntias are everywhere conspicuous, both in the thorn forests and on the otherwise nearly barren islets.

The trunks of these cacti have been discussed sporadically through the years but it was not until the mid-1960's that E.Y. Dawson (1964, 1965, 1966) proposed that the elevated habit of these plants was a response to foraging by the Galápagos tortoises. Dawson concludes that tortoise-foraging selected for the tree-like habit which can grow above the animals' reach and also selects against prostrate and suberect forms upon which they can feed. He offers evidence that the tallest forms exist on tortoise-inhabited islands, while shrubby forms occur on islets without tortoises. Dawson further supports his contention by noting that the arborescent Galápagos opuntias could avoid predation by their development of upright plants from seed or fallen pads. As the plants grow, each successive pad develops on top of the previous one so that an unbranched column of pads results after some years. The lower pads of the column develop a heavy armament of long, thin, depressed spines that often obscure the stem. After a number of years, the spine covering is sloughed off the trunk and is replaced by a scaly cinnamon-colored bark resembling that of a Ponderosa Pine. Atop the straight trunk a canopy of pads develops over the years and ultimately reaches a height of 2 to 10 m.

It seems more plausible, however, that these spectacular opuntias are a product of their long-term competition with the woody flora that surrounds them. In June, 1971, I visited Santa Cruz, Santa Fé, Champion near Floreana, Floreana, Baltra, Española, and Plazas. I noted that on every island visited the opuntias were always the same height as their associated woody vegetation. On moist Santa Cruz, Opuntia echios var. gigantea reaches 7 to 10 m in height,

as do the other trees, shrubs, and vines of the area. The xeric island of Baltra contains opuntias and shrubs only 1 to 2 m high. On Santa Fé, one finds tree opuntias of 4 m and associated trees and shrubs of the same height. Were the tortoises the selective factor, one might expect all the opuntias to be only about 2 m high, enough above tortoise-reach so that the plants could easily branch without being eaten. However, the opuntias always reach the same height as their associated vegetation, whether the vegetation is 1.5 m or 10.0 m high. Thus, it seems that the selective factor is not the endemic tortoises but the surrounding vegetation.

Dawson's premise is partially based upon the implied assumption that these unusual arborescent opuntias are derived from a prostrate ancestry (see also Thornton 1971 p. 132-135). He overlooks the fact that many opuntias exhibit a tree-like habit. A review of Britton and Rose (1919-1923) reveals that fully 97 of the approximately 250 species of Opuntia listed (38.8 %) may be classified as arborescent (to 17 m high in O. braziliensis) to subarborescent in habit. Other research (Marshall and Bock 1940, Boke 1953, Hunt 1969) yields evidence that the arborescent habit is an ancestral trait in the Cactaceae, common to most primitive genera (Cereus, Opuntia, Pereskia, and Pereskopsis), while the prostrate habit is derived (Echinocereus, Mammillaria, and Rebutia). Clearly tree-like cacti are not necessarily either rare or derived, as supposed in Dawson's arguments.

Dawson discusses the long spines of the juveniles as a defense against predation, but he fails to note that these spines are brittle and may be easily brushed away (e.g., by a hungry tortoise). Moreover, the areas of greatest tortoise dominance usually have the highest moisture levels of the island. In these moist water areas the stem spines are poorly developed, weak and sparse, presumably in response to the mesic conditions. Since the abundant and long trunk-spines of Opuntia echios are so brittle as to be of little defense, then the question of their significance arises. These spines might function in any of several ways including water absorption, water (vapor) condensation, shade production, heat radiation, or as a shield against ultra-violet light. A curious parallelism may be seen in the cacti of the Galápagos : all known species of the islands, including Jasminocereus thouarsii and Brachycereus nesioticus and the assorted Opuntia ssp., bear long stem spines on the young plants. Of those plants observed, all exhibited more and heavier spines in exposed rocky positions than comparable seedlings in more mesic or protected positions.

The fact that tortoises eat opuntias is fundamental to the Dawson argument. Indeed, these animals do eat them, spines and all. It is, therefore, difficult to understand why the tortoises would consume only the spiny fallen pads or spiny branches, but not consume the spiny stem pads of young plants as Dawson suggests.

If the selective pressure of tortoise grazing were strong enough to remove low-branching opuntias during mesic times, and thus direct the evolution of the opuntias, then starvation during the dry season would eliminate, by over-grazing, all of the opuntias: seedlings, brittle spines and all, especially from the low dry islands like Santa Fé. Yet, such is not the case, as these cacti are quite common on Santa Fé and other low islands. Dawson notes that the Galápagos opuntias have large seeds, yet not all do so. Opuntia echios has seeds of only 3 to 5 mm in diameter. The related Opuntia megasperma does have the largest seeds in the cactus family, with seeds to 17 mm in diameter. Dawson felt that these large seeds provide sufficient energy to develop a large plant quickly enough to avoid predation. Opuntia megasperma reaches tremendous development on Champion near Floreana, where no tortoises exist. It is more likely that these heavy, large seeds do not distribute well, a definite advantage in an island environment where well-dispersed seeds will most probably land in the sea. Also, these large seeds could provide the energy necessary to produce a large, drought resistant seedling, necessary to survive on the desert islands where Opuntia megasperma is found. In a study of Opuntia seedlings under cultivation, Wiggins and Focht (1967) found that O. echios seedlings were not able to reach a size that would exclude them from predation in the first year of their existence. This conclusion is not surprising, as cactus seedlings are noted for their excessively slow rates of growth in their first years. I have studied spine growth on several species of Opuntia, especially O. polyacantha var. trichophora and O. erinacea var. ursina. In all cases where long spines are produced, the plant requires at least two years for each of these spines to reach its fullest development and two or more years for all additional stem spines to develop. Clearly, these latter observations suggest that complete protection from predation, etc., requires more than one season and leaves the youngest seedlings vulnerable to predation.

If one accepts the premise that these cacti are responding to interspecific plant competition, then the question arises as to why do these opuntias do not branch when young. Most cacti seem to require tremendous amounts of light to develop properly. The Galápagos opuntias are no exception, as those developing in shady habitats were found to be weak and relatively spineless. The fastest way to grow out of this tangle of shade-producing vegetation which develops in the rainy season on all the larger islands is simply to grow each new pad atop the one before it, without expending energy on seemingly useless branches. This habit appears quite efficient and would allow the developing plant to achieve the competitive advantage necessary for its survival. It is also worth noting that the larger islands have the wettest areas, tallest forests, densest undergrowth, and tallest cacti. On dry islands the shrub community is smaller and the forests and opuntias are shorter. There is a selective advantage to being short on a

desert island, other than the obvious lack of growth-promoting water. Opuntias frequently drop pads in times of drought. If a plant is short and well branched, with many potentially expendable branches, it would be better able to sacrifice branches in times of drought without jeopardising its welfare. On the other hand, a tall plant with few branches would have fewer expendable portions which could be shed without jeopardising the plant's welfare.

Finally, if the arguments presented here are reasonable, then why do most islands with or without tortoises, have predominantly arborescent opuntias while a few like Darwin and Wolf support growths of Opuntia helleri, a prostrate form? Isolation and wind probably account for the maintenance of Opuntia helleri as a prostrate form, for it grows only on the dry windy islets well to the north of all other Galápagos islands. Selection would act to produce a prostrate form on these islets, and physical isolation would reinforce this selection and protect the prostrate cacti from the "polluting" genes of the arborescent forms to the south. Since large populations of the arborescent, reproductively healthy opuntias grow on all the large islands, it may be presumed that progeny from the arborescent forms will periodically reintroduce the "arborescent" genes to the dry islands surrounding the large wet islands. Therefore, while selection on dry islands, i.e., Baltra, Santa Fé, or Plazas, would favor prostrate forms, the continual reintroduction of "arborescent" genes to these populations would yield a group of plants with a strict arborescent habit but a mature height of only 1.5 to 2 m in some cases.

Therefore, I would suggest that the arborescent habit of Opuntia echios and its relatives of the Galápagos Islands are a product of competition with other woody vegetation, and not a product of foraging by tortoises.

REFERENCES

- Boke, N.A. 1953. Tubercule Development in Mammillaria heyderi. American Journal of Botany 40(4) : 239-247.
- Britton, N.L. and J.N. Rose. 1919-1923. The Cactaceae. 4 vols. Carnegie Inst. Wash. Reprint, Dover Publications. New York 1963.
- Dawson, E.Y. 1964. Cacti in the Galápagos Islands. Noticias de Galápagos 4 : 12-13.
- Dawson, E.Y. 1965. Further Studies of Opuntia in the Galápagos Archipelago. Cactus and Succulent Journal 37(5) : 135-149.

- Dawson, E.Y. 1966. Cacti in the Galapagos. In The Galapagos, edited by R.I. Bowman. University of Calif. Press., Berkeley and Los Angeles.
- Hunt, D.R. 1969. Cactaceae. In J. Hutchinson The Genera of Flowering Plants. Vol. 2 : 427-467. Oxford University Press. London, England.
- Marshall, W.T. and T.M. Bock. 1941. Cactaceae. Abbey Garden Press., Pasadena, Calif.
- Thornton, I. 1971. Darwin's Islands. Natural History Press. Garden City, N.Y.
- Wiggins, I.L. and D.W. Focht. 1967. Seeds and Seedlings of Opuntia echios J.T. Howell var. gigantea Dawson. Cactus and Succulent Journal 34(3 & 4) : 67-74; 99-105.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by a grant from the Walker Van Riper Fund of the University of Colorado Museum. I would like to thank Dr. W.A. Weber of the University of Colorado Museum for his help, encouragement and criticism. I would also like to thank Dr. T.M. Barkley of Herbarium of Kansas State University for his comments and criticism.

NEWS FROM THE CHARLES DARWIN RESEARCH STATION, GALAPAGOS

Conservation and Scientific Report - July 1972

TORTOISE CONSERVATION IN THE FIELD AND UNDER CONTROLLED CONDITIONS

The hope that the slow but steady decline of the tortoises of Santa Cruz can be stopped has become brighter than ever. Their reproduction was severely cut down by the introduction of domestic pigs liberated on this island about 45 years ago. The control of pigs is of high priority on Santa Cruz and constant hunting by the settlers and Park wardens has brought down their number considerably in the last few years. However, since our experience shows that only a single pig can destroy the greater part of the eggs laid, all nests are protected by temporary walls of rock. These walls prevent the pig from rooting out the eggs and are removed when the young hatch. Killing the pigs, and protecting the eggs, has resulted this year in the most successful hatching season ever observed; 115 nests were protected by the walls and close to 700 young were hatched. The survival of the young is still very seriously threatened by the pigs, but we are confident that a large proportion will survive. The effort to breed this subspecies under controlled conditions has been abandoned, but the few large individuals that are still kept in one pen reproduce regularly.

The National Park Wardens found that the reproduction of tortoises on Cerro Azul is severely limited by pigs in the area of San Pedro and by dogs in the areas of Las Tablas and Iguana Cove. Nests were protected with temporary rock walls in San Pedro the first time this year. In Las Tablas the dogs do not dig out the eggs, but they kill the majority of the young after hatching.

On San Cristobal the dogs have learned to dig out the eggs. During the past season the wardens tried to protect the nests from the dogs with rock walls, but without success. The few eggs the dogs left were taken to Santa Cruz for hatching. But it turned out that they had been laid very late in the season and were damaged by the transport. Only one young hatched. Normally eggs should be transported as shortly before hatching as possible in order to avoid damage to the embryo. We learned from this that on San Cristobal the dogs can be kept away from the tortoise eggs only with wire netting and we shall act accordingly next season.

On Pinta the Park Wardens found one large good looking G.c. abingdoni and they brought it to the Tortoise Raising Center on Santa Cruz. They are now searching for a mate. If it is found, there is a change of survival for this subspecies.

The following numbers of hatchlings from the breeding season 1971/72 are presently kept at the Tortoise Raising Center :

<u>Subspecies</u>	<u>Number</u>
Santa Cruz	6
San Cristobal	1
Santiago	20
Espanola	6
Cerro Azul	28
Pinzon	23

BEAGLE III NOW UNDER ECUADORIAN FLAG

The Ecuadorian Defense Minister, other high governmental officials and the Ambassadors and Consuls of various countries were present when the Darwin Station's new research vessel was changed over from British to Ecuadorian registry on March 1972. The event was widely published in Ecuador by the press and by television.

GOAT POPULATION

Exotic animals that are introduced into a favorable environment may build up to a tremendously large population. This is a well known fact. If no other control exists, food scarcity will bring the population to a "crash" when resources are depleted, but by that time serious damage will have been caused in the indigenous ecosystem.

The goats introduced in the Galápagos are only one of many cases of this kind of destruction and a horrible example is furnished by Pinta where goats were introduced on that island only 15 years ago. It is very difficult to estimate their number accurately, and, in the last issue of this bulletin, we published an estimate of 12-20000 goats, which, we believed existed on Pinta at the end of 1971. Readers, who were not acquainted with their phenomenon, may have thought that our estimate was incredibly high, and even professionals were probably sceptical when taking the difficult environmental conditions of the Galápagos into consideration. Scepticism is legitimate when an estimate is not based on careful surveys over a long period of time of the entire population and the animals are not marked.

The estimate we made in 1971 was just a rough guess but, during the last eight months, we visited Pinta on three occasions and now carefully estimate that the population was not below 20000 in 1971. This number has now been reduced by the elimination of a great part of the population by the National Park Service. But the Service will have to return to the task repeatedly if the goats are to be brought at least close to extermination.

TOURISM AND CONSERVATION

The World Wildlife Fund is presently financing a long term project with the aim to detect as early as possible any influence on Galapagos wildlife which may be due to the increasing flow of tourists to the Archipelago.

Of course everybody agrees that one of the functions of a National Park is to serve as a center for scientific and educational enlightenment and that it therefore should be wide open to the public. But we have experienced in other National Parks of the world that badly controlled tourism and sometimes the sheer number of visitors may lead to the deterioration of those areas. The Galápagos are no doubt one of the most valuable National Parks of the world, a jewel so to speak, and, therefore, a great number of scientists, and conservationists were alarmed when they heard about the increasing numbers of tourists who visit the Islands.

Under this W W F project the areas that are most visited are checked regularly. So far the general impression is that the disturbances by tourists are limited. In some areas, where it almost was expected that visitors would influence wildlife negatively, like Punta Suarez, Punta Espinosa and Plazas, no change was detected so far, except some trampling of the vegetation in very limited areas. Some animal species became extremely tame, like the Blue-footed Boobies on Punta Suarez and the Land Iguanas on Plazas.

However, the colonies of tree- and bush-breeding seabirds have suffered by being disturbed. Dr. M.P. Harris was the first one to point out half a year ago that the number of breeding Frigate-birds and Red-footed Boobies on Genovesa and of Frigate-birds on Seymour had decreased in the last years, especially in areas that were most visited.

We have observed tourists and seen the disturbance they can create. In order to photograph a Frigate-bird, and its pouch at its most striking, the tourist may enter within the colony, or walk right through it, scaring off incubating birds right and left. The man with a camera can be equally destructive than one with a gun as the frightened parent often dislodges its eggs or small young which fall to the ground where they are lost and, if they do

not fall, they can be equally destroyed by being exposed to the sun. Moreover, an unoccupied nest immediately serves as a source of nest-building material to other Frigates who come swooping down and rip the nest apart in a matter of minutes. But also just chasing up non-breeding birds may have an effect. They subsequently abandon the area and will not breed there. All this leads to thinning out of the colonies and destruction of the very features the visitors came for in the first place.

Rules of thumb have had to be established : on Seymour Island Frigates should never be approached closer than 40 m (130 feet) and Frigates and Boobies on Tower Island not closer than 6 m (20 feet). But respect for these restrictions needs strict supervision and the National Park Service is currently working out a system of regulations.

NECROLOGIE

David LACK

1910 - 1973

C'est avec beaucoup de tristesse que nous avons appris la mort de David Lack survenue à Oxford le 12 mars 1973 à l'issue d'une pénible et inexorable maladie.

Ce n'est pas ici la place de retracer la vie de ce grand ornithologiste et biologiste britannique dont les travaux font autorité à travers le monde. Il est l'auteur de nombreux ouvrages et publications consacrés à l'écologie des oiseaux, aux migrations et à l'évolution. Nous voudrions simplement rappeler l'ouvrage fondamental qu'il a écrit sur les Pinsons de Darwin. Ce livre, DARWINS' FINCHES, paru en 1947, a été écrit à la suite d'une mission que David Lack accompli aux Galápagos en 1938. Nous pouvons témoigner que c'est de ce livre que sont sortis tous les travaux récents sur l'écologie, l'éthologie et l'évolution des Pinsons de Darwin, dans la rédaction des grands évolutionnistes britanniques, et en se basant sur l'écologie. David Lack a depuis cette époque poursuivi de nombreux travaux sur les faunes insulaires, tout comme son illustre prédécesseur Charles Darwin. C'est sans doute aux Galápagos qu'il avait trouvé ses premières inspirations dans ce domaine.

Au nom de tous ceux qui oeuvrent aux Galápagos, nous prions Mrs David Lack, qui collabora si étroitement à l'oeuvre de son mari, de croire à la part que tous prennent à ce grand deuil.

Jean DORST.

FUNDACION CHARLES DARWIN PARA LAS ISLAS GALAPAGOS
CHARLES DARWIN FOUNDATION FOR THE GALAPAGOS ISLANDS
FONDATION CHARLES DARWIN POUR LES GALAPAGOS

Créée sous les auspices de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Sciences et la Culture (UNESCO)

1, rue Ducale, 1000 BRUXELLES (Belgique)

Président d'honneur : Sir Julian Huxley

Président : Prof. Jean DORST, Muséum National d'Histoire Naturelle,
55, rue de Buffon, 75005 PARIS, France.

Vice Président d'honneur : Dr. L. JARAMILLO, Ambassadeur d'Ecuador,
37, Jabotinski, JERUSALEM, Israel.

Secrétaire général : Mr. G.T. CORLEY SMITH, Greensted Hall, ONGAR,
Essex, Grande Bretagne.

Secrétaires pour les Amériques :

Secrétaire administratif : Dr. D. CHALLINOR, Smithsonian Institution,
U.S. National Museum, WASHINGTON D.C. 20560 - U.S.A.

Secrétaire scientifique : Dr. T. SIMKIN, Smithsonian Institution, U.S.
National Museum, WASHINGTON D.C. 20560 - U.S.A.

Membres du Conseil Exécutif : Sir Robert ADEANE (London), MM. Luis
AYORA (Quito), J.G. BAER (Neuchâtel), Sir T. BARLOW (Wendover),
MM. C. BONIFAZ J. (Quito), J. BOUILLON (Bruxelles), F. BOURLIERE
(Paris), G. BUDOWSKI (Morges), H.J. COOLIDGE (Beverly), K. CURRY
LINDAHL (Nairobi), I. EIBL EIBESFELDT (Percha/Starnberg), J.-P.
HARROY (Bruxelles), F. MASLAND (Carlisle), G. MOUNTFORT (Blackboys)
S.D. RIPLEY (Washington), P. SCOTT (Slimbridge).

Commission scientifique consultative :

Président : Dr. Ira WIGGINS (Stanford, Cal., U.S.A.)

Secrétaire général : Dr. David SNOW (London, England).

Buts et objectifs de la Fondation Charles Darwin pour les Galapagos
(Art. 2 des Statuts, Bruxelles, 23 juillet 1959)

L'Association est chargée de l'organisation et de la gestion de la Station de recherches "Charles Darwin", dont le gouvernement de la République de l'Ecuador a autorisé l'établissement dans l'archipel des Galapagos à l'occasion du centenaire de l'énoncé de la doctrine de l'évolution (1858-1958).

L'Association propose aux autorités compétentes toutes mesures propres à assurer, dans l'archipel des Galapagos et dans les mers qui l'entourent, la conservation du sol, de la flore et de la faune, et la sauvegarde de la vie sauvage et de son milieu naturel. Elle arrête le programme de recherches de la Station biologique et la charge de toutes études scientifiques en rapport avec les objets ci-dessus.

Elle recueille et gère les fonds destinés au fonctionnement de la Station et à la promotion des recherches qui y ont leur base.

L'Association veille à la diffusion, par tous moyens appropriés, du résultat des travaux de la Station et de toutes informations scientifiques relatives aux réserves naturelles.