

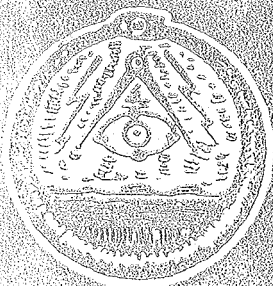
BOLETIN

DE INFORMACIONES CIENTIFICAS NACIONALES

N^{os.}
96 - 100



Dr. JULIO ARAUZ (1890-1971)



CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA

2 fdc 00016
171
.12
1.016-100
ef. 3

**BOLETIN
DE INFORMACIONES CIENTIFICAS NACIONALES**



**Este libro es propiedad de la Biblioteca
Nacional de la Casa de la Cultura
SU VENTA ES PENADA POR LA LEY**

I M P O R T A N T E

A pesar de que los autores son responsables de sus trabajos, si éstos fueren susceptibles de alguna declaración o refutación, que estamos listos a recibirlas y publicarlas, siempre que se ciñan a la corrección que debe caracterizar a toda controversia científica.

Somos partidarios del principio que de la discusión serena siempre sale la luz.

P000 538
1971
n. 96-100
f. 2

BOLETIN

Organo de las Secciones Cientificas de la Casa de la Cultura Ecuatoriana
Director y Administrador: Dr. MISAEL ACOSTA-SOLIS
Dirección: Av. 6 de Diciembre 332.-Apartado 67, Quito

Vol. XIV	Enero-Dicre. de 1971 3a. Epoca	Nos. 96-100
----------	-----------------------------------	----------------

NOTA EDITORIAL

FALLECIO EL Dr. JULIO ARAUZ

Primer Director del Boletín de Informaciones Cientificas

Después de algún tiempo de enfermedad, el 20 de Mayo de 1971 dejó de existir el distinguido catedrático universitario y Miembro Fundador de la Casa de la Cultura Ecuatoriana y Director de este Boletín Científico, señor doctor JULIO ARAUZ ALVEAR. Su muerte ha sido muy sentida en el mundo de la cultura nacional, porque deja un enorme vacío en el campo de las ciencias naturales, químicas y biológicas.

El señor doctor Julio Aráuz, nuestro querido maestro y profesor de dos generaciones universitarias, sin embargo de su muerte, seguirá guiándonos con sus sabias enseñanzas que nos dió en la Universidad Central del Ecuador y con el modelo de sus escritos, profundos y sinceros. Una de sus obras e ilusiones, la publicación de este Boletín de Informaciones Cientificas, que por su enfermedad ha estado suspensa siete años, se reanudará, precisamente en su honor y bajo la Dirección de uno de sus queridos alumnos, el que suscribe esta breve nota.

La continuación del BOLETIN DE INFORMACIONES CIENTIFICAS seguirá con la misma filosofía y el mismo objetivo de su

1953-2014

fundador: cultivar y divulgar la ciencia y la tecnología, que simboliza al progreso de los pueblos modernos. *Dado el siglo que vivimos, es un imperativo racional dar el mayor impulso en favor de la enseñanza de la ciencia y la práctica de la investigación científica, entre las nuevas generaciones; de lo contrario, el país quedará en el subdesarrollo. Pero nosotros que tenemos vocación científica y que somos naturalistas de nacimiento, no podemos dejar que esto suceda. Dentro del campo científico, en el Ecuador hay mucho, muchísimo que hacer, comenzando por el estudio e investigación de su propia naturaleza, de su biosfera y ecología altitudinal, hasta el mejor aprovechamiento de sus propios recursos naturales. Es por esto, la obra del fundador del Boletín de Informaciones Científicas, seguirá adelante. Esta es nuestra promesa!*

Dr. M. Acosta-Solís,
Director.



Dr. JULIO ARAUZ (1890-1971)

BREVES DATOS BIOGRAFICOS: Graduado de Doctor en Ciencias y Químico, en las Universidades de la Sorbona de París y en Tólosa, con el patrocinio de una beca otorgada por el Gobierno del General Eloy Alfaro, Presidente de la República del Ecuador.

De regreso al Ecuador, regentó las Cátedras de Química en el Colegio Nacional Mejía y la Universidad Central del Ecuador, en Quito. En la Universidad Central fue profesor de Química Biológica, Química Orgánica, Decano de la Facultad de Ciencias, Ingeniería, Química y de Ciencias Naturales, Física y Matemáticas.

Ocupó por muchos años, hasta su jubilación, la Dirección del Laboratorio del Banco Central del Ecuador. Miembro de Número de la Casa de la Cultura y Director del "Boletín de Informaciones Científicas". Autor de importantes trabajos científicos y publicaciones de divulgación y por haber realizado una magnífica labor en pro de la ciencia, el Gobierno de la República Francesa le otorgó en 1956 la condecoración en el grado de Caballero de la Legión de Honor.

En el campo político y gubernamental, el Dr. Julio Aráuz, fue Subsecretario del Ministerio de Educación y Secretario de la Cámara de Diputados del Congreso Nacional.

LUCHA CONTRA LA SEQUIA Y LA EROSION EN LA MITAD DEL MUNDO

20 AÑOS DE EXPERIENCIAS EN LA "QUINTA EQUINOCCIAL"
1950 - 1970

Por: Dr. M. ACOSTA-SOLIS

Director-Fundador de la Estación Experimental,
Presidente del Instituto Ecuatoriano de Ciencias
Naturales

Contribución presentada al Primer Simposio Mundial de Zonas Aridas,
realizado en México, del 9 al 12 de Noviembre, 1970 y Segunda Contri-
bución del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales al Programa In-
ternacional de Biología, 1971.

PROLOGO

Con sólo recorrer el Callejón Interandino con los ojos abiertos y con las elementales nociones de agronomía, basta para darse cuenta y afirmar que la Región Central del Ecuador representa uno de los más espantosos ejemplos de la erosión, producida por el mismo hombre y, como esta destrucción avanza con el crecimiento demográfico, más grande es la presión ejercida sobre las tierras restantes; por consiguiente, a menos que una acción enérgica y determinada sea tomada para remediar la presión humana sobre las tierras de la Sierra, esta Región está en camino acelerado al desierto.

¿De qué sirven los programas demagógicos de "mejoramiento agropecuario" y de "elevación del nivel de vida" de la población

campesina, si se permite y en ciertos casos, hasta se impulsa la destrucción del suelo arable, que es el que mantiene a la planta, al animal y produce alimentos para el hombre? No se quiere ver que nuestros ríos y torrentes corren de color de lodo por la cantidad de tierra arable que cada día llevan al mar? Cada año perdemos miles de hectáreas laborables en la Sierra Ecuatoriana. El problema no admite más discusiones. La conservación o buen manejo de nuestra tierra, es fundamental.

En vista de la alarmante realidad destructora de las tierras, principalmente andinas, el Autor de este Informe, naturalista y conservacionista de vocación, ha querido enseñar con el ejemplo y demostrar que sí es posible habilitar y rehabilitar las tierras secas y erosionadas de la Región Interandina, para lo cual tomó un lugar seco o semidesértico, arenoso, erosionado y afectado por el viento y con exceso de heliofanía o luz solar, durante todo el año. Este lugar está situado en el área Equinoccial de San Antonio de Pichincha, y el Centro de Experimentos, la QUINTA EQUINOCCIAL, una Estación de Aclimatación y de Conservación en plena xerofilia, fue establecida en diciembre de 1950.

Los experimentos conducidos en la "Quinta Equinoccial" se refieren no solamente a la conservación de los suelos y de la escasísima agua pluvial y de riego, sino también a la introducción y aclimatación de nuevas especies exóticas, leñosas, arbustivas, arbóreas y vivaces de otros medios geográficos y ecológicos semidesérticos. Los resultados de la aclimatación y desarrollo de los árboles introducidos, constan en una Tabla o Cuadro especial, y los resultados de las otras experiencias han sido publicados en varias revistas del país y del extranjero, como por ejemplo, sobre el desarrollo del pasto elefante, el uso de la giberelina, la propagación vegetativa de leñosas, la pérdida de agua por superficie cuadrada, las observaciones con la *Setaria cernua*, etc. etc.

Con la formación del bosquecillo, la "Quinta Equinoccial" se ha constituido en el refugio y nidario natural de las aves del área xerofílica de San Antonio de Pichincha, refugio que está contro-

lado y protegido para que no se realice cacería de ninguna clase. Este ejemplo práctico de protección ornitológica, debe ser imitado en los otros sectores geográficos del país y en los otros de América Latina.

Finalmente, esta Contribución que es un Informe Público de las dos décadas de trabajo ininterrumpido en la "Quinta Equinoccial", está ilustrada con 100 fotografías que han sido tomadas en diferentes años, siguiendo el ritmo de los trabajos de campo; estas fotos con las respectivas leyendas explicativas al pie de cada lámina, informan mejor que decenas de páginas escritas.

Los resultados de 20 años de experiencias conducidas por este Autor en la Mitad del Mundo, en la latitud $0^{\circ} 0' 0''$, los dedico a todas las personas de buena voluntad, agricultores y hacendados del país y del Continente, que trabajan y se mantienen de la tierra, pero que deben conservarla racionalmente, porque el suelo es el patrimonio fundamental de la familia, de la Nación y de la humanidad, del presente y de las generaciones venideras.

"QUINTA EQUINOCCIAL", San Antonio de Pichincha, Diciembre, 1970

Dr. M. ACOSTA-SOLIS, Director-Fundador de
la Estación Experimental, Presidente del Instituto
Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

LA EROSION EN EL ECUADOR

En el Ecuador, tanto la erosión superficial que comprende grandes extensiones, como la erosión profunda, son muy intensas, especialmente en la Región Interandina, como en las laderas exteriores de las Cordilleras; erosión que se manifiesta también en la Costa y en el Oriente, que tienen topografía ondulada por la serie de pequeñas cordilleras y colinas que a ellas decurren desde los Andes.

Muchas localidades de la Región Interandina dan muestras de una severa erosión; esto se evidencia de una manera particular en el Norte, donde buena parte de la tierra se la usa para el pastoreo de chivos y ovejas; aquí, el suelo está sobre una capa impermeable y cementada y a una profundidad aproximada de casi un metro. Durante los períodos de fuerte lluvia la humedad es absorbida como para sobresaturar el suelo, que en ciertos lugares se desliza o corre por el influjo de la gravedad, dejando así al descubierto el subsuelo o la capa rocosa. En la parte subandina del país, hay una gran faja de tierra ladera, con chaparrós y con suelos de poca profundidad que en su mayor parte descansan sobre esquistos o pizarras. Estos suelos están sujetos a una agricultura nómada y por consiguiente a la destrucción de la vegetación forestal y de las formaciones secundarias; aquí la erosión se presenta en forma acelerada. El valle superior del Amazonas está tan escasamente poblado, y prácticamente no se conoce una ero-

sión acelerada, con excepción a lo largo de los cauces fluviales.

Al Norte de la ciudad Capital del Ecuador, Quito, hay una Región semi-árida que se usa de una manera extensiva para el pastoreo de ovejas; las laderas son fuertes y por lo tanto la erosión aquí es generalmente seria.

Las prácticas agrícolas en la Sierra han cambiado muy poco bajo la influencia de la población europea; con excepción de la introducción del trigo y la crianza de ganado lanar y vacuno. De una manera local se han efectuado algunos ensayos de terraceado en laderas de las más densamente pobladas, en cuencas intermontañosas y en algunas haciendas de propietarios progresistas. Muchas terrazas de éstas han dado buenos resultados y son dignas de imitación. La rotación de cultivos que incluye la producción de plantas de raíces fibrosas y la incorporación de materias orgánicas, podrían seguramente contribuir al aumento de los rendimientos y disminución de los peligros de la erosión; pero hay el considerable peligro de que ocurra una serie erosiva en las tierras recientemente desmontadas de las cuencas intermontañosas, donde el crecimiento de la población avanza rápidamente. La mayor parte de estos "desmontados" se los hace en las pendientes fuertes y, el manejo de la tierra, incluyendo las prácticas de conservación de suelo, no se aplica.

Áreas extensas de las estribaciones andinas se adaptan bastante bien a la agricultura tropical, particularmente en lo que respecta al cultivo del café y a otros productos tropicales, pero la carencia de conocimientos conservacionistas de parte de sus propietarios y "afincados", no han utilizado las prácticas aconsejadas por la técnica; presentándose por esto, en la faja subandina subtropical grandes lacras causadas por el cáncer erosivo.

Las áreas de la Región Interandina con marcada erosión de sus suelos son:

- 1º El área de Bolívar, Provincia del Carchi, con terrenos "cangaguosos", mostrando el clásico paisaje ruiniforme, no sólo

por la falta de vegetación indígena, sino limpiada de su capa de suelo, por la acción del viento. Aquí son cientos de hectáreas que han sido destruidas por la erosión eólica y el mal manejo del propio hombre.

2º Las laderas del Río Chota, con suelo arcilloso arenoso y morenaico, entre Carchi e Imbabura. Aquí las esporádicas pero torrenciales lluvias han acabado con cientos de hectáreas de tierra buena y han dejado grandes cárcabas en las laderas.

3º En Cangahua y Otón (Prov. Pichincha) con superficies de toba volcánica y aunque con poca inclinación, la erosión eólica y la pluvial y el pésimo manejo del agricultor local, ha transformado en verdaderos eriales grandes extensiones de tierra.

4º En las mismas goteras de la ciudad de Quito, frente a "La Floresta" y al otro lado del río Machángara, tenemos un ejemplo patético, con un cuadro de desolación, en las extensas torrenteras y por otra parte, casi todo el sector xerófito de Puembo, Pifo, Yaruquí, El Quinche, etc. de la misma Provincia de Pichincha, están muy erosionadas; en varios sectores es posible la rehabilitación.

5º Entre Pomasqui y San Antonio, Guayllabamba y Calderón de la misma Provincia de Pichincha, existen inmensas secciones de erial o calveros debidos no sólo a la sequía, sino a las esporádicas pero tempestuosas lluvias.

6º Entre Panzaleo, Yambo y Unamuncho, entre Cotopaxi y Tungurahua, existen grandes extensiones erosionadas, principalmente por el mal manejo dado a esas tierras.

7º En la Provincia de Chimborazo hay mucho suelo erosionado, especialmente en Colta, Columbe, Guamote, Cajabamba, Alau-

sí-Chunchi, etc. La erosión de estos lugares es debido principalmente al mal manejo de las mismas por sus propios dueños; pero, es posible habilitar y rehabilitar.

8º Donde existe otro estado alarmante de erosión del suelo interandino, es en la Provincia del Azuay, laderas cuyo subsuelo está formado por arcillas de sedimentación lacustre terciaria; aquí, lo rico es el fondo de sus estrechos valles, pero, que también están empobreciéndose con el material estéril bajado de las laderas con las aguas torrenciales; tal vez a esto se debe la marcada inclinación de sus habitantes para trabajos manuales poco remunerados, como la manufactura del sombrero de paja toquilla. La erosión de las laderas en el Azuay es tan grande que no sólo vienen destruyendo el suelo de cultivo, sino también las vías de comunicación, puentes y poblados.

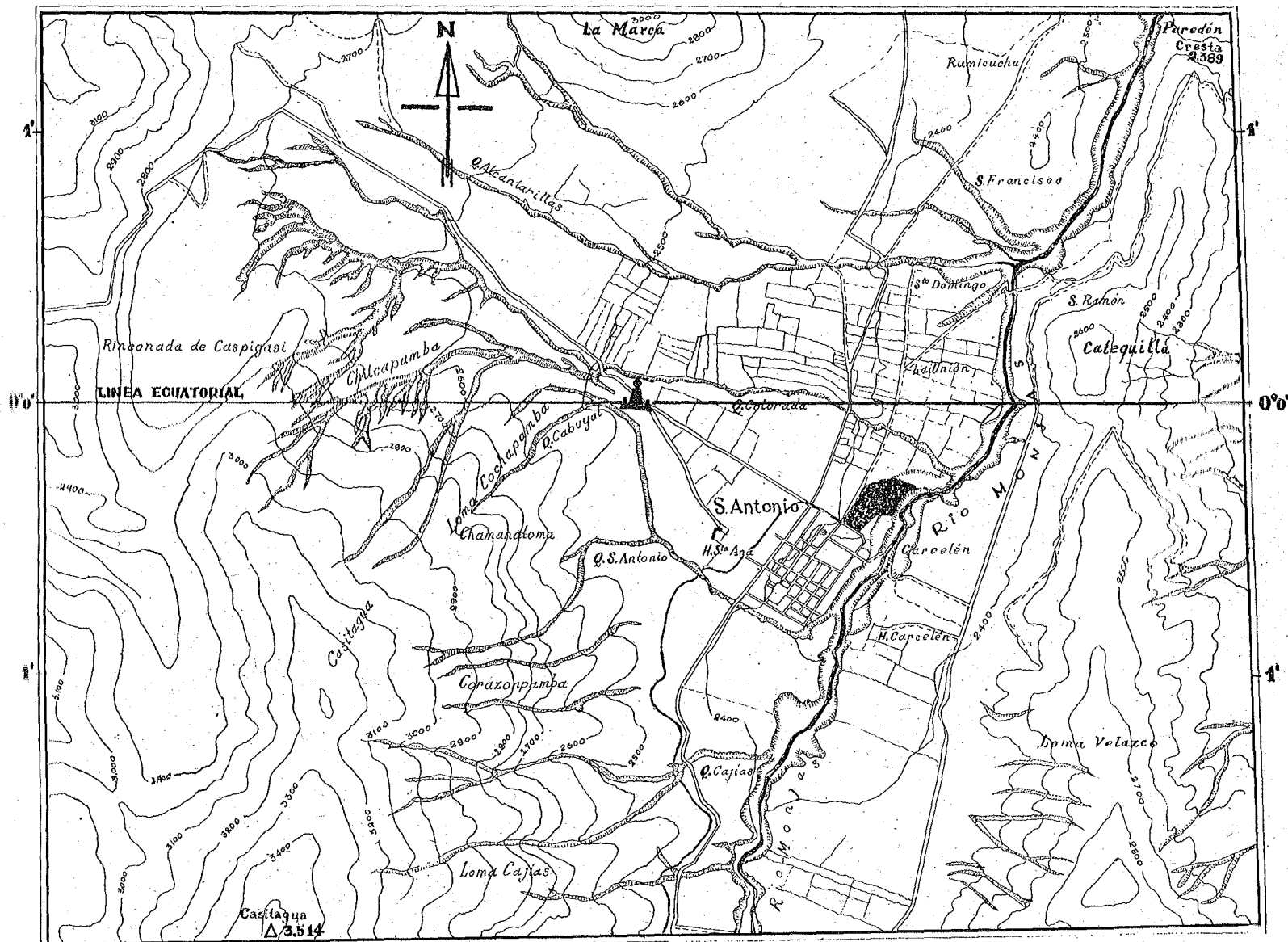
9º En la Provincia de Loja, la erosión del suelo es también marcada, debido principalmente a su topografía muy accidentada, que al decir del geógrafo Teodoro Wolf, la Provincia de Loja es como "un pañuelo muy arrugado", con suelos arcillosos en su mayor parte, y clima lluvioso en muchos sectores. Aquí es donde se presentan los más típicos paisajes de erosión pluvial y eólica en sus diversas categorías.

10º Al presentar una lista completa de los sectores o áreas erosionadas, el Ecuador tendría que ocuparse de las 3 regiones con marcada erosión en el país, sin que se libren muchas secciones de la Costa y del Oriente, que tiene topografía ondulada y con pequeñas cordilleras, y sobre todo, en los declives exteriores de las Cordilleras, donde la tala descontrolada de la selva, viene contribuyendo para la pérdida del escaso suelo superficial y el desequilibrio climático y biótico de las mismas secciones.

De la lista general de los sectores o áreas erosionadas del

Ecuador Central, en esta Contribución se presenta solamente el caso del sector Equinoccial y de éste, sólo el área de San Antonio de Pichincha, donde está localizada la QUINTA EQUINOCCIAL y donde el Autor ha realizado durante 20 años, experimentos de *introducción y aclimatación* de especies vegetales y trabajos de CONSERVACION de los suelos, a base de escasísima cantidad de agua lluvia y de un riego artificial irregular o esporádico.

AREA EQUINOCCIAL DE SAN ANTONIO DE PICHINCHA



MONUMENTO EN LA LINEA ECUATORIAL



QUINTA EQUINOCCIAL



PRINCIPALES ALTITUDES



CURVAS DE NIVEL



VIALIDAD

ESCALA: 1: 50.000

GEOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL AREA EQUINOCCIAL

1.— DESCRIPCION DEL LUGAR: TOPOGRAFIA, CLIMATOLOGIA Y VEGETACION.

El área que aquí titulo “mitad del mundo”, está localizada en toda la Línea Equinoccial, en la latitud 0^o, y políticamente dentro del territorio de la República del Ecuador, y como es lógico, geográficamente hablando, todo otro lugar situado en torno a la faja o cinturón ecuatorial, también estará en la “mitad del mundo”, en Asia, Africa, América, los océanos Pacífico, Atlántico e Indico; pero, cada lugar, aunque se suponga teóricamente, con clima y vegetación tropicales, megatérmicos y macrofíticos, tienen diferentes ecologías, suelos y biotas. Esto es debido a diferentes causas o factores, pero principalmente a la orografía, altitud sobre el nivel del mar y a la proximidad del mar a las áreas o a la influencia de las corrientes marinas sobre las costas de los continentes. *La faja ecuatorial de Sudamérica*, por ejemplo, presenta una gran gama de ecologías y vegetaciones desde la desembocadura del Amazonas y siguiendo la línea 0^o hasta las estribaciones inferiores del Cayambe, la ecología y vegetación es esencialmente tropical e higromacrotérmica; pero, desde el Cayambe hacia el Occidente, dentro del territorio ecuatoriano, la faja ecuatorial presenta una gama panorámica, ecológica y vegetativa, con nevados, áreas frías

gidas, temperadas, xerófilas, higrófilas, etc. debido principalmente al factor orográfico-altitudinal.

El área equinoccial de esta Contribución, titulada "mitad del mundo", corresponde a un sector interandino y xerófilo del valle del río Guayllabamba. Véase el mapa.

Geográficamente el área está en plena Línea Equinoccial, desde Caspigasí al pie de Guachalá y desde Perucho, Puéllaro, Jerusalén y Pisque, hasta Tumbaco y Pifo, es decir, una superficie de más de 1.200 kilómetros cuadrados.

Dentro de este sector xerófilo está el área de San Antonio de Pichincha, donde está situada la Estación Experimental de Conservación, bautizada geográficamente como QUINTA EQUINOCCIAL. El área de San Antonio, el valle seco situado entre los cerros de Casitagua, Papo, Carcelén, Catequillá y luego en la pampa entre Casitagua, Padre-rumi y los cerros de La Marca, hasta Runicucho, tienen como desagüe natural el riachuelo de Pomasqui, que luego recibe el nombre de "Monjas", hasta desembocar en el río Guayllabamba.

En la "Quinta Equinoccial" y sus alrededores han sido conducidos los experimentos de introducción, aclimatación y propagación de especies resistentes a la sequía, así como los trabajos de conservación de las tierras y la poquísimas agua pluvial y de riego. El ejemplo de los trabajos realizados en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial" ha sido imitado por los propietarios progresistas del área equinoccial, no sólo de San Antonio de Pichincha, sino de los otros sectores del área equinoccial, desde Calderón a Otón y Cangahua, desde Caspigasí y Pomasqui hasta El Quinche, etc. Más de 20 mil personas, principalmente agricultores y propietarios rurales han visitado la "Quinta Equinoccial". La Estación Experimental ha influido en la forestación y cobertura protectora de muchas áreas desérticas de la Región Interandina del Ecuador.

Las áreas áridas de la planicie estudiada, presentan a simple vista las siguientes características: paisaje general árido, lade-

roso y denudado del manto superficial, los ángulos de las colinas son casi redondeados, planicies adyacentes altas, arenosas y azotadas fuertemente por los vientos orientales y occidentales, según los meses del año; quebradas y cárcavas profundas con cauces de piedra y cantos rodados de varios tamaños, de ángulos y bordes agudos como si fueran recién dinamitados en la cantera, demostrando claramente de que no corrieron mucho, ni fueron afectados por la acción de agua ni los agentes meteorológicos. Las laderas son áridas y "peladas", sin nada de "tierra agrícola" o de suelo vivo y con numerosas cárcavas cada vez más profundas. Los suelos son alcalinados, principalmente calcáreos, pero estos suelos sujetos al riego artificial y al abonamiento orgánico, se transforman en excelentes tierras agrícolas.

Sobre la composición química de las tierras de las capas paralelas (horizontes grisáceos) del perfil natural y hondo, a lo largo del cauce del río de San Antonio, que pasa por el pie SO de la "Quinta Equinoccial", el siguiente Cuadro Analítico, correspondiente a 2 muestras de puntos diferentes, orientará en favor del uso que se debería dar a dichas tierras excavadas:

	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Color	gris-oscuro	negro
Textura	franco-limoso	franco arenoso
Materia Orgánica %	8.18 conten. alto	30.92 conten. alto
Nitrógeno Total %	0.40 " alto	1.54 " alto
Fósforo p.p.m.	16.9 " mediano	8. " bajo
Potasio p.p.m.	60. " bajo	25. " bajo
pH	7.2 " neutro	3.95 " muy ácido

Estos análisis han sido realizados por la Ing. Beatriz Hidalgo, Jefe del Laboratorio de Suelos del Ministerio de Agricultura, Quito-Ecuador.

Para dar una orientación más completa al Ecólogo, Geobotánico y Conservacionista, sobre el área presentada como Estación

de Secano, los siguientes datos meteorológicos orientarán sobre el "medio" que se ha venido trabajando: Temperatura promedio anual: 17 grados C.; Máxima Promedia Anual 27 grados C.; Mínima Promedia Anual 13,5 grados C. Las oscilaciones entre las mínimas y máximas varían considerablemente de 0 grados C. a 24 grados C. La cantidad de lluvia anual está calculada en 350-450 milímetros. Estos datos aquí presentados pueden variar de una área a otra del mismo valle, debido a los diferentes "factores locales", pero principalmente debido a los vientos dominantes durante los diferentes meses del año, como por ejemplo los occidentales de octubre a junio, que son húmedos, y los orientales de julio a septiembre, que son secos y más fuertes, hasta destructores (léase la Contribución N° 23 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, titulada: LAS TIERRAS XEROFILICAS DE LOS VALLES DEL CHOTA Y GUAYLLABAMBA, Quito, agosto de 1953).

En cuanto a la *VEGETACION EQUINOCCIAL*, ésta está formada por las siguientes características fitosociológicas: Asociaciones puras (Consocietas) pero esporádicas de *Croton wagnerii*, *Duodona viscosa*, *Baccharis polyantha*, *Hedyoites ericoides*, *Onoseris hyssopifolia*, etc. Frecuentemente *Croton* y *Duodona* se asocian (Associes) o también viven formando "cúmulos" aislados o "gregios". Entre estas asociaciones no faltan los "Bidetums" formados por *Bidens leucantha* y *B. humilis*. En los terrenos agrícolas abandonados es común observar asociaciones de *Bidens leucantha* y *Shkuria abotanoides*, y en las laderas más áridas "Associetas" de *Convolvulus incanus* *Onoseris prostata* y de *Hedyoites ericoides*; *Bidens humilis* se extiende por todas las Sinecias.

En forma asociada a los cercos vivos de *Agave* y *Opuntia* o en "Cumulus" esporádicos, hállase *Lycianthus* sp. *Witherringia rhomboidea*, *Lantana* sp. y *Buetneria ovata*. Asociados o esporádicos se encuentran los árboles de "campeche" (*Tara spinosa* syn. *Coultheria tinctoria*), "algarrobos" (*Acacia pellacantha*) y los casi arbóreos de *Mimosa quintensis*, que son leñosas económicas más des-

tacadas dentro de la chaparrada vegetación xerófila. El "chólán" (*Tecoma stans* var. *velutina*) y el "quishuar" (*Budleia incana*?) son arbolitos vistosos por su floración amarillo vivo o por el tronco muy retorcido, respectivamente, y ambas especies alcanzan mejor desarrollo con la influencia del riego o en las áreas agrícolas irrigadas.

Entre las formaciones arbóreas de *Coultheria tintoria* y *Acacia pellacantha*, destácase otros componentes vegetativos como cactáceas y crasuléntas, características de las tierras semidesérticas. Entre las cactáceas, son comunes *Opuntia cilíndrica*, *O. tuna*, *O. ferox*, *Borzicactus veintimigliae*, etc. Entre las crasuléntas se destacan *Byophyllum callycinum*, *Sedum* sp. *Echeverrya* sp. y esporádicas *Oxallis* enclavadas entre *Sedum*. De las "Acanthoroseletum" son muy comunes y muy destacados los *Agave*, *Fourcroya* y *Aloe*, esta última perfectamente naturalizada.

Entre las gramíneas son comunes las siguientes especies que viven esporádicas o asociadas, formando Consocietas o "cúmulos": *Sporobolus poiretii*, *Chaetochloa geniculata*, *Cynodon dactylon*, *Polypogon elongatus*, *Setaria cernua*, *Festuca megalura*, *Eragrostis nigricans*, *Cenchrus equinoccialis*, *C. echinatus*, *Stipa ibarrensensis*, *Setaria geniculata*, *Cortaderia rudiusscula*, *Andropogon saccharoides*, *Aristida adscensionis*, *Distichlis spicata*, *Eragrostis lurida* (en los cultivos), *Muhlenbergia microsperma*, *Pappophorum pappiferum*, *Paspalum distichum*, *Stipa ichu* (en la parte alta) *Tragus berterianiamus*, etc., pero las más comunes y hasta dominantes son *Cynodon dactylon*, *Sporobolus poiretii*, *Cenchrus echinatus*.

Del "Proteratum" son frecuentes, sobre las piedras y superficies rocosas, líquenes de los géneros *Usnea* (*U. barbata*) y *Parmelia* (*P. perlata*), presentándose a través de todo el año en forma seca o marchita.

2.—METEOROLOGIA

De las observaciones realizadas en la "Quinta Equinoccial" situada en San Antonio de Pichincha, he logrado confeccionar el siguiente cuadro meteorológico, correspondiente al promedio de 1950 a 1969:

METEOROGIA GENERAL DE LA QUINTA EQUINOCCIAL Y EL ÁREA DE SAN ANTONIO, PROMEDIO DE LAS OBSERVACIONES DE 1950 a 1969

MESES	Heliofanía Media	Temperatura Media	Humedad Rel. media	Lluvia Media	Evaporación Media
Enero	190.2 Ha.	18.5° C.	82.8 %	40.0 mm.	83.0 mm.
Febrero	202.2	17.6 "	14.4 "	37.3 "	78.2 "
Marzo	212.0	16.9 "	82.2 "	35.5 "	78.2 "
Abril	212.3	16.8 "	77.0 "	4.2 "	70.7 "
Mayo	255.1	16.5 "	76.5 "	38.0 "	75.0 "
Junio	250.0	16.0 "	75.0 "	18.0 "	75.2 "
Julio	250.3	16.0 "	78.5 "	1.0 "	92.0 "
Agosto	183.1	16.0 "	82.2 "	1.6 "	90.4 "
Septiembre	150.2	17.6 "	72.2 "	72.4 "	63.5 "
Octubre	164.2	17.8 "	80.1 "	58.3 "	56.4 "
Noviembre	220.0	18.0 "	79.0 "	36.5 "	81.5 "
Diciembre	195.6	18.5 "	82.0 "	42.0 "	90.0 "

Valores: Los valores de la *Heliofanía* están dados en horas y décimos de horas, calculados como promedio en los años de observaciones, dentro del respectivo año; la *Temperatura* está representada en grados centígrados y corresponde a los valores medios mensuales; la *Humedad Relativa* está expresada por el tanto por ciento correspondiente a los valores medios mensuales respectivos, la *Lluvia* y la *Evaporación* están representadas en milímetros y décimas de milímetros y corresponde a la suma mensual respectiva.

Los *Valores Medios* del Cuadro confeccionado, son relativos

y, por lo mismo, no pueden ser considerados como definitivos. Los factores que influyen en la evapotranspiración de las áreas equinocciales de San Antonio de Pichincha son: la radiación solar, las oscilaciones térmicas variables del día a la noche dentro del mismo día, la escasísima cantidad de agua disponible para la capa radicular vegetal, la constitución porosa, suelta y seca del suelo volcánico, la presencia de las sales naturales disueltas, etc., etc.

La cantidad y la rapidez de la evaporación depende de la velocidad con que el agua es repuesta en la superficie. La reposición de la humedad en la capa superficial y radicular de las tierras mediante la capilaridad, desde las capas inferiores a las superiores, según las investigaciones, absorbe desde los 3 ó 4 metros de profundidad, aunque puede ser interrumpido por causas diferentes, como lluvias esporádicas en pleno período de sequía, capas impermeables en el subsuelo, bajo los 2 ó 3 metros de profundidad, etc. Si se considera que los diferentes horizontes o capas de suelos tienen diferencia de temperatura y humedad, la circulación del vapor del agua será de las capas de mayor temperatura a las de menor temperatura y las de mayor humedad a las de menor humedad; en la capa superior del suelo o sea en la superficie, el movimiento de la humedad dependerá también de diferentes factores, como el contenido de agua en la superficie, velocidad con la que ésta es repuesta, diferencia de temperatura entre el suelo y la capa inmediata del aire, constancia y velocidad de las corrientes aéreas, etc., etc.

La radiación solar, la temperatura de las 6 horas intermedias de cada día de 9 a. m. a 3 p. m., influyen decididamente en la evaporación de las tierras de la Línea Equinoccial de San Antonio de Pichincha. La acción de los vientos es efectiva sobre la evaporación de los suelos, debido al continuo movimiento de las masas de aire en la atmósfera, movimiento que depende a su vez de la diferencia de presión local y altitudinal; los vientos secan los suelos porque la evaporación natural de estos es llevada inmediatamente; el equilibrio de las capas bióticas se realizará a

expensas de la humedad de las capas inferiores; como se explicó, sube por capilaridad, por ósmosis del sistema radicular de las plantas. La evaporación del agua con sales disueltas, es menor que la de aguas puras; se ha calculado que la evaporación de las aguas del mar es de 4 a 8% menor que la de aguas dulces.

A base de las observaciones meteorológicas, no solamente en San Antonio, sino de las secciones semejantes por su aridez y vegetación espontánea (Guayllabamba, Ambato, Ibarra, la Península de Santa Elena, etc.), he podido establecer algunas adecuaciones para mis investigaciones sobre la evaporación directa de los suelos de la QUINTA EQUINOCCIAL, pero principalmente por medio del método de las "superficies expuestas", o sea lotes o superficies de 1, 4, 10, etc. metros cuadrados del área estudiada; estas superficies cuadradas han sido separadas del resto del suelo por medio de tablas de cemento o de material plástico, inclusive láminas de zinc, sin necesidad de hacer comunicaciones ni construcciones subterráneas desde la superficie evaporante, ni recipientes de colección, porque en las tierras Semidesérticas de San Antonio, las precipitaciones son pobres y la evaporación inmediata, con el sol y el viento del siguiente día, como en todas las tierras xerofílicas equinociales.

3.— EXPLICACION DE LA SEQUIA DE LAS AREAS EQUINOCCIALES

Muchas personas saben o conocen que las áreas equinociales y principalmente las de Guayllabamba, Puéllaro, Tanlagua, San Antonio y Calderón, Perucho, son secas o semidesérticas y geobotánicamente denominados "xerofílicas". Estas áreas están constituidas por tierras arenosas y secas, sueltas o deleznales. Entonces la pregunta inmediata sería: ¿Por qué son secas? Y la respuesta: porque no hay lluvia ni suficiente agua de riego. Entonces, ¿por qué no hay lluvias? He aquí la explicación.

Algunas personas, podrían tratar de explicar la escasez de agua de lluvia de las áreas equinociales de Tanlagua y San Antonio, por efectos cósmicos, por la situación geográfica y por la topografía. Pero la verdadera explicación se puede hacer solamente a base de las observaciones en el propio lugar. Dos son los factores que impiden las lluvias más frecuentes en las áreas aquí presentadas: las fuertes corrientes aéreas o vientos o la fuerte insolación que calienta el ambiente local, sin permitir la condensación de las corrientes húmedas que vienen del Occidente por las abras naturales de Guayllabamba y Pululagua. Los vientos húmedos que vienen de la Región Occidental al entrar al pequeño valle pasan rápidamente en dirección Norte Sur o de NW. a SE., sin detenerse en San Antonio, porque no existen obstáculos naturales, colinas o elevaciones con vegetación natural ni artificial; además, la velocidad de las corrientes aéreas se hacen más intensas cuando se unen las corrientes del Occidente y del Oriente a 4 ó 5 kilómetros al N. de San Antonio, para seguir como una sola y grande hacia Pomasqui y Quito, donde encontrando factores desfavorables (menor temperatura), se descargan en forma de lluvias o precipitaciones en diferentes intensidades, según la cantidad de humedad acarreada por los vientos y el mayor o menor descenso de la temperatura topográfica.

En las áreas de San Antonio sucede un fenómeno físico o meteorológico digno de estudiarse: suponiendo que las corrientes aéreas de la Región Occidental vengán saturadas o casi saturadas de humedad, pero al pasar por San Antonio de Pichincha no se precipitan, porque el aire de la atmósfera local está caliente, debido a la insolación permanente que caldea casi las 12 horas del día. Las corrientes húmedas que vienen de Occidente o también del lado Oriental, con probabilidad de llover, al encontrarse con una gran masa de aire caliente, se atomiza y se eleva más y es llevada y alejada por los vientos. La causa de las sequías de las áreas de Guayllabamba, San Antonio, Marianita y Calderón es diferente a las sequías de las costas del Perú y de nuestra Penín-

sula de Santa Elena. En las costas del Perú y Santa Elena existe la influencia de la corriente marítima antártica, fría y seca de Humboldt; esta corriente marítima al pasar bordeando las costas, absorbe toda la humedad ambiental, sin que permita producir precipitaciones, además, el aire de estas costas por ser arenosas, sin vegetación y también insoladas, produce una biósfera siempre abrigada o caliente, que al igual que las áreas equinociales de San Antonio, en lugar de favorecer la precipitación, ahuyenta por la atomización de sus moléculas acuosas.

En las áreas de San Antonio, habrían posibilidades de lluvias más frecuentes, si los contrafuertes que le rodean longitudinalmente al Occidente y al Oriente, estuvieran cubiertos de vegetación arbórea. La vegetación y principalmente los bosques, debido al fenómeno biológico de la evaporación y la transpiración de las plantas, produce un microdescenso de temperatura, descenso que por pequeño que sea, favorece a la precipitación de las nubes y corrientes aéreas húmedas que alcanzan a pasar por dichas formaciones; pues, la prueba efectiva y prácticamente visible se puede observar en el lomo del Padre-Urco y en la cúspide del cerrito del Casitagua; aquí las pocas nubes y corrientes húmedas que alcanzan a pasar, generalmente se condensan o precipitan y el resultado es que en esta altura se cultivan papas y otras especies agrícolas, sin riego artificial de ninguna clase. En cambio, las corrientes y nubes que pasan por el valle de la biósfera caliente, las precipitaciones no se realizan. Este fenómeno he venido observando por horas y días desde un lugar estratégico de la QUINTA EQUINOCCIAL, situado en todo San Antonio de Pichincha. Por esta Estación Experimental Forestal y de Conservación, pasan en forma normal, de las 5 de la tarde o a veces más temprano, en los meses de Mayo a Agosto y a veces hasta Septiembre, considerables cantidades de corrientes de aire húmedo y niebla y sin embargo de pasar tan bajas, nunca se precipitan en forma de lluvias. Pero en el futuro, con el pequeño bosque que está plantado experimentalmente y que se sigan plantando, creo que habrán po-

sibilidades de condensación. Estaré atento mientras viva, a seguir el curso y el cambio del fenómeno. Pero lo relativo a la formación del "Microclima" del rodal, está creado y espero demostrar prácticamente en un futuro muy próximo, que es posible crear nuevo ambiente biotopológico, en pleno semidesierto. Los rusos y los norteamericanos han transformado con su ciencia y su técnica, áreas inhóspitas de la Siberia y desiertos de California, respectivamente, en tierras productivas y agrícolas. Y por qué no podemos hacer nosotros, lo mismo y hasta mejor?

Las lluvias que caen en forma esporádica en San Antonio y principalmente desde mediados de Septiembre hasta principios de Mayo, apenas alcanzan a los 400 milímetros por año (véase mi libro titulado: "La vegetación del Norte de Quito".— Imp. de la Universidad Central, 1940); pero, desde 1955 a 1957 inclusive, la lluvia disminuyó mucho más, alcanzando apenas 320 mm. y aún menos de 1960 a 1961; es decir una cantidad mínima para la agricultura económica, teniendo en cuenta que los suelos son sumamente secos y arenosos, esa poquísimas cantidad de agua llovida o precipitada, se pierde inmediatamente y otro porcentaje se evapora por la excesiva insolación. Otras veces, las precipitaciones que caen lo hacen en forma brusca o de tempestades, de tal manera que el agua que cae en forma de lluvias, en vez de ser aprovechada, causa daños, y grandes arrastres de tierra, formando cada vez quebradas y cárcavas, cada vez más profundas, pero sin que nadie se preocupe de proteger sus propios suelos. Esta es la razón por qué en las áreas semidesérticas de la Línea Equinoccial, sin embargo de tener escasísima lluvia, se observa por todas partes los efectos de la erosión no sólo en las laderas o tierras inclinadas, sino aún en las planas.

De los estudios realizados en el sector equinoccial de San Antonio de Pichincha, se puede sacar las siguientes conclusiones:

- 1.— Las zonas semiáridas son regiones donde la evapotranspiración (evaporación del suelo y transpiración de la planta), es

mayor que la precipitación. El déficit resultante debe ser cubierto por el agua subterránea, o por el riego artificial, pero si no hay éstas u otra fuente, el área seguirá siendo desierto.

2.— Las zonas semiáridas están caracterizadas por su gran variabilidad en la cantidad y frecuencia de lluvias. El valor medio mensual o anual, en ningún caso es frecuente, sino el resultado de meses o años, por arriba o por debajo del valor medio.

3.— Los años secos son la característica de zonas semiáridas, puesto que el guarismo del término medio significa a "modo", el límite inferior para el desarrollo normal de las plantas; por lo cual todos los años que estén por debajo del mismo (y esto es el 50% de los años), se caracterizan por tener una sequía prolongada, en grado mayor o menor.

4.— Durante los meses de Mayo a Septiembre en el área equinoccial, las lluvias son ausentes aún en "años muy lluviosos". El carácter del año pluviométrico está determinado sólo por las lluvias de Septiembre a Mayo, que aportan el 85 ó 90% de las lluvias anuales. Desde que existen observaciones meteorológicas para esta área, no se manifiesta una tendencia unidireccional, en sentido positivo, de la cantidad de lluvia; en cambio se van acentuando los períodos de años con lluvias deficientes, lo que en ningún caso significa "el principio" de un cambio climático. Desde luego, el registro pluviométrico existente es demasiado corto, para establecer la duración más probable de estos períodos (secos y húmedos). Años aislados se destacaron por una precipitación muy escasa, como en áreas desérticas.

5.— Las lluvias en "la mitad del mundo" provienen en su mayoría, de procesos meteorológicos noroccidentales y occidentales, mientras que la influencia local sobre su intensidad y frecuencia, es insignificante. Por lo tanto, la plantación de árboles

en zonas semiáridas y áridas no tienen ninguna influencia sobre las precipitaciones, ya que no aumentan la humedad de la atmósfera media y alta; por el contrario, tienen un efecto contraproducente para el balance hídrico total de la zona, puesto que los árboles "bombean" el agua subterránea hacia el aire, de donde es llevada por los vientos a otros sectores.

6.—La sequía, como se presenta hasta ahora en las áreas equinocciales del Ecuador, debe contemplarse como "fenómeno normal" de este sector, aunque puede ser también el indicio de que en un futuro próximo, los años secos pueden ser más frecuentes que en las décadas pasadas, como se observa en los gráficos que señalan los períodos cíclicos.

4.—ESTADO ACTUAL Y USO DE LAS TIERRAS EQUINOCIALES

Como se explica en la descripción general del área geográfica, el paisaje del sector Equinoccial, desde Pomasqui al otro lado del río Guayllabamba y desde el pie oriental de los cerros de Casitagua y de La Marca, hasta Otón y Cayambe, en línea W-E, es seco y semidesértico y con grandes extensiones de tierras laderasas y terriblemente erosionadas. Las fotos adjuntas ilustran gráficamente al lector interesado en esta clase de estudios. De acuerdo a la Ecología y Orografía y a la formación de las tierras equinocciales (secas, volcánico-arenosas y sueltas) que ha sido explicada, el paisaje es *xerófito* y su vegetación, *xerofílica*.

Las laderas y contrafuertes que decurren al río Guayllabamba y a las quebradas, muestran la constitución de sus perfiles geológicos y edáficos de naturaleza volcánica: arena, ceniza y bomba granulosa. Debido a esta constitución, los deslaves y "resbaladeros" de tierra son frecuentes en las áreas de plano inclinado y en las quebradas.

En este amplio sector de topografía accidentada, existen áreas laderasas, valles y planicies, cañadas, grandes y profundas quebradas y también explanadas; pero, el paisaje en todas ellas es árido. La vegetación preséntase verde y lozana solamente en las tierras que tienen riego artificial. Cuando se viaja en avión por este sector equinoccial, casi todo el paisaje es xerofílico, con enclaves esporádicas de vegetación cultivada; alfalfares, maíz, eucaliptos y árboles frutales.

EL USO AGRICOLA de las tierras Equinocciales de San Antonio de Pichincha y adyacentes, realmente es reducido, debido a la falta de la humedad necesaria para el desarrollo, fisiológico de las plantas; la precipitación anual promedia en el sector es de menos de 400 mm.; el agua de riego, donde hay acequias, es inconstante y escasa para poder contrarrestar la pérdida del agua fisiológica, por la excesiva evapotranspiración y por la absorción a lo largo de las mismas acequias de tierra porosa (ávida para absorber toda gota de agua). Físicamente hablando, la pérdida del agua en las áreas equinocciales se debe a la gran insolación y a los vientos noroccidentales y orientales que completan la desecación de las tierras.

De acuerdo al ambiente seco, o semidesértico del área equinoccial estudiada, el uso agrícola de las tierras es reducido; la mayor parte sujeta a la época de lluvias (de octubre a marzo y abril) para sembrar maíz, cebada, trigo, algunas leguminosas: fréjoles, arverja, habillas, "chochos" o *Lupinus albus*, etc. y donde existe el riego conducido, se mantienen huertos y alfalfares. El maíz y maní son cultivados con más frecuencia en San Antonio, luego el chocho y la quinua (*Chenopodium quinua*). En general todos estos cultivos están sujetos a la temporada de lluvias.

Gran parte del área equinoccial muestra pequeñas plantaciones de cabuya (*Fourcroya* sp.), por lo menos a los lados de los caminos o bordeando las heredades y parcelas de los terrenos. También existen árboles de eucalipto común (*Eucalyptus globu-*

lus) en forma de plantaciones macizas y en filas a lo largo de los caminos y linderos.

No existe una estadística del uso y extensión de los cultivos del sector Equinoccial, como tampoco de los otros sectores más productivos de la Región Interandina; pero, en forma general, se puede establecer que el uso agrícola de las tierras de San Antonio, Tanlagua, Calderón, Otón y el Pisque y áreas adyacentes, es ínfimo. La agricultura está confinada a las áreas planas o ligeramente inclinadas, desde Caspigasí, Romicucho y Tanlagua hacia Calderón y al otro lado del farallón del río Guayllabamba. De los mil y más kilómetros cuadrados de tierras secas del área equinoccial, anualmente no se cultivan ni la décima parte de esa extensión territorial.

Si hubiera riego artificial en el área equinoccial, el desierto sería vencido y la agricultura sería, de acuerdo al clima y a la constante temperatura a través de todo el año, ininterrumpida.

5.—CAUSAS EROSIVAS DEL AREA EQUINOCCIAL

En el sector equinoccial de San Antonio de Pichincha y áreas adyacentes, además de las dos causas ya conocidas (vientos fuertes y lluvias esporádicas, pero a veces tempestuosas), existe otro factor determinante de la erosión acelerada de las tierras locales: la intensa acción solar en un ambiente despejado y seco. Este factor *heliólico*, pocas veces se ha mencionado en la erosión de las tierras en general; solamente se ha tomado en cuenta la acción *pluvial* (lluvias) las aguas corrientes y la acción *eólica* o de los vientos; pero, en las tierras equinocciales de San Antonio de Pichincha y adyacentes, el *factor heliólico*, deberá ser tomado muy en cuenta, al hablar de los fenómenos erosivos. A continuación explico la acción de cada uno de los 3 factores que inciden en la erosión del sector equinoccial, objeto de este informe.

1º *La Acción Solar o Heliólíca*

Esta acción es la más constante y activa, aunque aparentemente la de menor impacto. Nadie ha mencionado esta acción como agente activo de la erosión de las tierras, y menos todavía haberse realizado investigaciones concretas de la física-mecánica y la dinámica de los suelos, siguiendo observaciones controladas en uno o varios puntos, cada cierto número de horas, días y años, para poder establecer no sólo el grado de disgregación de la masa edáfica, sino la cantidad de tierra que se disgrega en cada metro cuadrado, en plano o en ladera.

La acción del sol en la erosión de las tierras equinocciales es tan patética, sobre todo en las laderas muy inclinadas y barrancos, donde se constata diariamente la disgregación de materias térreas, de un día a otro; es fácil reconocer derrumbos y deslizamientos de grandes masas de suelos en las áreas laderasas que decurren a las quebradas o planos inferiores. Esto se debe al constante desequilibrio de temperatura en las partículas térreas, bajo la acción de la luz y del calor solar dentro de un mismo día, y entre el día y la noche, al variar considerablemente la temperatura; en este aspecto, *la oscilación o variación térmica juega un papel importante en la erosión de las tierras equinocciales.*

Es fácil verificar los cambios físicos en las tierras del sector estudiado. Basta tomar un punto tal en el área seleccionada para el experimento, principalmente en una parte inclinada y arenosa; a las 6 de la mañana se observará el aspecto "in situ" y se tomará la fotografía inicial del experimento, la que mostrará la morfología superficial a los 12-14º C.; a las 12 m. la nueva observación a 20-24º C. y aún más, mostrará un aspecto algo diferente; la tierra se ha disgregado y aún ha resbalado al plano inferior; el documento de esta observación será la nueva fotografía. Las fotografías serán tomadas exactamente en el mismo punto y con enfoque bien cercano, para enseñar el cambio físico por la acción heliotérmica sobre la tierra, la disgregación y deslizamiento, es

decir, la **EROSION HELIOTERMICA**. Para mostrar más patéticamente los cambios, las fotos tomadas con película 6×6 cmts. deben ser ampliadas a 12×12 cmts. y mejor a 24×24 cmts.

El experimento anterior puede ser verificado al mismo tiempo en otros puntos de la misma sección equinoccial (Tanlagua, Perucho, Puéllaro, Pisque, Chinguiltina, Calderón, Otón, El Quinche, etc.) y se comprobará que el *factor heliotérmico* es un agente muy activo en la disgregación y erosión de las tierras equinociales afectadas por una intensa heliofanía o brillo solar en cielo despejado.

La erosión heliotérmica del área equinoccial se realiza, no por la elevación de temperatura solamente, sino por la gran oscilación o diferencias térmicas que se sucede entre el día y la noche, variación térmica de hasta 16 grados centígrados, en un mismo día. Y si se toma en cuenta que esta es la característica ecológica del lugar, todos los días y todo el tiempo, es fácil explicar el por qué de la acción erosiva constante de las áreas equinociales: por la acción ininterrumpida de la alternación heliotérmica: *noches y amaneceres fríos, medios días calurosos, noches frías*... La *erosión heliotérmica* en las tierras equinociales es tan activa y constante, como la erosión pluvial esporádica; pero nunca antes mencionada, por la falta de observaciones "in-situ".

2º *La Acción Eólica o de los Vientos*

Los vientos en el área equinoccial son intensos, sobre todo después del mediodía, soplan casi todo el año desde el Noroccidente hacia el Sur-suroriente. Los meses de mayor intensidad eólica son desde mediados de Junio a Septiembre y Octubre; pero Julio y Agosto son los más fuertes del año; en estos meses el ambiente está lleno de polvo flotante, arrastrado desde las áreas de Tanlagua y los deslaves arenosos del lado izquierdo del cauce del río Guayllabamba; la claridad de la atmósfera o el cielo del área equinoccial está absorbida por el polvo arrastrando desde los des-

laves y de los campos desnudos. Viajando desde Quito (que está a 20 kilómetros al S. del área equinoccial) a San Antonio o a Perucho, desde las 11 del día en adelante, en los meses de "verano", claramente se observa la diferencia entre las atmósferas del valle de Quito y la Equinoccial; mientras en Quito está claro, en San Antonio parece que estuviera bajo la acción de tolvaneras constantes.

La acción de los vientos es tan poderosa en el desecamiento de los suelos y en la celeridad de la evapotranspiración, de las plantas del área equinoccial, que conjuntamente con la acción heliográfica, inciden no solamente en la xerofilia del lugar, sino también en la terrible acción erosiva de las tierras.

La erosión eólica del área equinoccial, en los meses de "verano", se realiza al mismo tiempo en el valle seco de Chota-Salinas, al Norte, pasando el valle de Ibarra. Lo importante en todo caso, al estudiar la acción eólica, es conocer la velocidad y la fuerza de los vientos. En San Antonio se observa frecuentemente la caída de los árboles por la acción de los fuertísimos vientos de Julio y Agosto.

3º *La Acción Pluvial-Esporádica*

Sin embargo que el sector equinoccial del Norte de Quito es xerofílico o semidesértico, precisamente por la falta de lluvias, hay también, aunque en forma esporádica, erosión pluvial.

La erosión pluvial en las áreas equinociales se reduce a la caída de las lluvias esporádicas; pero, muchas veces, son tan destructoras que en pocos minutos arrastran grandes cantidades de tierra desde las alturas y las laderas hacia los planos inferiores y las quebradas; esto se debe no propiamente a la intensidad de las lluvias, sino a la "soltura" de los suelos arenosos, que son arrastrados con cualquier cantidad de lluvias. En esta forma los suelos se desnudan de año en año y en ciertos planos inclinados, la capa edáfica se ha perdido completamente y han quedado solamente

las costras, mostrando el subsuelo pedregoso o las capas de gránulos de pómez, ceniza y arena volcánica.

En el sector de San Antonio han habido algunos años que, si es cierto, que la cantidad total de los 350 a 450 mm. del promedio anual no ha dejado de caer, pero ha sucedido que esa cantidad se ha precipitado en una o dos tempestades de pocos minutos, de tal manera que no sólo erosiona laminarmente el suelo local, sino, que arrastra la tierra y, en los planos inclinados, forme quebradillas y las anteriores se profundizan cada vez más, transformándose en quebradas. En agosto de 1950, en septiembre de 1952 y en octubre de 1955 y 1965 cayeron entre San Antonio y la Providencia, tempestades de sólo 10 a 15 minutos, pero tan intensas, que destruyeron todos los caminos, rellenándolos con tierra arrastrada desde las alturas, y las quebradas antiguas se ahondaron espectacularmente. Estos fenómenos se observan en todo el sector equinoccial; pero nadie se ha preocupado de contrarrestarlos, ni los equipos camineros del Ministerio de Obras Públicas, ni las cuadrillas de trabajadores provinciales ni municipales, hacen obras de protección en los niveles más altos del paso de los puentes, alcantarillas y otras protecciones, razón por la cual la destrucción de los caminos son anuales y cada vez más devastadoras. Hay quebradas que a "ojo vista", en menos de 5 años se han transformado en grandes quebradas, como es la parte baja de la "Quebrada Colorada", la Quebrada de "Rumicucho", etc. en San Antonio de Pichincha; cuando haciendo simples trabajos de desvíos o "divertion" en las partes altas o niveles superiores, se podría evitar efectivamente los destrozos de los planos más bajos.

Evitando la acción de las aguas en los niveles superiores, se evitaría los efectos en las fajas inferiores y no se perdería el suelo orgánico de los planos ligeramente inclinados del valle. El autor de este Informe ha tomado docenas de fotografías de estos fenómenos pluviotérricos del sector equinoccial y de las áreas adyacentes, con el objeto de demostrar los cambios superficiales y aún topográficos.

CONSERVACION EN LAS TIERRAS EQUINOCCIALES

RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA QUINTA EQUINOCCIAL, SITUADA EN LA MITAD DEL MUNDO

El Autor de este Informe, deseando dar ejemplo práctico de la Conservación de las tierras semidesérticas y especialmente en las áreas que ya han sido destruidas por la erosión en la "mitad del mundo", compró una extensión de terreno en el Pueblo de San Antonio de Pichincha, terreno situado geográficamente en la latitud 0° 0' 0", el mismo que asegurado en sus demarcaciones, fue denominado como QUINTA EQUINOCCIAL, una Estación Experimental Forestal y de Conservación de Semidesierto. Aquí, en plena Línea Ecuatorial han sido realizados, durante 20 años, experimentos de aclimatación de especies de otras latitudes geográficas y trabajos de protección de la tierra y la conservación de la escasísima agua pluvial y de riego.

Los trabajos Conservacionistas realizados en la QUINTA EQUINOCCIAL, han sido no solamente de *habilitación* de tierras, sino también de *rehabilitación* de las áreas destruidas. En el primer caso, se han aprovechado racionalmente las tierras ya utilizadas anteriormente, y en el segundo caso, se ha logrado reconstruir o rehabilitarse técnicamente las tierras destruidas o mar-

ginadas por la erosión natural y el mal manejo del propio hombre; los trabajos del uno y del otro caso, están a la vista del público visitante, pero aquí mencionaré en forma sintética solamente los principales trabajos:

- 1º Relleno material de quebradas y hoquedades de la Quinta, con más de 12 mil metros cúbicos.
- 2º Delineación y construcción de 5 kilómetros de calles, caminos y caminitos.
- 3º Delimitación de las áreas y parcelas para cultivos experimentales. En las esquinas de los lotes, la delimitación es a base de piedra y cal: 160 metros de esquineros.
- 4º Construcción de curvas de contorno y a nivel para conservar el agua de lluvia y de riego, no sólo en los planos inclinados, sino también en los muy inclinados.
- 5º Plantación de cortinas rompevientos hacia los lados que vienen los vientos fuertes y dominantes.
- 6º Formación de parcelas o terrazas casi planas para cultivos anuales (maíz, fréjol, cebada, quinua, etc.).
- 7º Construcción de Canterones con surcos, con ligero desnivel, para el mantenimiento de cultivos permanentes, como alfalfa, cebolla, hortalizas, etc. a base de riego artificial.
- 8º Levantamiento de codos o lomos de tierra en los terminales de "regaderas" o acequias de plantaciones permanentes de árboles y arbustos.
- 9º Construcción de 360 contenedores y cunetas de conducción del agua de riego a base de piedra y cal, para evitar el ahondamiento de las acequias y la erosión por el agua conducida a desnivel.
- 10º Plantación protectora de cactus (*Opuntia spc.*) y cabuyos *Agave spc.* y *Fourcroya spc.*) en las fallas y derrumbos laderosos de la propiedad, con el objeto de evitar deslaves y conservar el suelo.

- 11º Plantación regeneradora de suelos con cabuya blanca (*Fourcroya spc.*), en terrenos agotados por los cultivos anteriores. La plantación de la cabuya ha demostrado que por medio de su sistema radicular, logra nitrogenar los suelos de las tierras secas. Este método de rehabilitar suelos, puede ser aprovechado también en la preforestación de las mismas áreas semi-desérticas, es decir, plantando algunos años antes, cabuyos, luego los eucaliptos, pinos de halepo, marítimo y el de Monterrey.
- 12º 16 platabandas de germinación dentro de un pinar; dichas platabandas están bordeadas de piedra, cal y cemento; de un metro de ancho, por 5, 10, 20 y 50 metros de largo.
- 13º Construcción de 2 mil metros de platabandas (1 metro ancho) para aclimatación de plantas.
- 14º Adecuación de un vivero de 10.000 metros cuadrados a pleno sol y bajo sombra de árboles.
- 15º Construcción de 600 metros de ceramiento ornamental de piedra, cal, cemento y malla de alambre.
- 16º Construcción de una casa para vivienda de 10 piezas y un patio encementado y bordeado de ornamentales exóticas (buganvillas, Hibiscus, madreselvas, etc.).
- 17º Dos construcciones rectangulares de piedra y cal, para conservatorio de exóticas en aclimatación y para la preparación de compost. Estas construcciones son de 20 metros de largo, por 8 de ancho.
- 18º Construcción de 2 hemiciclos ornamentales, de piedra, cal y cemento, uno a la entrada esquinera y otro a la entrada al pinetum.
- 19º Construcción de la entrada esquinera de la Quinta, a base de 2 columnas de piedra labrada, cal y cemento y puertas de hierro forjado con alegoría del Sol.
- 20º En construcción una casa residencial de 12 × 30 metros y de 2 pisos, y una *torre piramidal* de 4 pisos (con el sótano), para el servicio de Biblioteca, Museo de Historia Natural,

Herbario y Xiloteca, y para la Dirección; la base de la torre será de 10 × 12 metros y la altura 12 metros.

EXPERIENCIAS DE ACLIMATACION Y FORESTACION

En la QUINTA EQUINOCIAL se ha realizado experimentos de aclimatación con diferentes especies, exóticas e indígenas. Los trabajos de preforestación y plantación definitiva después de la "rehabilitación" de ciertas áreas, han sido hechos siempre bajo un plan técnicamente proyectado. Para dar una idea general de lo que actualmente existe, la lista de plantas mencionadas a continuación y ordenadas por grandes grupos, contienen las informaciones sobre trasplante, prendimiento, aclimatación o comportamiento y el desarrollo de crecimiento anual de las mismas; pero las TABLAS DE CRECIMIENTO de las principales especies forestales económicas (pinos, cipreses, eucaliptos, cedros y nogales), el interesado puede leer además de la CONTRIBUCION Nº 24 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales: LA FORESTACION ARTIFICIAL EN EL ECUADOR CENTRAL, Informe preparado por este Autor para la FAO, Quito, enero de 1954, en la hoja adjunta.

1.— CONIFERAS (Véase la Tabla I de Crecimiento)

A.— PINOS:

1 "Pino de Monterrey" *Pinus insignis o radiata*: Semillas importadas de Oregón, USA y transplantadas desde el vivero de Quito, el 90% con pan de tierra y el 10% a raíz desnuda. Los diferentes ejemplares tienen de 18 a 20 años de edad (hasta diciembre de 1970 y alcanzan de 10 a 18 metros de altura, según el suelo, la robustez de la plantita al momento de sacar de la almáciga, etc. El agua se ha regado solamente una vez a la sema-

na durante los seis primeros meses y posteriormente, sólo de vez en cuando; la aclimatación o comportamiento es en pleno suelo de secano. De esta especie existen actualmente plantadas en forma definitiva, 1.200 ejemplares. Para comparación del crecimiento, se hizo el mismo ensayo y al mismo tiempo, con semillas ya aclimatadas en Quito, y los resultados de crecimiento son casi iguales.

2 "Pino marítimo" *Pinus pinaster*: Semillas importadas de Portugal y Uruguay; la germinación de las dos procedencias fue excelente. El trasplante se hizo del vivero de Quito, tanto a raíz desnuda, como con pan de tierra en envases de cartón, siendo el resultado ciento por ciento efectivo en este último caso; el prendimiento de las plantas transplantadas a raíz desnuda fue de sólo el 10%. El comportamiento o aclimatación a este secano ecuatorial-andino está lento, pero resiste muy bien a la falta de agua. Las plantas tienen de 6 a 9 metros de altura, sin embargo de la edad, de 13 a 20 años. Actualmente existen 360 plantas y aclimatadas de *P. pinaster* en la QUINTA EQUINOCCIAL.

3 "Pino de alepo" *Pinus halepensis*: Semillas importadas de Italia y de germinación excelente, las plantitas fueron transportadas del vivero de Quito a la QUINTA EQUINOCCIAL en envases de cartón, previamente prendidos. Las plantas ensayadas a raíz desnuda fracasaron por falta de agua. La aclimatación sigue en proceso, algunos ejemplares tienen hasta 9 metros de altura. Resisten bien a la sequía. Número de plantas existentes: 200.

4 "Pino pinea" *Pinus pinea*: Semillas importadas de Italia y de magnífica germinación, pero para el trasplante la especie es muy delicada. El mejor resultado nos ha dado sembrando directamente en envases de cartón y luego transplantando al lugar definitivo con envases y todo. El crecimiento es el más lento de los cuatro pinos hasta aquí descritos, pero su comportamiento a la sequía es

bueno. Actualmente existen 200 plantas en hileras de observación experimental y sin embargo de la edad que tienen, 20 años, ninguna pasa de dos metros de altura.

5 Entre OTROS PINOS INTRODUCIDOS Y EN EXPERIMENTACION, tenemos los siguientes: "Pino amarillo" (*Pinus Ponderosa*), introducida de los EE.UU., de germinación buena, pero de crecimiento muy lento desde la almáciga. El "Pitch pine" (*Pinus rígida*), introducido de Saint Louis, EE. UU. y el *Pinus strobus* también de la misma procedencia, han germinado en un buen porcentaje, pero el desarrollo es lento.

B.— CIPRESES:

Las siguientes especies han sido ya plantadas en hileras experimentales de setos vivos:

1 "Ciprés común" (*Cupressus macrocarpa*): Semillas colectadas de los árboles ya aclimatados en la Región Interandina del Ecuador y otras importadas de Lima, Perú. Haciendo los trasplantes en envases de cartón, el prendimiento es 100% seguro. El trasplante a raíz desnuda es bueno solamente en tierras con humedad. En las tierras de secano, como son las de la QUINTA EQUINOCCIAL, el riego de agua es necesarísimo, al menos durante las primeras semanas y meses, hasta su prendimiento definitivo; después del primer año, el desarrollo es normal. Actualmente existen 340 plantas de esta especie localizadas en setos vivos y en hileras experimentales.

2 "Ciprés mexicano" (*Cupressus benthami*): Semillas colectadas de árboles aclimatados en Quito y a su vez introducidos de México. Alto porcentaje de germinación; trasplante, prendimiento y aclimatación muy semejante al de *C. macrocarpa*. Número de plantas puestas en hileras definitivas: 206.

Con la misma especie se han hecho experiencias con semillas importadas, un lote de Portugal y otro de Toledo, Uruguay, obteniéndose de ambas procedencias resultados óptimos. El trasplante a tierra de secano da buenos resultados haciéndole solamente con pan de tierra y mucho mejor en envases de cartón con ejemplares ya prendidos de 20 a 30 cmts. de alto. El desarrollo es lento, en cambio la especie es muy resistente a la sequía. Las experiencias de plantación definitiva en la QUINTA EQUINOCIAL se han hecho en los terrenos más pobres (arena, ceniza volcánica, bombas diminutas y medianas, etc.) en hileras separadas de a 3 metros y de planta a planta, a sólo 2.50 mts. Número de plantas, 120.

3 "Ciprés verde" (*Cupressus lusitanica*), especie mexicana, pero extendida en toda América y Europa. Las semillas del experimento fueron introducidas de Toledo, Uruguay y de Portugal. Germinación buena. El trasplante a las áreas secas da buenos resultados sólo haciendo con pan de tierra. El comportamiento y el desarrollo se parece mucho al *C. macrocarpa*. Actualmente existen en observación 104 plantas y los resultados son buenos.

4 "Ciprés gobeniano" *Cupressus gobeniana*: Semillas introducidas de La Molina, Perú. Germinación buena, Aclimatación y desarrollo un poco lento, pero bastante resistente a la sequía. Las plantaciones experimentales están hechas en terreno muy pobre y asociadas a *C. macrocarpa* con el objeto de comprar los crecimientos. Ejemplares plantados: 72.

C.—ARAUCARIAS:

Hasta la fecha se ha ensayado con *Araucaria imbricata* y *A. excelsa*, la primera de origen chileno y la segunda de las Islas Norfolk (Sur Pacífico).

Las plantaciones definitivas se han hecho en hileras solamente con *A. imbricata* procedente de semillas colectadas de árboles

ya aclimatados en Puembo (2.400 m.s.m.), Prov. Pichincha. El trasplante se hizo a raíz desnuda o con un ligero pan de tierra; el prendimiento, siempre que no falte agua de riego semanal, pasa del 50%. Actualmente existen plantadas en la QUINTA EQUINOCCIAL 50 ejemplares en hileras de observación. Los resultados de aclimatación y de crecimiento todavía no se conoce, ni se puede pronosticar, por cuanto los ejemplares fueron puestos en un terreno muy pobre y de origen volcánico, en vez de arcilloso y compacto del área geográfica de origen, pero de todas maneras, en los años observados, se ve que el suelo no es adecuado, además que la falta de mucha mayor cantidad de agua.

2.—LATIFOLIADAS (Véase la Tabla II de crecimiento)

A.—ACACIAS:

En forma experimental se han ensayado en la QUINTA EQUINOCCIAL con las siguientes especies de Acacia, de semillas importadas de diferentes partes:

Acacia decurrens var. *dealbata*, *A. Spatulata*, *A. salicifolia*, *A. cyanophylla*, *A. molucana*, *A. horrida*, estas dos últimas especies fueron introducidas del Perú. La *Acacia bracinga* fue importada de Portugal. La *A. longifolia* var. *trinervis*, se introdujo de los EE. UU. La Germinación de todas estas especies es buena, pero el trasplante a raíz desnuda generalmente es un fracaso, de ahí la necesidad del uso del envase de cartón, plástico, guadua, lata o cualquier otro material, para su previo prendimiento en el mismo vivero. Las especies que mejores resultados han dado en el secano de San Antonio son: *A. bracinga*, *A. Spatulata* y *A. decurrens*. Número actual de ejemplares plantados: 148.

B.—ALGARROBOS Y CAMPECHES:

Con estos nombres locales se conocen a varias especies arbó-

reas y arbustivas, nativas y autóctonas de los valles xerofílicos de Chota, Guayllabamba y San Antonio de Pichincha, donde está localizada la QUINTA EQUINOCCIAL, precisamente dentro del área del Guayllabamba. Los "algarrobos" del Guayllabamba, botánicamente corresponden a *Acacia pellacantha* y el "algarrobo" a *Mimosa quitensis*, ambos aparasolados y adecuados para sombra de estas tierras desérticas; la madera de estas especies es durísima, pero nudosa, razón por la que emplean solamente como leña y para carbón. En el valle xerofílico del Catamayo, provincia de Loja, el "algarrobo" o "faique" corresponde a *Acacia macrantha*.

El árbol llamado aquí "Campeche" corresponde a *Tara spinosa* Syn. *Caesalpina spinosa*. En las provincias centrales del Ecuador llaman al "campeche", "guarango" y se le utiliza por sus legumbres tanantes en curtiembre de cueros y su madera como tinte, de ahí su otro sinónimo: *Coultheria tintectoria*.

Las semillas de los "algarrobos" y "campeches" germinan bien y deben ser propagadas en gran escala en las áreas secas, ya que son resistentes y propias de estos habitats. Para evitar el trabajo de transplante de estas leguminosas que tienen profundas raíces pivotantes, es mejor sembrar las semillas directamente en el suelo. Actualmente existen en la Quinta Experimental 32 ejemplares de *Acacias pellacantha*, 120 ejemplares de *Tara spinosa* en forma de macisos en las laderas y en las filas de observación, y 40 ejemplares de *Mimosa quitensis*.

C.—CASUARINAS:

Este género botánico de origen Australiano se ha adecuado bien en el medio ecuatoriano andino. *La Casuarina equisetifolia*, por ejemplo, existe en el Ecuador desde hace más de 80 años y se observa en diferentes lugares a lo largo de la Región Interandina. En la QUINTA EQUINOCCIAL se ha ensayado principalmente con las especies *Casuarina cumingamia* y *C. glauca* de se-

millas traídas de Lima, Perú; el trasplante de ambas especies se hizo en envases de cartón. El crecimiento sigue un tanto lento, seguramente hasta su aclimatación. En posteriores reportes será dado a conocer el desarrollo anual. Actualmente existen 48 plantas en experimentación.

D.— EUCALIPTOS:

Desde 1865, año de la introducción del Eucalipto por el Presidente García Moreno, la Sierra del Ecuador es poblada casi exclusivamente por eucaliptos. El Eucalipto ha constituido la salvación maderera de la Región Interandina, pero todos los eucaliptales están constituidos por una sola especie: el *Eucalyptus globulus*. En la QUINTA EQUINOCCIAL he venido ensayando con diferentes especies de *Eucalyptus* adecuables a tierras de secano. Estas diferentes especies están plantadas en hileras de observación y a continuación indico los primeros resultados:

1 "Eucalipto común" *Eucalyptus globulus* Labill: Propagado con semillas de Ambato y por constituir una especie no sólo aclimatada, sino también "naturalizada" en la Sierra, no ha habido necesidad de ensayos previos. Actualmente existen macizos lineares, definitivamente plantados y en pleno crecimiento a distancias estrechas de $3 \times 2,50$ metros, 2.500 plantas y el proyecto es poner poco a poco hasta 5.000 ejemplares.

2 *Eucalyptus rostrata* Syn. *E. camaldulensis*: Semillas introducidas en 1950 desde Toledo, Uruguay. La aclimatación y desarrollo de esta especie en pleno secano, es excelente. Los ejemplares pasan de los 8 metros de altura. Número de plantas: 200

3 *E. tereticornis* Syn. *E. umbellata*. Semillas introducidas de Toledo, Uruguay. La aclimatación en pleno secano es excelente. Los ejemplares pasan de 8 metros de altura, es decir igual o superior al *E. rostrata*. Número de plantas, 200.

4 "Eucalipto aromático" *Eucalyptus citriodora*: Semillas introducidas de Sao Paulo, Brasil. Germinación irregular. Aclimatación y crecimiento lento y hasta su completo arraigamiento necesita más agua que las otras especies ensayadas. Número de ejemplares ensayados: 24.

5 *E. colossea*. Propagado con semillas traídas de Ambato, introducidas particularmente hace 46 años desde Australia por intermedio de la Casa Vilmorin, de París. La gran ventaja de esta especie es que ya se encuentra aclimatada en la Sierra. El desarrollo es igual o superior al *E. globulus*.

6 Entre las especies de *Eucalyptus* aclimatados y en observación en la "Quinta Equinoccial", existen: *E. gomphocephalus*, *E. botryoides*, *E. occidentalis*, *E. alba*, *E. viminalis* y *E. capitellata*, especies que están bajo experimentación para reportar su crecimiento en un nuevo informe.

E.—CAPULI:

Prunus capullin: Especie autóctona de la Región Interandina. Las semillas para el presente ensayo fueron traídas de Ambato (2.600 m.s.m.) y la germinación es magnífica, pero para el transplante es necesario agua suficiente hasta su prendimiento, porque las tierras son muy secas. El crecimiento es relativamente lento, en comparación con lo que se observa en Ambato. Número de plantas experimentadas: 26.

F.—CEDRO:

Cedrela fissilis: Arbol de origen Subandino. La germinación de semillas frescas es óptima, pero hay que hacerlo en camas sombreadas como lo es su hábitat. El transplante es mejor cuando la planta es leñosa, es decir de los 5 a 10 meses de edad. Durante las

Tablas de crecimiento de algunas especies forestales, experimentadas en la
"Quinta Equinoccial": 1950 - 1970

Coordenadas Geográficas de la Quinta Experimental: Latitud 0, 0' 0".— Altitud 2.350 m. s. n.— Pluviosidad Promedia anual: 400 mm.— Temperatura Promedia anual: 17 grados Centígrados.— Vientos dominantes del N. y NW. al S. y SE.— Suelos: arenosos, sueltos y secos.— pH. variable ligeramente entre 6,6 y 7,5, es decir ligeramente ácido, neutro y ligeramente alcalino, según las áreas, aunque en la mayor parte de las secciones secas predomina el suelo alcalino o alcalino débil.— Suelo: arenoso y suelto (bomba y ceniza volcánica) y de perfil muy alto o profundo, de tal manera que toda agua de riego en la plantación, se escurre por gravedad y se evapora por la insolación y el viento.

T A B L A I

CRECIMIENTO DE PINOS, CIPRESES Y ARAUCARIAS.— PLANTACION EN "MACISOS" DE 2,50 X 3 METROS

Especies y procedencias	Nº plantas ensayadas	Fecha de transporte	Edad meses	Altura cts.	Diám. mm.	Medida XII, 1953 Altura y Diám.	XII, 1955 Altura y Diám.	XII, 1960 Altura y Diám.	XII, 1965 Altura y Diám.	XII, 1970 Altura y Diám.
<i>Pinus insignis</i> (Quito)	200	Enero, 1951	12	50	7	1,50 m. 8 cts.	3 m. 24 cts.	6 m. 30 cts.	10 m. 32 cts.	16 m. 34 cts.
<i>P. insignis</i> (Oregon)	1.200	Mayo, 1952	6	30	4	0,90 " 8 "	3 " 21 "	6 " 32 "	12 " 34 "	16 " 36 "
<i>P. Pinaster</i> (Francia)	300	Enero, 1951	6	16	4	0,80 " 3 "	2 " 16 "	5 " 20 "	8 " 22 "	10 " 24 "
<i>P. Sylvestris</i> (Francia)	200	Enero, 1951	6	16	4	0,78 " 3 "	1,80 " 18 "	6 " 26 "	7 " 29 "	9 " 36 "
<i>P. halepensis</i> (Italia)	200	Mayo, 1952	10	118	4	0,80 " 3,2 "	2,20 " 22 "	4 " 30 "	8 " 34 "	9 " 39 "
<i>P. pinea</i> (Italia)	200	Mayo, 1952	10	18	4	0,32 " 2 "	0,65 " 6 "	1 " 10 "	2 " 15 "	2,50 " 28 "
<i>P. edulis</i> (México)	100	Enero, 1953	6	8	4	desarrollo nulo	0,70 " 6 "	1 " 12 "	1,30 " 16 "	2,20 " 18 "
<i>P. rigida</i> (U.S.A.)	100	Enero, 1953	6	10	2	poco desarrollo	0,50 " 5 "	1 " 15 "	2,60 " 20 "	se secaron
<i>P. Ponderosa</i> (U.S.A.)	100	Enero, 1953	12	10	3	sin desarrollo	0,80 " 15 "	2 " 20 "	3,50 " 22 "	se secaron
<i>P. caribea</i> (Cuba)	50	Junio, 1953	12	18	3	poco desarrollo	1 " 18 "	2 " 29 "	2,80 " 32 "	se secaron
<i>P. strobus</i> (México)	50	Junio, 1953	6	10	3	desarrollo, nulo	0,90 " 16 "	2 " 27 "	se secaron	
<i>Cupressus macrocarpa</i> (La Molina, Perú)	50	Enero, 1951	12	50	4	1,80 m. 8 cts.	2 " 20 "	5 " 29 "	7 m. 32 cts.	9 m. 36 cts.
<i>C. macrocarpa</i> (Ambato-Ec.)	300	Enero, 1951	12	40	5	1,75 " 8 "	2,50 " 22 "	6 " 30 "	8 " 36 "	9 " 40 "
<i>C. lusitanica</i> (Toledo-Urug.)	100	Dobre., 1952	12	36	4	0,80 " 9 "	2,10 " 20 "	5 " 28 "	7 " 32 "	8,50 " 35 "
<i>C. var. Benthani</i> , (México)	200	Enero, 1951	12	50	5	1,80 " 11 "	2,20 " 22 "	4 " 28 "	6,20 " 30 "	8 " 34 "
<i>C. var. gobeniana</i> (La Molina, Perú)	50	Enero, 1952	6	36	4	1,00 " 8 "	2 " 20 "	4 " 25 "	6 " 32 "	7 " 34 "
<i>C. sempervirens</i> , (Portugal)	100	Enero, 1952	6	4	3	0,60 " 1,5 "	2 " 20 "	3,50 " 28 "	6 " 29 "	8 " 31 "
<i>C. pyramidalis</i> , (Uruguay)	100	Enero, 1952	6	60	3	1,00 " 3 "	2,80 " 22 "	4,80 " 30 "	6 " 31 "	8 " 33 "
<i>Araucaria imbricata</i> (Pueumbo, Ecuador)	100	Enero, 1955	12	30	2	—	0,30 " 2 "	2,20 " 10 "	3,20 " 20 "	se secaron
<i>A. excelsa</i> (Ambato-Ecuador)	24	Enero, 1955	12	32	2	—	0,30 " 2 "	1,80 " 9 "	2,80 " 18 "	se secaron

T A B L A I I

CRECIMIENTO DE LATIFOLIADAS: ACACIAS, CEDRELA, EUCALIPTOS, MOLLES, NOGALES Y PLATANES

Los Eucaliptos plantados en macisos de 2,50 X 3 m. y las otras especies en hileras simples, a 2 y 5 m. de distancia

Especies y procedencias	Nº plantas ensayadas	Fecha de transporte	Edad meses	Altura cts.	Diám. mm.	Medida XII, 1953 Altura y Diám.	XII, 1955 Altura y Diám.	XII, 1960 Altura y Diám.	XII, 1965 Altura y Diám.	XII, 1970 Altura y Diám.
<i>Acacia dealbata</i> (México)	27	Enero, 1952	12	30	3	1,00 m. 6 cts.	2,40 m. 12 cts.	4 m. 30 cts.	7 m. 30 cts.	8 m. 33 cts.
<i>A. horrida</i> (Lima, Perú)	—	Enero, 1952	12	25	3	0,60 " 6 "	1,00 " 12 "	2,20 " 16 "	2,50 " 19 "	2,80 " 20 "
<i>A. pellacantha</i> (Valle, Loja)	100	Enero, 1952	12	30	5	0,80 " 6 "	1,00 " 10 "	2,50 " 18 "	2,80 " 24 "	3,20 " 28 "
<i>Caesalpinia espinosa</i> (Ambato-Ecuador)	200	Enero, 1951	6	50	8	0,70 " 7 "	1,20 " 8 "	2 " 10 "	2,60 " 15 "	3 " 18 "
<i>Casuarina equisetifolia</i>	100	Enero, 1951	12	30	4	0,80 " 6 "	1,40 " 8 "	2,60 " 10 "	3,50 " 15 "	6 " 20 "
<i>Cedrela fissilis</i> (Amb.-Ec.)	100	Enero, 1951	6	40	8	1,00 " 4 "	1,60 " 9 "	3,00 " 15 "	4,50 " 18 "	6,50 " 25 "
<i>Cedrela odorata</i> (Gyquil.-Ec.)	50	Enero, 1954	10	90	12	—	1,40 " 12 "	2,20 " 16 "	3 " 18 "	se secaron
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Syn. <i>E. rostrata</i> (Uruguay)	200	Enero, 1952	12	60	20	2,20 " 10 "	3,80 " 12 "	6 " 20 "	8 " 24 "	12 " 29 "
<i>E. globulus</i> (Ambato-Ec.)	2.500	Mayo, 1952	3	22	2	2,20 " 10 "	4 " 16 "	8 " 24 "	12 " 34 "	16 " 40 "
<i>E. Tereticornis</i> , Syn. <i>E. umbellata</i> (Uruguay)	150	Enero, 1952	12	62	21	2,25 " 10 "	3,60 " 12 "	6 " 18 "	7 " 18 "	10 " 24 "
<i>Juglans neotropica</i> (Ambato-Ecuador)	100	Enero, 1951	6	40	10	1,50 " 8 "	3 " 10 "	5 " 20 "	6 " 24 "	6,50 " 32 "
<i>Platanus occidentalis</i> (Ibarra, Ecuador)	50	Enero, 1951	12	40	12	1,20 " 6 "	1,60 " 8 "	3,60 " 15 "	5 " 20 "	5,50 " 24 "
<i>Schinus molle</i> , (Salcedo-Ec.)	200	Enero, 1951	6	50	6	1,80 " 10 "	2,40 " 18 "	3,80 " 20 "	4,50 " 29 "	5,00 " 33 "

semanas de prendimiento necesita de suficiente agua, por lo menos un riego semanal. Hasta aclimatarse bien, el crecimiento es lento. Número de plantas prendidas: 24.

F.—CEDRO CUBANO: *Cedrela odorata* y CEDRO ANDI-

NO: *Cedrela rosei*. Son especies forestales que se aclimatan bien en la área equinoccial y seca; pero la falta de agua de lluvia y de riego artificial, ha interrumpido el desarrollo. Seguramente se subsanará esta falta con la instalación de una potente bomba para conducir agua desde el nivel inferior del río que corre por la quebrada del plano inferior.

G.—MOLLE:

Schinus molle: Semillas colectadas en el valle de Guayllabamba y en Salcedo. Esta especie es nativa y de hermoso aspecto y muy aconsejada para estos medios xerofílicos. En la QUINTA EQUINOCCIAL se viene propagando como ornamental y ya existen 124 plantas cerca de las laderas.

H.—NOGAL:

Junglans neotropica: Arbol autóctono de los valles Interandinos. Las semillas para la propagación de esta especie fueron traídas de Ibarra, Prov. de Imbabura. La aclimatación en San Antonio de Pichincha es excelente, pero necesita por lo menos de un riego semanal durante las primeras semanas de prendimiento, y luego en forma periódica. Haciendo el trasplante en envases de cartón, el prendimiento es 100%. Número de ejemplares dispuestos en hileras a lo largo de las calles: 200.



Durante los dos últimos años, de 1968 a 1970, se han introducido 12 nuevas especies forestales del Chaco Paraguayo, Califor-

nia, México y Kenya, para la aclimatación en el sector semiárido de la QUINTA EQUINOCCIAL. Los resultados serán dados a conocer después del prendimiento de las plántulas en el terreno definitivo.

3.— OTROS ARBOLES Y LEÑOSAS ORNAMENTALES EXPERIMENTADAS EN LA "QUINTA EQUINOCCIAL"

A continuación se mencionan 36 especies experimentadas en la ecología equinoccial de San Antonio de Pichincha, ayudadas con riego artificial durante el prendimiento y la primera fase de su desarrollo.

BUGANVILLA *Bougainvillea spectabilis* de algunas variedades. Estacas traídas de diferentes lugares del Ecuador. Leñosa trepadora y ornamental muy vistosa por sus llamativas floraciones bracteadas durante todo el año. 120 plantas en pleno crecimiento.

CITRUS en general: naranjos, limoneros, mandarinos, limas, etc. plantados a lo largo de las calles frontales de la QUINTA. Número de plantas: 240.

CHOLAN *Tecoma stans* var. *velutina*. Arbol nativo de las áreas secas y abrigadas de la Región Interandina, ornamental muy llamativo por su floración amarilla muy abundante. La propagación por semillas es muy fácil. También se propaga por estacas delgadas y gruesas. Ejemplares plantados a lo largo de los linderos: 60 plantas.

CHINCHIN *Cassia canescens*. Papilionácea arbustiva nativa de Quito. Utilizada recientemente como ornamental por su abundante floración amarilla. Número de plantas: 66.

CUCARDAS *Hibiscus* specs. de algunas variedades florales introducidas de Ibarra y Guayaquil y otros lugares tropicales de América; el prendimiento por estaca y la aclimatación es excelente. Número de plantas: 818.

GUABO verde *Inga edullis* var. Leguminosa aparasolada, traí-

da de Ibarra y aclimatada perfectamente en estas áreas de secano. Utilizada en la Quinta Equinoccial como sombra ornamental y por sus legumbres comestibles. Número de plantas: 30.

HIGUERA *Ficus carica*, var. morada. Estacas traídas de Ibarra, Prov. de Imbabura. Aclimatación excelente, Número de plantas: 66.

HIGUERILLA *Ricinus comunis* L. en algunas variedades introducidas. Aclimatación y crecimiento excelentes. Número de plantas: 100 en los bordes o linderaciones.

JAZMIN *Melia azederach*, de semillas importadas de Cali, Colombia. Sin embargo de ser la especie de origen tropical su comportamiento en la Quinta Equinoccial es regular; crecimiento lento. Número de ejemplares utilizados como ornamental y en experimentación: 36.

LANTANA o **SUPI-ROSA** *Lantana camara* y variedades, propagada vegetativamente con estacas traídas de Ibarra, Ambato, Cali, etc. Prendimiento por estacas fácil, con la ayuda del agua. Crecimiento rápido. Arbusto o leñosa utilizada como ornamental en forma de setos vivos. Actualmente existen 650 plantas en setos y divisiones de plantaciones diferentes.

MORERA *Morus alba*, propagada vegetativamente con estacas extraídas de Ibarra, Prov. de Imbabura. Prendimiento por estacas y aclimatación buenas, pues en los 3 primeros años alcanzaron hasta 3,50 metros de altura o algo más. Número de plantas distribuidas en filas: 172.

MUTUY *Cassia* spcs. Papilionácea arbustiva introducida de Lima, Perú, principalmente como ornamental. Número de plantas prendidas: 60.

NARANJA LOCA *Maclura pomifera*. Semillas introducidas de los EE. UU. El transplante se ha hecho en envases de cartón. Posteriormente se ha comprobado también la factibilidad de propagarse vegetativamente por estacas. La aclimatación están bien y el crecimiento un tanto lento, seguramente por falta de mayor temperatura constante; 24 ejemplares en observación.

NISPERO DEL JAPON *Eryobotria japonica*. Especie exótica ya aclimatada en los valles de la Región Interandina del Ecuador. Las plantas en experimentación fueron traídas del valle de Puenbo. Aclimatación buena. Crecimiento regular durante el primer período. Número de ejemplares en observación: 36.

PLATAN *Platanus occidentalis*, árbol ornamental y forestal transplantado de los viveros de Ibarra en estacas enraizadas: 36 ejemplares.

TIMILINGA *Lycianthus* spc. Solanácea autóctona y leñosa o arbustiva, y adecuada para la ornamentación de los bordes de los jardines y para setos vivos, por la abundancia de flores rotatas y de color azulino algo morado.

PALMA: COCOCUMBE *Parajubea cocoides*, Palmera nativa de la Reg. Interandina: Pocos ejemplares:

PALMA CANARIA *Phoenix canariensis*, semillas introducidas de las Islas Canarias: muy bien aclimatada. (12 ejemplares). Las semillas producidas de las plantas aclimatadas en Ambato e Ibarra, germinan del 70 al 90%.

4.— PLANTAS XEROFILICAS EXPERIMENTADAS CONTRA LA EROSION

Durante los últimos años y en los varios países de América se han venido publicando las ventajas de tal o cual especie como protectora de los suelos y al mismo tiempo, listas de plantas, gramineas y leguminosas aconsejadas para los diferentes climas y suelos, pero en el caso concreto del Ecuador, solamente las experimentadas y divulgadas por el autor de esta colaboración. Este autor ha venido haciendo observaciones sobre la Erosión en el Ecuador durante muchos años, pero principalmente en la Región Central o Interandina (donde la destrucción de las tierras es acentuada), al propio tiempo que sobre el hábito que algunas especies autóctonas que podrían servir para el control o protección de

las tierras agrícolas, de los canales o acequias, zanjas, cárcavas, quebradas, laderas, etc. El resultado de estas observaciones hechas en el campo y aconsejadas según los casos, presento a continuación, pero varias de ellas ya han sido divulgadas por este mismo autor en publicaciones anteriores.

GRAMINEAS

GRAMALOTE *Setaria cernua* H. B. K. Esta gramínea vive en áreas desérticas, estériles y laderas de los valles secos de la Región Interandina: Chota, Guayllabamba, Ambato, Patate, río Chambo, etc.; el "gramalote" es resistente a la sequía; su sistema radicular es bastante desarrollado y habituado a "prenderse" en los precipicios; es siempre verde o vivaz y sus hojas constituyen un alimento buscado por el ganado "cimarrón", vacuno, equino, caprino y ovejuno.

Observaciones realizadas en el propio "medio" o habitat del gramalote y luego experiencias de plantaciones en otras áreas, con el objeto de conocer su desarrollo y el control sobre el suelo, han demostrado que la *Setaria* da muy buenos resultados. Su multiplicación es fácil por medio de esquejes, plántulas y semillas; un año después de plantada, alcanza buen desarrollo, hasta 60 centímetros de alto. Por consiguiente *Setaria cernua*, si llegara a ser usada correctamente, sería la salvación para miles de miles de hectáreas de tierras erosionadas o en camino de destrucción de las áreas secas. Esta gramínea puede propagarse en las laderas tanto arenosas como arcillosas, secas o casi desérticas.

Setaria cernua todavía no es conocida por sus propiedades para el control de la erosión, pero estoy seguro que cuando se haga la divulgación, ésta será solicitada y ampliamente aprovechado no sólo en el Ecuador andino, sino para todos los países tropicales y secos de Centro y Sudamérica y creo también adaptable para los Estados del Sur de los EE. UU. De todas maneras, este autor está gustoso en proporcionar nuevas y más amplias informaciones, al propio tiempo que listo para enviar plantas y se-

millas a las Estaciones Agrícolas Experimentales que soliciten.

SIGSE *Cortaderia rudiuscula* Stapf. Esta especie autóctona de ochenta centímetros a un metro de altura y, áreas húmedas que crece en terrenos secos, sean arcillosos o rocosos, alcanzando de ochenta centímetros a un metro de altura y, en áreas húmedas y a lo largo de las acequias o canales, llegan hasta 1,60 m. La planta tiene abundantes raíces filiformes ampliamente distribuidas y por consiguiente aprovechables para la protección de los bordes de acequias, corrientes y quebradas. Por ser el "sigse" resistente en los terrenos laderosos y secos, es recomendable para proteger artificialmente las inmensas áreas de los declives de los valles secos de la Sierra ecuatoriana, ya que la especie se adapta bien desde los 1.600 a los 3.200 metros de altura, pero mejor de los 2.000 a los 2.800 m.s.m.

Teniendo en cuenta que la *Cortaderia* tiene un rico sistema radicular aún en pleno terreno seco (arenoso y duro), este autor recomienda el uso de esta especie para "cercas" o bordes de contorno de preparación del suelo para futuras plantaciones de árboles, es decir la formación de bordes de contorno con "sigsales", debe ser el trabajo previo a la forestación artificial en las áreas secas, laderosas de la Región Interandina. Los "sigsales" preparan la tierra formando suelo aprovechable. Los "sigsales" pueden ser combinados con cabuyales nativos (*Agave* spcs.) y el resultado de preparación del suelo será mucho mejor, ya que el *Agave* tiene también un buen desarrollo y profundo sistema radicular.

Después de dos, tres o más años de hechas las filas preforestales (bordes de sigses) y agaves y aún chicales (*Baccharis polyantha*), es decir cuando se ha formado la tierra vegetal necesaria, se procederá a la plantación definitiva de los arbolitos.

El follaje de *Cortaderia* es, además, utilizado por los nativos para cubrir los techos de las chozas (casas de paja) y aún como forraje del ganado vacuno, entre los habitantes de las provincias centrales: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, la propagación de la *Cortaderia* se hace muy fácilmente por medio de esquejes.

GRAMA PIOJOS *Eragrostis* spc. Esta gramínea tan común en la Sierra del Ecuador, habita desde los valles y áreas cultivadas hasta los 3 mil metros sobre el nivel del mar. El género *Eragrostis* en la Región Interandina comprende a varias especies, entre nativas e introducidas; pero las recomendadas para la cobertura de los suelos o protección contra la erosión, son principalmente: *E. patula*, *E. nigricans*, *E. pastoensis*, *E. lurida*, etc.

Estas gramíneas son resistentes a la sequía y se adaptan a los terrenos "cangaguosos" y duros; el sistema radicular es penetrante y aunque la planta parece muerta en las prolongadas sequías, recobra nuevamente, su vida activa con las primeras lluvias. En muchas áreas abiertas, *Eragrostis* es la gramínea dominante. De las observaciones hechas, se deduce que la protección de las tierras arcillosas y duras de las áreas laderasas de la Sierra, de los 2.700 a los 3.000 m.s.m. con *Eragrostis*, sería fácil; además, el follaje sirve de pasto para el ganado equino, ovejuno y caprino. El *E. nigricans*, que alcanza mayor desarrollo su follaje, constituye un mejor pasto; esta especie es recomendable para las áreas con lluvias más frecuentes.

CANIS o GRAMA DE LA VIRGEN *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Esta gramínea es ampliamente conocida en las áreas de la Región Interandina, tanto en las tierras abandonadas como en las agrícolas. Su propagación es sorprendente, por lo que muchas veces constituye una "plaga"; o yerba de difícil control, ya que es una especie de hábito rizomático. Es resistente a la sequía tanto en tierras arenosas como arcillosas y "cangaguosas"; se fija arraigadamente en las tierras laderasas. Teniendo en cuenta esta característica vegetativa del *Cynodon*, es recomendable para la protección de las tierras erosionadas no sólo de las laderas, sino de las cárcavas y quebradas. Esta gramínea en las áreas húmedas o bajo riego alcanzan tallas de 22-30 cms. es decir se transforma en un buen pasto.

En las áreas de lluvias más frecuentes, las coberturas de las tierras erosionadas e inclinadas, sería excelente con un pasto mix-

to de *Eragrostis* y *Cynodon*; ambas especies tienen un buen desarrollo radicular y foliar. Pero la introducción de sólo el *Cynodon* en los cultivos, es peligroso por la rápida propagación invasora, difícil de controlar; basta un nudo o internudo diminuto, para que la propagación no se interrumpa.

En el Ecuador andino las áreas que están cubiertas o protegidas con *Cynodon*, son naturales, pero todavía no se ha aprovechado en forma técnica con el exclusivo objeto de protección de las tierras laderasas y erosionadas.

SINCHIQUIGUA *Sporobolus poiretii* (Roem & Schult) Hitch. Esta gramínea espontánea está muy difundida a lo largo de toda la Región Interandina del Ecuador; es muy resistente a las sequías y habita tanto en los suelos arenosos y arcillosos; tiene un buen sistema radicular y fuerte penetración. Fundándose en las observaciones hechas, puede recomendarse la utilización de esta gramínea como controladora de la erosión en las áreas de suelos desérticos o secos, y aunque nunca ha sido usada para este objeto, muy bien puede hacerse en todos los países andinos pero, principalmente en las áreas comprendidas entre los 1.800 a los 3.000 m.s.m. Su propagación se puede hacer por semillas, que son abundantes y el ciento por ciento fértiles.

KIKUYO *Pennisetum clandestinum* Chiev. Esta gramínea fue introducida al Ecuador desde Colombia, en 1930; al principio fue usada solamente como césped o cubierta de parques y jardines, pero su propagación ha sido tan rápida que actualmente se puede ver por todas partes de las provincias Interandinas, como si fuera una especie nativa. Crece admirablemente en todos los terrenos arenosos, arcillosos, húmedos, lateríticos, etc., y su desarrollo es mejor cuando la humedad es más constante; en este caso el follaje constituye un buen pasto. La dispersión de esta gramínea se extiende desde los 1.200 hasta los 3.200 m.s.m., sobre el nivel del mar. Cuando la especie ha llegado a propagarse en terrenos arcillosos duros (cangaguosos) y secos como en Picalquí, Tabacundo, disminuye totalmente la talla del follaje, en cambio los rizomas

engrosan mucho. La propagación del "Kikuyo" es fácil y de rápido crecimiento; bastan pequeñas rizomas o esquejes de 15 cms. de largo para plantar en cualquier terreno.

Teniendo en cuenta que el "Kikuyo" es una gramínea de rápido crecimiento estolómico, puede decirse que es muy aconsejable para cubrir o proteger los terrenos laderosos de las tierras alto-andinas que son arcillosas y húmedas; pero de manera especial se puede aconsejar para proteger los bordes de las acequias o canales, las riberas de los torrentes y riachuelos y aún ríos, pues, en donde ha llegado esta gramínea a establecerse, constituye una excelente capa protectora. Donde el "kikuyo" llega a arraigarse, ésta se transforma en planta dominante.

Si el "kikuyo" se mantiene entre los cultivos, es peligroso, por cuanto sus rizomas son muy resistentes y pueden en cualquier momento y en cualquier suelo propagarse rápidamente como invasora, siendo difícil controlar una vez establecida. De todas maneras, el "kikuyo" no es para eliminarle completamente del país, como se ha hecho con un Decreto Oficial irrealizable; si el "kikuyo" es gramínea invasora, el CANIS (*Cynodon dactylon*) es invasora dominante y perjudicial para la agricultura; en cambio sabiendo usarlas ambas gramíneas, el "kikuyo" en las tierras altas y algo lluviosas y el "canis" en las áreas secas y erosionadas de las tierras interandinas, la conservación de los suelos sería una realidad práctica. Lo esencial al manejar las gramíneas como controladoras del suelo, cárcavas y corrientes del agua, es conocer su hábito.

El "kikuyo" ha dado magníficos resultados en las experiencias hechas en Saloya (1.800 m.s.m.) en las alturas de ciertas áreas paramales (3.200 m.s.m.) y a lo largo de los ríos y torrentes ha dado excelentes resultados como gramínea controladora de la erosión; ejemplos de este último caso se ven en el río Cútuchi al pie de Latacunga, en el río Ambato, al pie de la ciudad del mismo nombre, en Ibarra, Chambo, etc., etc.



Entre las otras MONOCOTILEDONAS que deben ser mencionadas en este trabajo, como protectoras, merecen especial atención los "cabuyos", del género *Agave* para las tierras secas, arenosas y arcillosas de la Región Interandina, desde los 1.500 a los 3.000 m.s.m. Los *Agaves* son plantas crasulentas y adecuadamente conformadas a resistir los largos períodos de sequía de los valles xerófilos ladero-arenosos; viven y se propagan espontáneamente en el ambiente seco de la Sierra o Región Interandina. Habita preferentemente en las quebradas, cárcavas y laderas y su sistema radicular es bien desarrollado o profundo (véase fotos).

Teniendo en cuenta las propiedades y hábito del *Agave*, principalmente del *A. americana*, este autor se permite recomendar su uso ya conocido, para proteger derrumbes, zanjas, cárcavas, quebradas, etc., de las tierras secas y dehesnables. En muchas secciones tanto del Norte de Quito, como de las provincias centrales de la Región Interandina, he observado magníficos ejemplos de rellenamiento o "cubierta" de las quebradas por medio de la propagación de los *Agaves*, formando a veces verdaderas vallas de contención contra el arrastre de las aguas fluviales repentinas, pero fuertes. Lo que se observa en forma natural, se podría imitar artificialmente por medio de brotes rizomáticos o plantas pequeñas, que son fácil de obtención y propagación.

La protección de las cárcavas o quebradas o de las salidas o desagües de las aguas de tempestades y lluvias fuertes, de las áreas secas de la Sierra, se podría hacer mejor todavía por medio de "Asociaciones" de *Agave*, *Cortaderia rudiusscula* y "chilcales" (*Baccharis polyantha*).

LEGUMINOSAS:

RETAMA *Sarothamus scoparius*, especie arbustiva y de aspecto achaparrado, introducida del Viejo Mundo a principios de la colonia y magníficamente naturalizada en la Región Interandina. Crece silvestremente en los descensos de las grandes quebradas y

valles secos; de tierras duras y pedregosas; su sistema radicular es profundo y resistente y, como las plantas casi no tienen hojas normales, está perfectamente habituada al "medio" xerofílico. Basándose en estas observaciones de los suelos laderosos, erosionados por los chivos y por las lluvias repentinas, pero destructoras, esta especie puede ser plantada en filas o en macizos, así como también siguiendo contornos nivelados y aún en la protección de los taludes de los bancales altos. Su propagación se puede hacer fácilmente por medio de semillas y luego por el trasplante de las germinadas en su propio "medio".

CHANCHILVA *Cassia ineana* y *C. canescens*. Esta leguminosa nativa es arbustiva y de copa muy ramificada, casi achaparrada. Habita tanto en terrenos secos como húmedos; cuando se observa en las áreas laderosas se ve que crece admirablemente en tierras arcillosas y compactas (cangaguales). Esta especie como la retama (*Sarothamus*), el Agave, el "sigse" (*Cortaderia rudiscula*), la chilca (*Baccharis polyantha*), etc., puede ser usada en la protección de las tierras laderosas y secas de la Región Interandina, así como en la preparación del suelo para futuras plantaciones forestales; usando por ejemplo en las zanjas, contornos de nivel, etc., de las laderas, todas las especies mencionadas pueden ser denominadas preforestales; pues, en el suelo preparado por aquellas y bajo su protección foliar, se pueden plantar los arbolitos propiamente forestales: eucaliptos, capulíes, cipreses, pináceas, etc.

GUABO *Inga ornifolia*. Arbol nativo y coposo; puede ser utilizado como sombra y preparado inicial al arbolado forestal propiamente. Las cárcavas y quebradas pueden ser igualmente plantadas de guabos.

Entre las **LEGUMINOSAS COBERTORAS**, recomendadas ya por otros conservacionistas y que este autor también sugiere después de haber hecho observaciones, pero siempre que haya riego o una pluviosidad superior a los 550 mm. son las siguientes:

ALFALFA, varias del género *Medicago*, pero principalmen-

te *M. sativa* y sus variedades. En la Sierra Ecuatoriana el cultivo de la alfalfa se realiza sólo como forraje de corte o como cultivo rotativo en las provincias centrales; pero la alfalfa ha dado excelentes resultados como "cobertora" y "enmendadora" de los suelos; el mejor ejemplo práctico de este uso es el realizado en la hacienda "Picalquí" del Cantón Tabacundo, donde terrenos arcillosos o "cangaguosos" después de ser removidos por medio del arado y plantados de alfalfa, en hileras y al boleó, ha sostenido admirablemente la tierra, protegiendo contra la erosión tan marcada en esta área, al propio tiempo que "rehabilitando" el suelo para futuros cultivos.

Lo recomendable en estos casos de conservación, es que la semilla de la alfalfa, sea de la misma área, porque es más resistente o adecuada al "medio". La variedad preferida debe ser la de tallos numerosos y delgados en vez de la de tallos gruesos, ralos y casi lignificados; la razón para esta selección es obvia, porque los tallos leñosos son desperdiciados en un gran porcentaje, por no ser aprovechados por el ganado. Además, existen muchas otras variedades de alfalfa adecuadas para proteger y rehabilitar los suelos; para latinoamérica será más aconsejado conseguir semillas de esta leguminosa en la Estanzuela, Uruguay y en el sur de los Estados Unidos.

LOS TREBOLES, varias especies del género *Trifolium* son importantes dado el aspecto protector de los suelos, no sólo por sus abundantes raíces y órganos foliares, sino por la propiedad especial que tienen sus abundantes nudosidades radiculares de fijar el nitrógeno del aire y en este sentido, los tréboles son también "enmendadores".

Entre las principales especies del género *Trifolium* recomendables para cobertura, al propio tiempo que como forrajeras "asociadas" de los pastos gramínicos, merecen especial mención, las siguientes: TREBOL BLANCO *Trifolium repens*, TREBOL ROSADO *T. pratensis*, TREBOL ROJO o encarnado *T. incarnatum*, el trébol híbrido *T. hybridum* y otras especies de tréboles anuales.

EL AÑIL TREPADOR *Indigofera endecaphylla* es una especie ya experimentada en Puerto Rico con magníficos resultados. Creo que se podría utilizar esta especie en las áreas subtropicales de los valles interandinos.

La LESPEDEZA *Lespedeza* spc. es recomendable para las tierras subtropicales y tropicales. Para la Sierra del Ecuador sería bueno ensayar con las variedades adecuadas.

MELILOTUS *Melilotus* spcs. y *Lotus* spcs. son buenas "compensadoras" de los terrenos cubiertos de pasto.

5.— OTRAS ESPECIES:

CHILCA *Baccharis* spcs. y principalmente *B. Polyantha*. La observación ha demostrado las excelentes propiedades que ofrece esta compuesta arbustiva y achaparrada para utilizarla artificialmente en la protección de las tierras, pero principalmente de las cárcavas y quebradas, tanto de las áreas de los valles xerofílicos, como de las alturas mayores de 2.800 m.s.m., y sujetas a fuertes lluvias.

La "chilca" posee buen desarrollo y profundo sistema radicular, de tal manera que contiene muy bien las tierras inclinadas de las cárcavas y quebradas y teniendo en cuenta que sus raíces son resistentes y profundas, también se puede utilizar en los bordes altos de las grandes acequias y canales y aún de los riachuelos y torrentes de la Región Interandina.

El mejor uso que se puede hacer con la "chilca" para la protección de las cárcavas, es combinado con "sigse" (*Cortaderia*), con *Agave*, con "chanchilva" (*Cassia canescens*), etc. y aún con *Setaria* y otras gramíneas.

Existen otras especies nativas que pueden ser recomendadas como protectoras de los suelos o rehabilitadoras, pero este Autor no las presenta hasta conocer los resultados de las experiencias, tanto en su propio habitat como en el desarrollo conducido en el nuevo "medio".

PROTECCION DE LA VIDA SILVESTRE

En la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial" existen algunas quebradillas y chaparros, fuera de los lotes experimentales, que decurren hasta el cauce del río Monjas que corre por el pie oriental de la Quinta; estos lugares constituyen medios o habitats naturales de vida silvestre (plantas y animales) y principalmente de las aves indígenas del área xerofílica equinoccial, razón por la cual son conservadas como ha hecho la naturaleza, primero como ejemplo protectoconservacionista y luego, para estudiar el hábito y desarrollo de las especies nativas, algunas de las cuales constituyen solamente relictos. Dentro de los chaparros xerofílicos anidan algunas aves autóctonas, como gorriones, un pequeño colibrí de peña y "tucurpillas". Por otra parte, en el arboretum de la Quinta, en los pinales, cipresales y eucaliptales, así como en las Acacias y setos vivos de Lantanas, existen verdaderos nidarios y criaderos de las aves nativas del área geográfica, principalmente de la familia de las COLUMBIDAE, como la "tortola" (*Columba plumbea Chapmani*), "torcaza" (*Columba fasciata albilinea* Bonaparte), la "tortola común" (*Zenaidura auriculata lipoleuca* Bonaparte), la "tuguna" (*Geortrygon frenata boureieri* Bonaparte); algunas especies de colibríes, el gorrion común, el llamativo "pájaro brujo" de pecho rojo (*Phyrocephalus rubinus*), el "mirlo" común (*Turdus gigantodes*), el richi" (*Thraupis Darwinii*). Las tres especies de colibríes más comunes del sector, son: el "quinde herrero" (*Colibri iolata*), el "quinde cola larga" (*Lesbia victoriae*) y el colibrí gigante (*Patagonia gigans*), y entre las rapaces, el "quilico" (*Falco sparverius*) y el "guarro" (*Buteo polyosoma*); además allí viven el "guiracchuro" y dos especies de "jilgueros" no identificados.

Las aves mencionadas anidan en el bosquecillo mencionado, porque allí existe completa tranquilidad y no se permite la entrada de cazadores, precisamente para favorecer la reproducción y estudiar sus hábitos como en un laboratorio y también para apro-

vechar el "guano" que dejan bajo las hileras de pinos y cipreses, para el abonamiento de las plántulas de las almacigueras y viveros. Debido al medio tranquilo creado dentro de la Quinta Experimental, aquí se alberga más tórtolas y más pájaros que en ningún otro lugar del área equinoccial. Este ejemplo debería seguirse en otras áreas del país y de nuestra propia América Latina, pero de manera especial en los lugares de transición ecológica a lo largo de las Cordilleras y hacia las estribaciones de las mismas. Los dueños de haciendas son los llamados a cooperar en esta cruzada proteccionista, desde luego, con la ayuda de los técnicos del Departamento respectivo del Gobierno Nacional.

ASPIRACIONES CUMPLIDAS

El principal objetivo al establecer la Estación Experimental de la QUINTA EQUINOCCIAL, ha sido demostrar a los agricultores y habitantes del Sector Equinoccial y de la Región Interandina en general, que la CONSERVACION o buen manejo de las tierras, es factible en cualquier lugar, si a los suelos se maneja con principios científicos y técnicos, y demostrar prácticamente que el arbolado artificial en las tierras xerofílicas o semidesérticas, "no es cosa del otro mundo", si se deja llevar por la técnica y la paciencia. En el Ecuador, casi nadie ha creído en la forestación artificial en las áreas secas del Chota y Guayllabamba, por ejemplo; pero, con los trabajos hechos en la QUINTA EQUINOCCIAL, queda prácticamente demostrado, que nada hay imposible para el hombre.

Las experiencias y los ejemplos demostrados en la pequeña Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial", sobre Conservación y Forestación en plena xerofilia, han servido a miles de agricultores y hacendados del país, quienes han imitado o están siguiendo el ejemplo en sus propiedades, y como estas experiencias han sido ampliamente divulgadas por la Dirección y sus colaboradores, ante los estudiantes, jóvenes técnicos y visitantes en general, así como por la prensa y revistas especializadas, por medio de artículos y consejos, la QUINTA EQUINOCCIAL ha cumplido también una gran misión en el campo extensionista, no sólo para el Ecuador, sino para América y el Mundo.

La QUINTA EQUINOCCIAL es la única Estación Experimental de Xerofilia del Ecuador y una de las pocas del Continente en plena aridez, y también la única mantenida con la ilusión y el esfuerzo económico de una persona amante de la conservación de la naturaleza. La Dirección de la Estación Experimental de la Xerofilia Equinoccial, al llegar a los 20 años de vida y trabajo intenso e ininterrumpido, ha cumplido una gran parte del Programa trazado previamente, en favor de la CONSERVACION, y esta labor, seguirá siempre adelante. Nuestra gran ambición, es enseñar con el ejemplo, y despertar en el Gobierno Nacional la inquietud, el interés por el aprovechamiento o incorporación de las tierras secas en favor de la producción nacional, para lo cual tendrá que invertir grandes sumas de dinero en la introducción del riego, aparte de la planificación técnica del mejor aprovechamiento de las tierras a incorporarse a la producción; pero, todo gasto y sacrificio económico, pronto será compensado con creces. Esta es nuestra mayor ambición patriótica y conservacionista!

LA DIRECCION

IFORMACION BIBLIOGRAFICA

Bibliografía especial sobre las áreas secas del Ecuador, realmente no existe, la única Area que ha sido estudiada en este aspecto, es la Península de Santa Elena; pero quien ha hecho estudios dedicados, es el Dr. G. Sheppard, quien permaneció en el Ecuador algunos años en calidad de geólogo de una compañía petrolera. El Dr. Sheppard publicó varios artículos sobre sus observaciones. Los estudios posteriores, siempre se han referido a aquellos. El naturalista Nicolás C. Martínez, sin embargo de las muchas observaciones climatológicas y meteorológicas que realizó entre el Píchincha y el Tungurahua, no hizo nada concreto en relación a las áreas secas del Callejón Interandino.

Muy posteriormente Edwing N. Ferdon de School of American Research, publicó en asocio de Malcolm H. Bissell, *THE CLIMATES OF ECUADOR*, en la Monografía N° 15, "Studies in Ecuadorian Geography" (Págs. 35-76); 1950, donde se menciona brevemente las áreas secas de la Región Interandina de acuerdo al Sistema de Köppen, pero no llega a las consideraciones ecológicas.

El Autor de esta Contribución ha venido realizando por años, observaciones de la climatología y ecología comparadas de las áreas secas o áridas de la Región Interandina del Ecuador; pero falta mucho para completar, sobre todo, como trabajo aplicado a la habilitación y rehabilitación en favor de la producción.

De acuerdo con lo expresado, la bibliografía que a continuación presento, es personal con excepción de algunas publicaciones de carácter general:

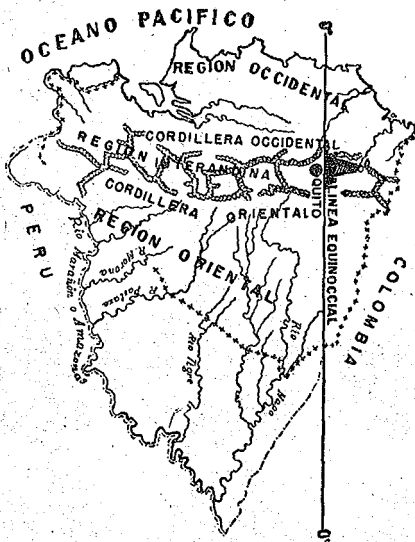
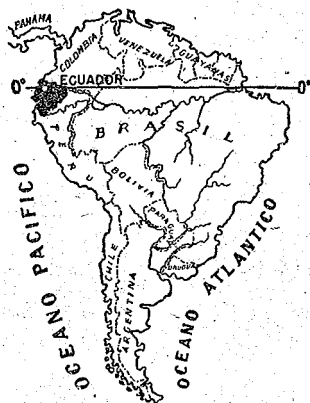
- ACOSTA-SOLIS, M.— Geología y Vegetación de Tululún, al Suroeste de Ambato.— Contribución de 26 Págs., 1 mapa, 2 perfiles y 10 fotografías. Imp. "Ecuador"; Quito, Ecuador, Diciembre, 1933.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Galápagos observado fitológicamente.— Anales Universidad Central, N° 302, Quito, Diciembre, 1937.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Factores que influyen en la Vegetación del Norte de Quito.— Anales Universidad Central, N° 312, Quito-Ecuador, Diciembre de 1941.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Contribuciones a la Geobotánica Ecuatoriana: La Vegetación del Norte de Quito: desde Cotocollao al río Guayllabamba.— Anales de la Universidad Central, N° 313, Quito, Marzo, 1942.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Los climas de las Regiones naturales del Ecuador.— *FLORA* Vol. IV N° 11 y 12. Quito, Ecuador, Mayor 1944.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Las tierras agrícolas de la Provincia de Tungurahua.— 26 pp., Imp. "Ecuador". Quito, Abril de 1945.

- ACOSTA-SOLIS, M.— "Soil Erosion in the Agricultural Highlands of Ecuador and Suggestions for Its Protection by Appropriate Plants, Principal by *Setaria cernua* H. B. K.". Contribución mimeografiada de 19 Págs., 1 dibujo y 7 fotografías.— Chicago, U.S.A., Diciembre 29, 1947.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Por la Conservación de las Tierras Andinas. La erosión en el Ecuador y métodos aconsejados para su control.— 188 pp., Editorial "Ecuador", Quito, 1952.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Las Tierras áridas y xerofílicas de los valles del Chota y Guayllabamba.— Contribución del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, N° 20. Quito, Ecuador, Agosto de 1953.
- ACOSTA-SOLIS, M.— "Sugerencias Generales sobre la Conservación de Suelos y la Reforestación Andina en Venezuela". Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Tomo XIV, N° 38. Caracas, Venezuela, Agosto de 1954.
- ACOSTA-SOLIS, M.— La forestación artificial en el Ecuador Central.— 186 pp., Editorial "Quito". Quito, Ecuador, Septiembre de 1954.
- ACOSTA-SOLIS, M.— La primera Estación Forestal y de Conservación del Ecuador, "Rev. de Agricultura", Págs. 1-22. Quito, Diciembre de 1955.— Posteriormente dos nuevas ediciones; la 3ra. publicación en "Ciencia Interamericana", Vol. 6, N° 3. Washington, Mayo-Junio de 1965.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Observación sobre la utilización de las Tierras Agrícolas del Azuay y Cañar incluidos en el Informe CAÑAR Y AZUAY: Desarrollo económico, Situación Agraria y Forestal, Págs. 189-220, 1 mapa, una tabla y 17 láminas fotográficas. Junta Nacional de Planificación y Casa de la Cultura Ecuatoriana, 1 Vol. Ilustrac. Quito, 1956.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Clasificación Geobotánica de los Bosques y las otras Formaciones Vegetales del Ecuador.— Ciencia y Naturaleza, 1, 2: 62-77, Ilust. y 1 mapa. Quito, Ecuador, Octubre de 1957.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Evapotranspiración de las áreas equinocciales.— Cuaderno mimeografiado para la V Reunión Panamericana de Consulta sobre Geografía del I.P.G.H., 25 Págs. Quito, Ecuador, 1959.
- ACOSTA-SOLIS, M.— "La cabuya contra la erosión del suelo". Ilustr. "La Hacienda", Agosto de 1961.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Vegetación y Fitogeografía de la Provincia de Pichincha.— Instituto Panamericano de Geografía e Historia.— Libro de 235 Págs., 55 fotografías y 4 mapas. México, 1962.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Terminología Geográfica y Ecológica para América Tropical y Andina, "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales" Vol. XI, N° 44, páginas 351 - 358. Bogotá, Diciembre de 1962.
- ACOSTA-SOLIS, M.— La Quinta Equinoccial del Ecuador: Estación Expe-

- rimental Forestal y de Conservación. Public. en CIENCIA INDIANA-MERICANA, Vol. 6, Nº 3. Washington, Mayo-Junio, 1965.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Divisiones Fitogeográficas y Formaciones Geobotánicas del Ecuador. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. XII, Nº 48. Bogotá, Julio de 1966. A base de esta edición, se han publicado dos ediciones ampliadas: 1967 y 1970.
- ACOSTA-SOLIS, M.— Geografía y Ecología de las Tierras Áridas del Ecuador.— Contrib. Nº 72 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales; 118 Págs., 4 mapas, 6 dibujos, 23 fotografías y algunas viñetas. Quito, Enero de 1970.
- ACOSTA-SOLIS, M.— s.f.— Fitogeografía del Ecuador (Inédito desde 1945).
- ALBRECHT, W. A.— Pérdida de la materia orgánica y su restauración. (En inglés) Soils and Men, Year book de Agricultura 1930. USA.
- BEUTNER, F. L. y D. Anderson.— El efecto de una cobertura de paja en la conservación del agua y la producción de forraje en algunos suelos de pastoreo semi-desérticos. (En inglés) Journal American Society of Agronomy 35: 393-400, 1943.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L., and Chadwick, M. J.— Life in desert. Fovls, London, 1964.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L., Ecology of Oases. Sciences Journal, August, 1965.
- FAO.— Conservación de Suelos; un estudio internacional. Estudios Agrícolas Nº 4, 216 p., 1949.
- FERDON, EDWIN N. And BISSELL, MALCOLM H.— The climates of Ecuador, an Studies in "Ecuadorian Geography", Monografía Nº 15 (pp. 35-76). Santa Fe, New México, 1950.
- JEPSON, HANS G.— Prevention and control of gullies. U. S. Department of Agricultura. Farmes Bulletin Nº 1813.
- KERMAN, S. H.— Reforestación in Spain. State University College of Forestry, at Syracuse University, 52 pp. New York. 1948.
- MARTINEZ, NICOLAS G.— Estudios meteorológicos y climáticos. Quito-1952.
- MASSEY, H. F. y M. L. JACKSON.— Erosión selectiva de los elementos fertilizantes del suelo. (En inglés) Soil Science Society of America. Proceedings 16: 353, 1952.
- Mc. CALLA, T. M.— Influencia de algunos productos biológicos en la infiltración y la estructura del suelo (en inglés) Soil Science Society of America, Proceedings 7: 209-214, 1942.
- MOLANO CAMPUSANO, JOAQUIN.— Zonas áridas de Colombia. Boletín de la Soc. Geográfica de Colombia, Nºs. 83-84. Bogotá, 1964.
- MUSGRAVE, G. W. y M. L. NICHOLS.— La materia orgánica en relación al

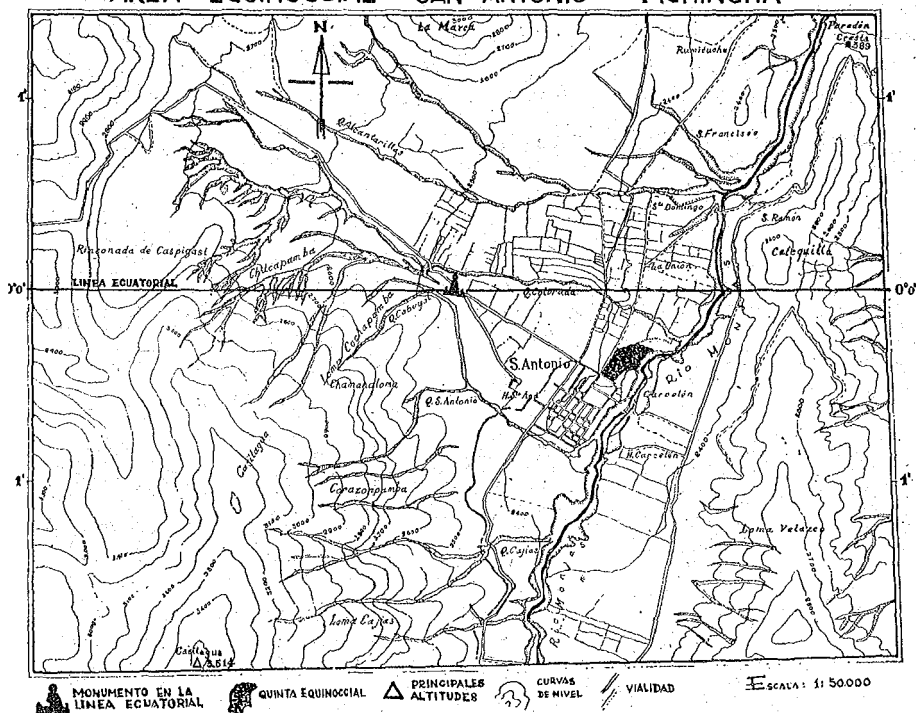
- uso de la tierra. (En inglés) Soil Science Society of America. Proceedings 7: 22-28, 1941.
- RUSSEL, J. C.— La influencia de una cobertura superficial sobre las pérdidas de humedad del suelo por evaporación. (En inglés) Soil Science Society of America, Proceedings 4: 65-70, 1939.
- SCHREINER, O. y B. E. BROWN.— El nitrógeno del suelo (en inglés). Soil and Men. Yearbook of Agriculture, 1938, USA.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA e HIDROLOGIA.— Publicación N° 3 (Valores Meteorológicos medios de algunas localidades ecuatorianas) Quito, 1967.
- SHEPPARD, G.— Notes on the climate and physiography of Southwestern Ecuador. Geogr. Rev. 20: 445-453, 8 figuras. 1930.
- SHEPPARD, G.— Abnormal occurrence on the littoral of the Santa Elena Península. Geog. Rev. 21: 490. 1931.
- SHEPPARD, G.— El clima y la fisiografía en la región Suroeste de la República del Ecuador. El invierno del año 1932 en la provincia del Guayas.— 30 pp. 7 figs. Public. del Observatorio de Quito. 1934.
- SVENSON, H. K.— "Vegetación of the coast of Ecuador and Perú and its relation to that of the Galápagos islands".— Contribución N° 104, Brooklyn Botanic Garden, New York, 1946.
- THORNTHWAITTE, C. W. y HASE, F. KENETH.— La Clasificación climato-lógica en dasonomía.— Unasylva 9 (2): 53-103, 1955.
- TROLL, C.— Ecuador.— Klute, Handbuch der geographischen Wissenschaft, Lissferbg, 46, Sudamerika, 392-411. Wildpark-Postdam. 1932.
- UNESCO.— The Future of Arid Lands: Papers and recommendations of the International Arid Lands Meetings, New México, 1955, Publication N° 43 of the American Association for the Advancement of Science.
- UNESCO.— Zone Aride: Nouvelles du projet majeur de l'Unesco relatif aux recherches scientifiques sur les terres arides. Del N° 1 al 21. Paris, 1962.
- U. S. SOIL CONSERVATION SERVICE.— Manual de Conservación de suelos. Washington, 332 p. Public TC-243, D. C., U. S. Government Printing Office, 1947.
- WARMING, E.— Ecology of Plants. London, 1 Vol. Ilust., 1909.
- WEABER, J. E. y F. E. CLEMENTS.— Plant Ecology.— New York, 1 Vol. Ilust. 1929.
- WEBERBAUER, A.— Pflanzenanwelt der peruanischen Ande.— Vegetation der orde von A. ENGLER und O. DRUDE., XII, Leipzig, 1911.
- WOLF, Th.— Geografía y Geología del Ecuador.— Leipzig 1892. WOLF, Th.— Erste Susammenfassende originale Übersicht der Vegetation von Ecuador. (Hauptwerk zur Geographis Ecuador), 1892.

ILUSTRACIONES



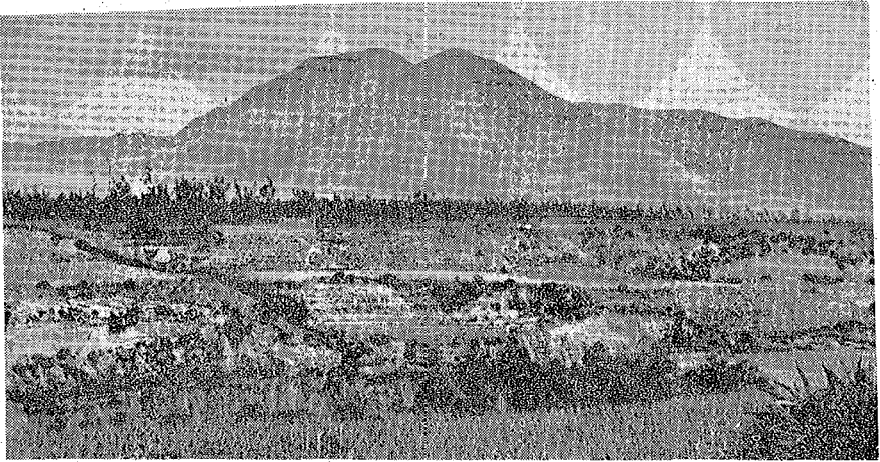
El Ecuador en Sudamérica (Izquierda) y el Area Equinoccial (representada por el Monumento Ecuatorial) en el Mapa del Ecuador, que también delimita las tres Regiones Naturales del Ecuador, país Tropicandino.

AREA EQUINOCCIAL DE SAN ANTONIO DE PICHINCHA



Mapa reducido del área equinoccial de San Antonio de Pichincha, donde han sido conducidas las experiencias conservacionistas por el Dr. Misael Acosta-Solis, autor de la presente publicación.

LAMINA II



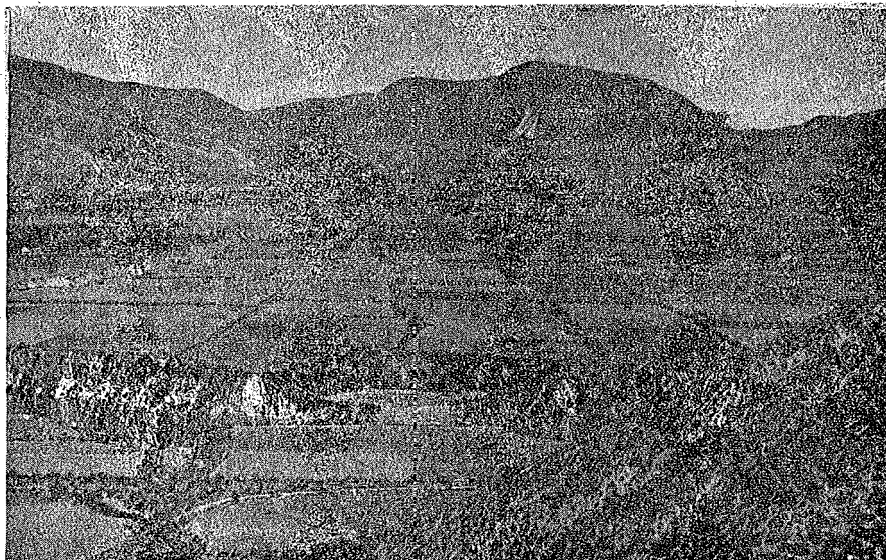
Aspecto general del área de San Antonio de Pichincha visto desde el E. SE., desde cerro de Carcelén.



El Monumento Equatorial, construido en un punto de la Línea Equinoccial, al pie del cerro de La Marca, 1.300 metros al Occidente de la calle principal de la población de San Antonio de Pichincha. Latitud: $0^{\circ} 0' 0''$; Altitud: 2.483 m.s.m.; Longitud Occ. Greenwich: $78^{\circ} 27' 8''$; Declinación Magnética $6^{\circ} 38' E$.



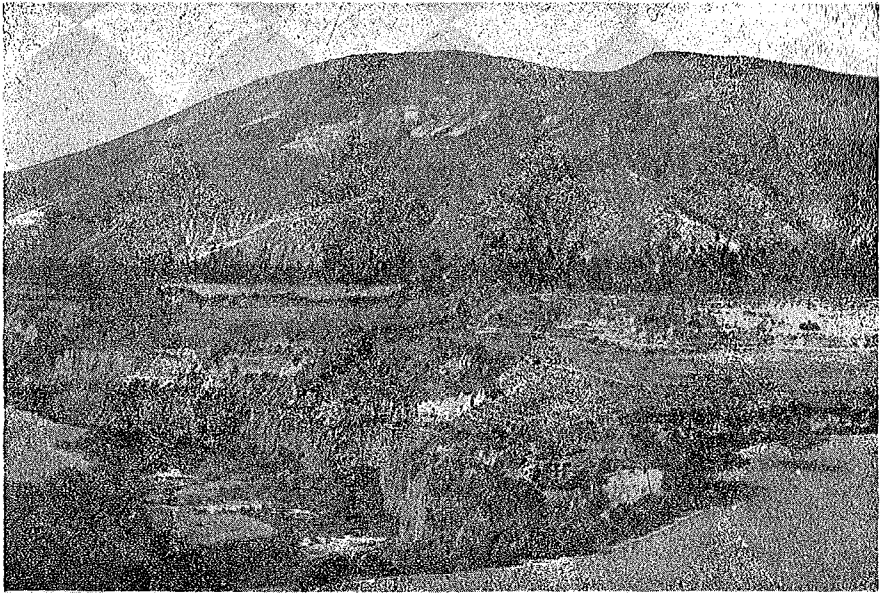
Vista panorámica de la explanada de Lulumbamba o de San Antonio de Pichincha, que abarca desde el río de Monjas hasta el pie de los cerros La Marca (izquierda) y Padre Rumi (centro y derecha). Obsérvese que el área carece de árboles; esto fue en 1950, cuando se inauguró la Estación Experimental en la "Quinta Equinoccial", pero con la influencia de ésta, actualmente, San Antonio de Pichincha tiene algunos arbolados y muchos árboles diseminados, como puede verse en las fotografías de las láminas IV, V y VI, tomadas en 1960 y en 1965.



La Explanada de San Antonio de Pichincha, vista de E. a O., desde el cerro de Carcelén hacia el pié del Padre-Rumi.



Cauce del río de Monjas o de San Antonio. El cerro del fondo izquierdo, corresponde al Casitagua, cerro que circunda la explanada de Sn. Antonio hasta Pomasqui.



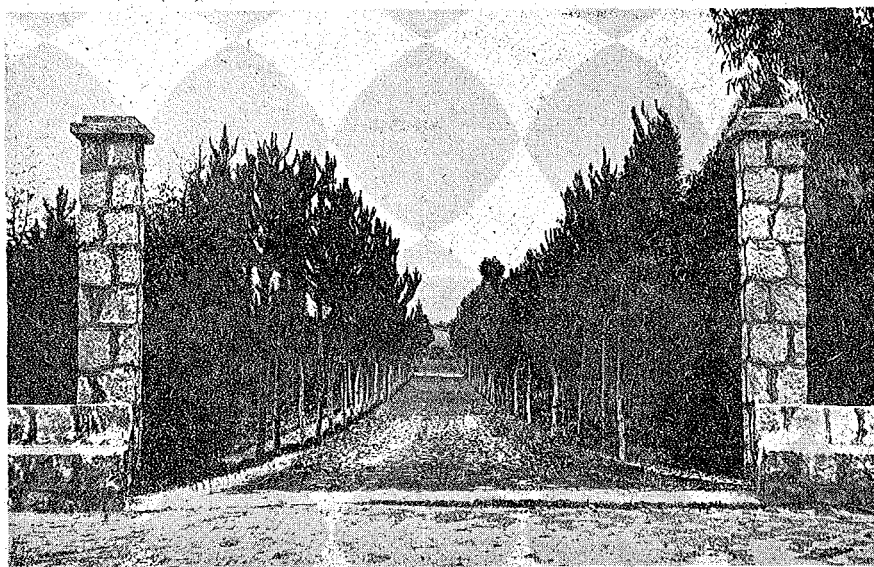
Cauce del río de Monjas o de San Antonio, mostrando los perfiles de la tierra volcánica y deleznable, una faja laderosa de la "Quinta Equinoccial", arbolado de la misma y el cerro de Casitagua, xerófilo y muy erosionado, al fondo.



Cauce del río Monjas mostrando los perfiles de la tierra volcánica y deleznable, alternadas con delgadas capas de materia orgánica o turba de color negro. La foto corresponde al pié Oriental de la "Quinta Equinoccial".



Entrada esquinera a la "Quinta Equinoccial". Construcción de piedra y cemento, realizada en 1951.



"Avenida de los Pinos" de la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". Por esta calle se atraviesa al Arboretum.

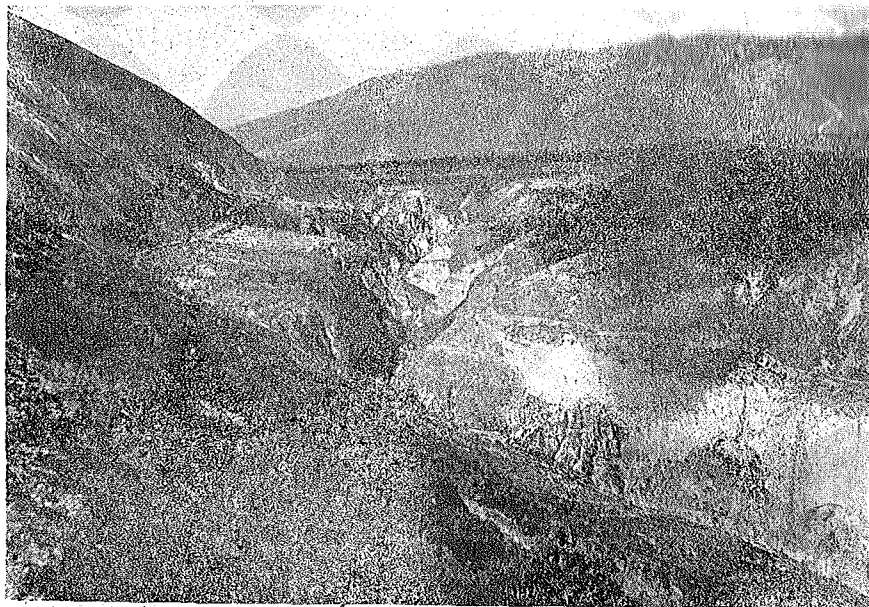
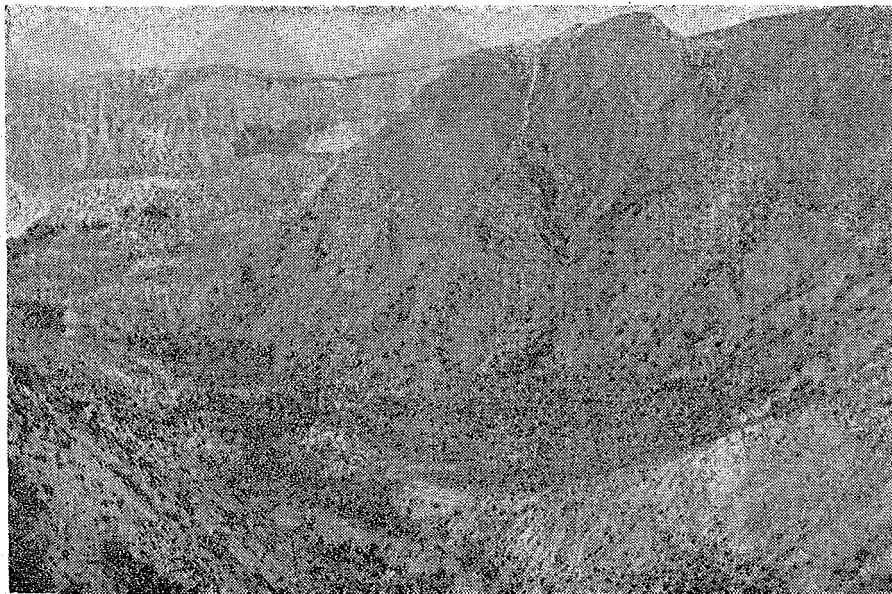


Foto Superior: Encañonado del río de San Antonio que rompe por el pie E. NE. del valle hacia el río Guayllabamba. El perfil y horizontes del cauce, induce a comprobar que la explanada de San Antonio descansa sobre un "relleno" de tierra volcánica (arena y bomba) suelta y deleznable.

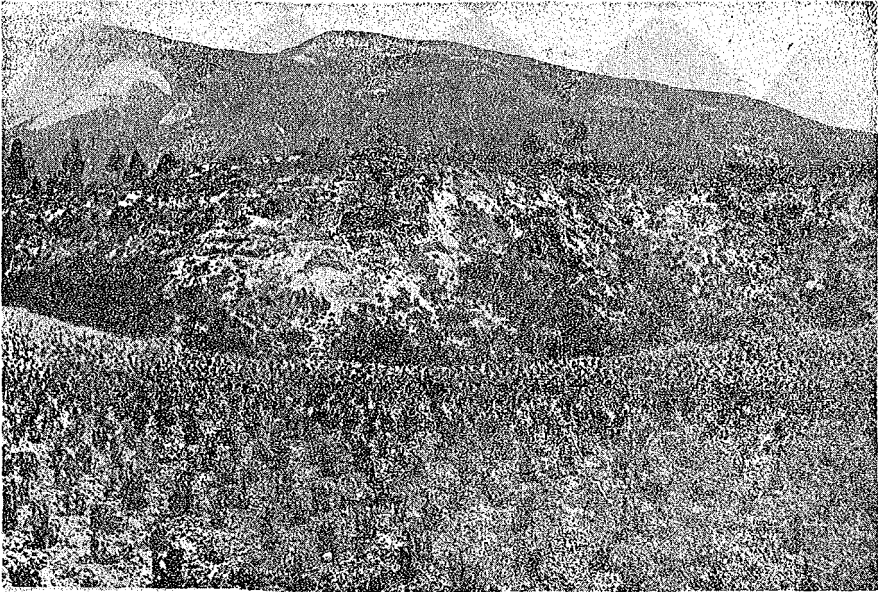
Foto Inferior: Perfil de la quebrada del río San Antonio, entre Rumicucho y La Providencia, antes de desembocar en el río Guayllabamba. La tierra volcánica y casi blanquecina, es floja o deleznable y está constantemente resbalando o deslizándose al fondo.



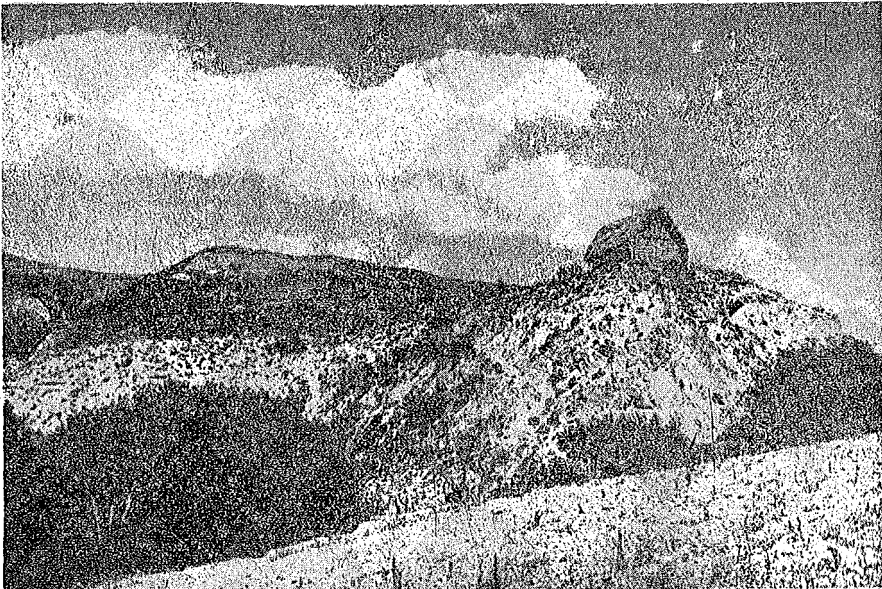
*Paisaje xerofílico del pié de La Providencia, sobre el lado izquierdo del río Guayllabamba. Las asociaciones achaparradas son algarrobales de *Acacia pellacantha*, árbol aparasolado y resistente a la ecología semidesértica y heliofánica constante.*



Aspecto semidesértico impresionante de las laderas de La Providencia y La Josefina, hacia el río Guayllabamba.



Ladera seca y erosionada y un plano agrícola (agricultura temporal-anual) del lado sur-oriental de la "Quinta Equinoccial".



Ladera Nororiental de la "Quinta Equinoccial". La casita-choza de la colina sirvió por 10 años de vivienda del cuidador que prohibía el pastoreo nómada de chivos, burros, borregos y ganado vacuno del área; sólo con este cuidado se logró conservar la cubierta vegetal del sector.



Fotografía que muestra el perfil y la vegetación pionera en los derrumbos del cauce deleznable del río de Monjas o de San Antonio. Nótese las capas u horizontes superiores que alternan con delgadas más oscuras capas de materia orgánica (turba fósil) y las dominantes de tierra suelta y granulosa bomba volcánica. Las plantas características de este sector son "chilcas" (*Baccharis polyantha*), opuntias y Agaves.

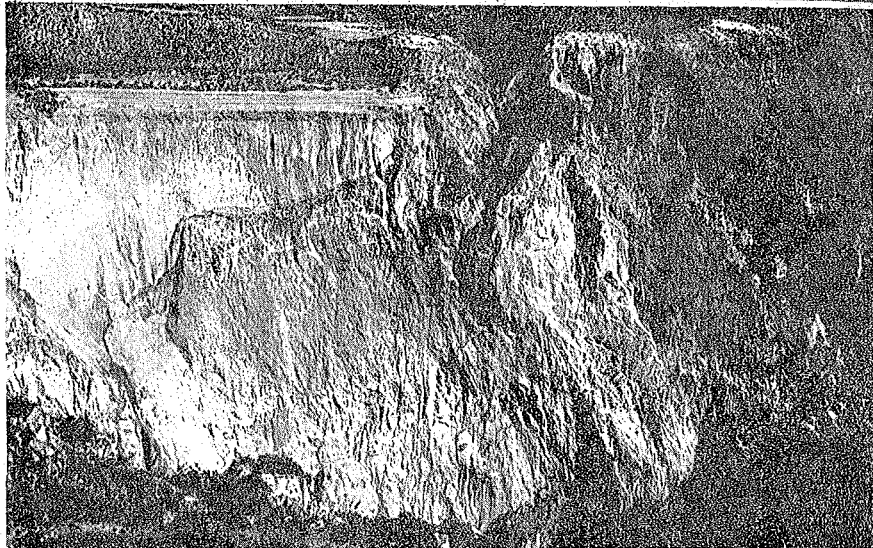
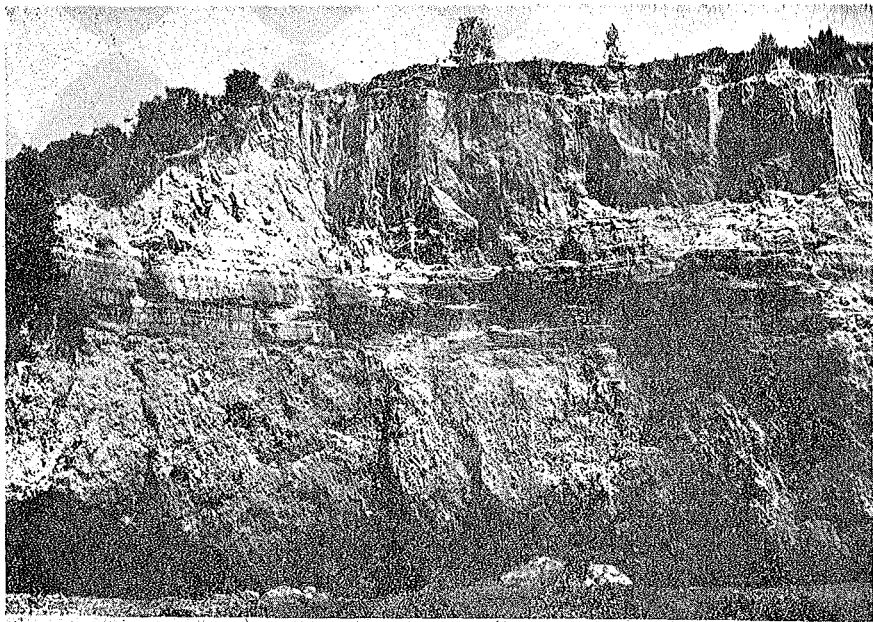


Foto Superior: Perfiles del cauce del río San Antonio mostrando las capas u horizontes de tierra volcánica y deleznable, alternando con delgadísimas capas de materia orgánica.

Foto Inferior: Derrumbos de las tierras volcánicas y deleznales de los lados del cauce del río de Monjas o San Antonio, antes de desembocar en el río Guayllabamba. Por lo visto, se concluye que la explanada de San Antonio fue en épocas preterritas, un valle profundo, llenado posteriormente con los productos de la erupción del geológico Puhlagua, alternando con períodos de descanso y la consiguiente consolidación de materia orgánica. Estos fenómenos se realizaron entre fines del Período Terciario y principios del Cuaternario.

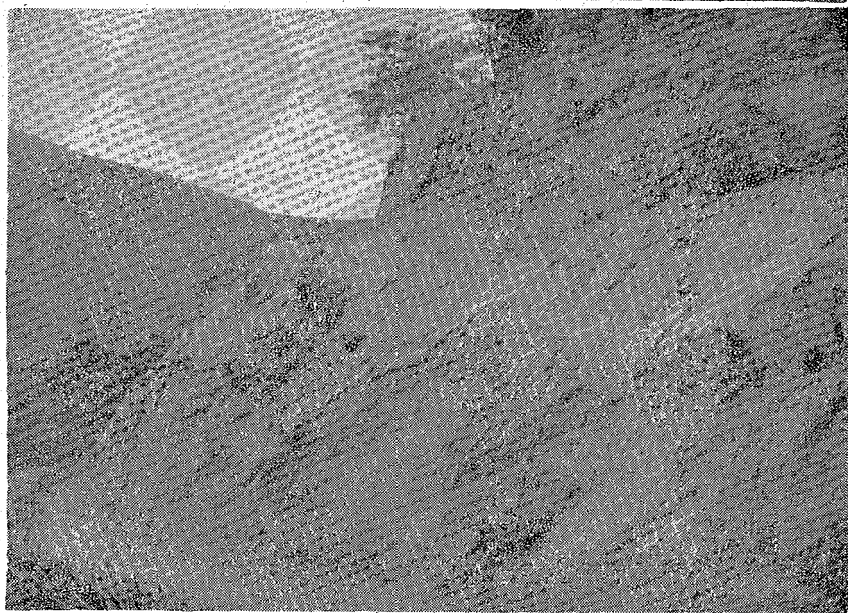
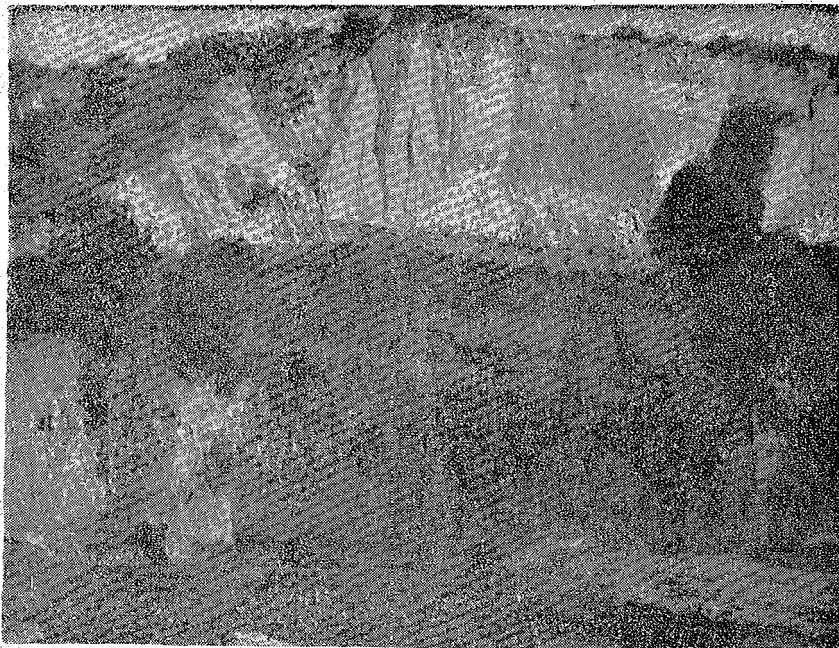


Foto Superior: Detalle del perfil de la abra-cauce del río Monjas o San Antonio, al pie de la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". Toda la capa blanca superior, es arena y bomba volcánica rellena con las erupciones del geológico Púlulagua, a principios de la Era Cuaternaria. Las delgadas capas oscuras son turbosas.
Foto Inferior: Ladera de tierra arenosa y deleznable del camino de Carcelén a la cúspide del cerro de Catequillá, entre 2.300 a los 2.550 m.s.m.

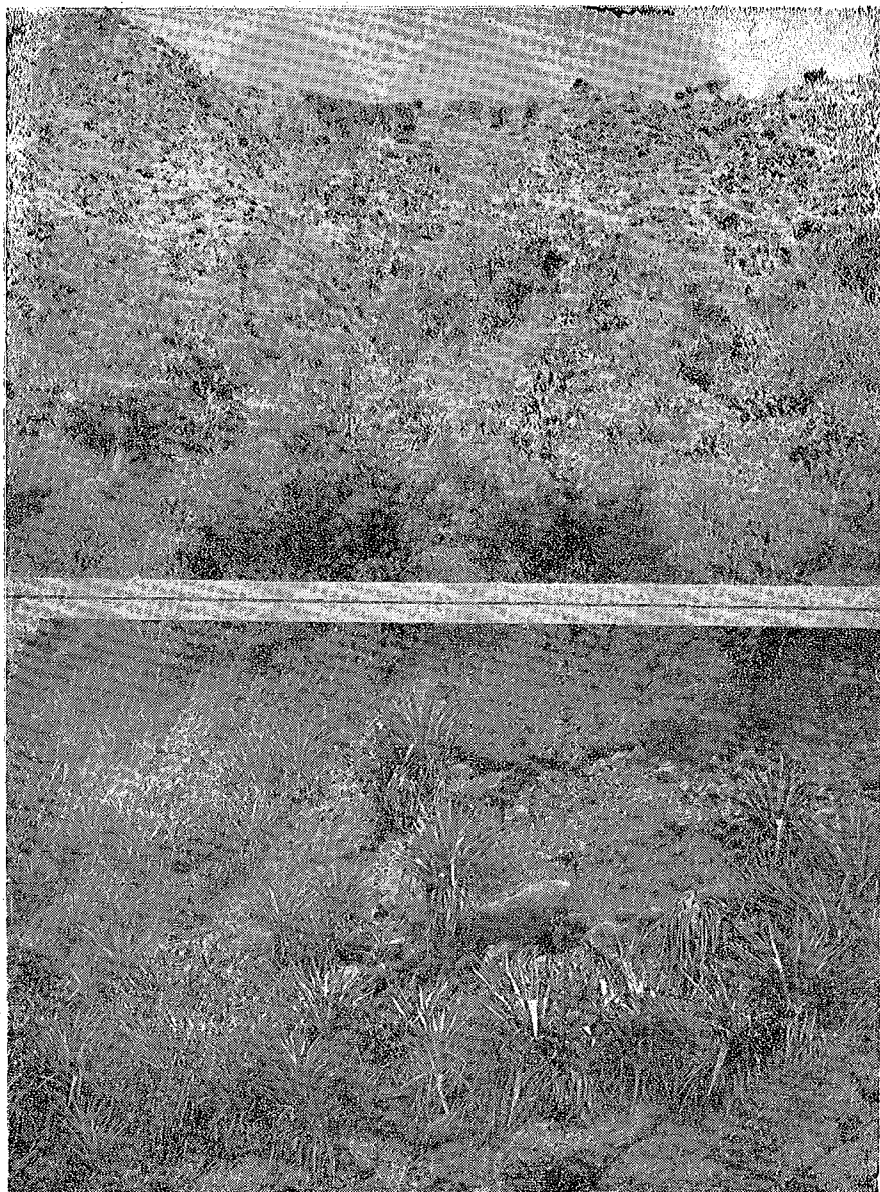


Foto Superior: Ladera xerofílica del descenso de Tanlagua al río Guayllabamba, a 1.600 m.s.m. Se destacan las cabuyas del género *Fourcroya*, Bromelias del suelo y epífitas, *Sedum* y otras crassulentas.

Foto Inferior: Detalle ampliado de la fotografía superior, con dominio de Bromelias de follaje suave y liso, fijadas al suelo.

LAMINA XIV

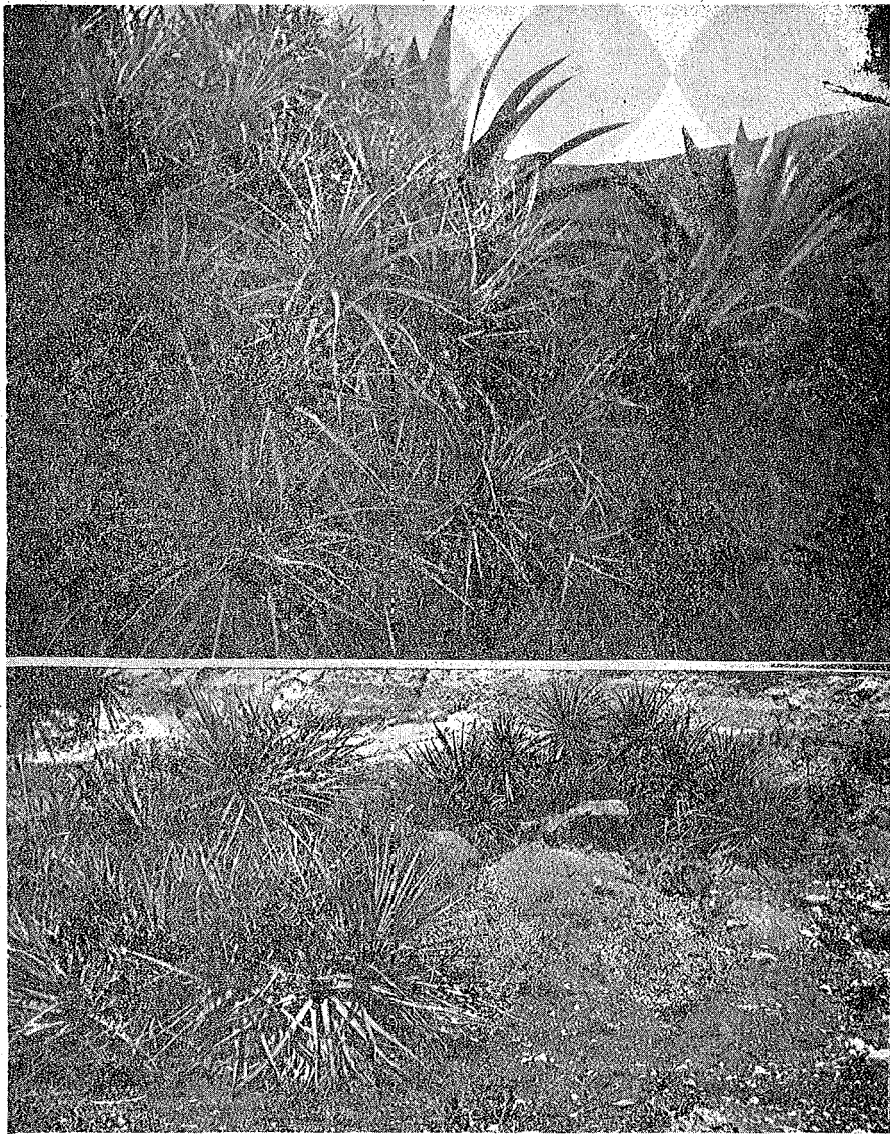
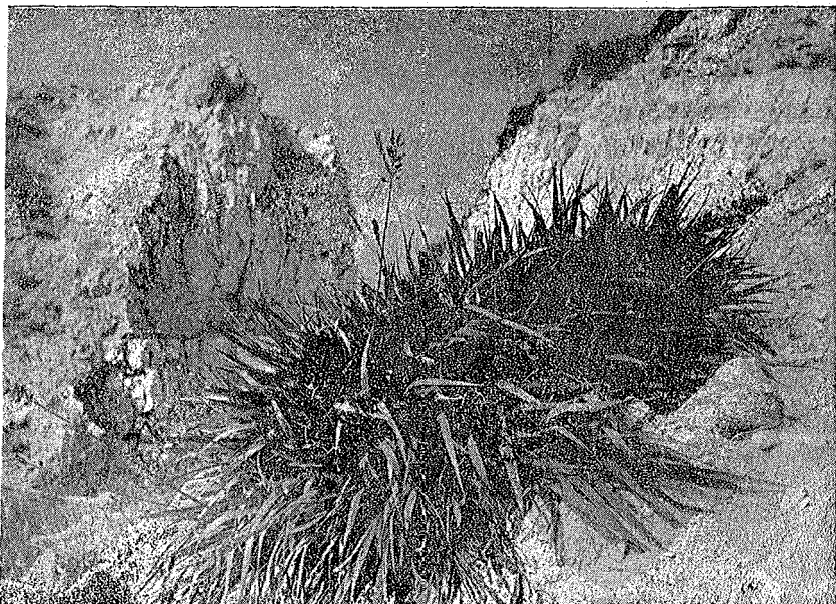


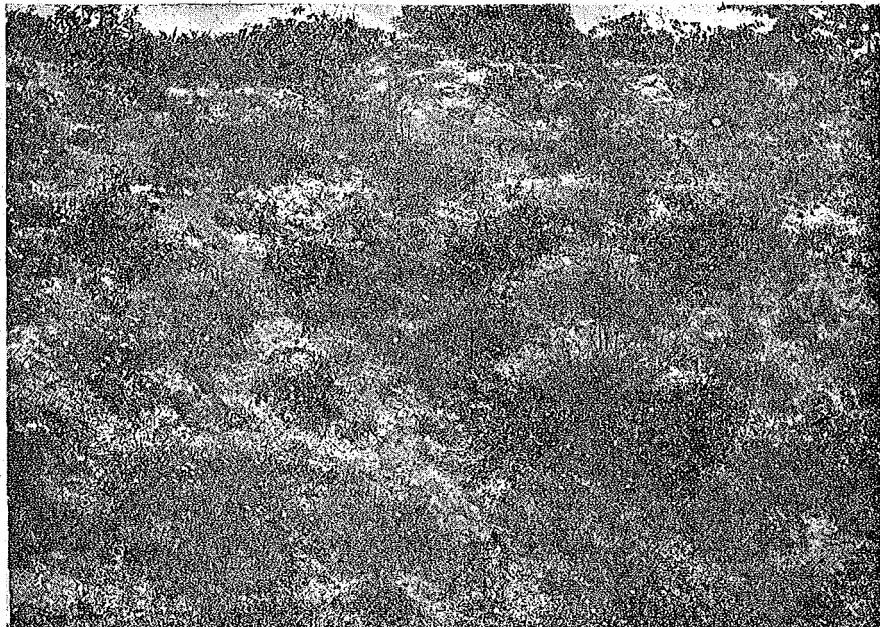
Foto Superior: Asocieta de bromelias ásperas y espinosas y Agave americana en los terrenos de Alcantarillas, a 1 Km. arriba del Monumento Equatorial y sobre los 2.550m.s.m. Abajo, dos Asocietas de Bromeliáceas diferentes, situadas en el mismo lugar de la fotografía superior. La Asocieta del grupo izquierdo tiene sus hojas borde entero; en cambio, son espinosas las hojas de la asocieta del lado derecho sup.



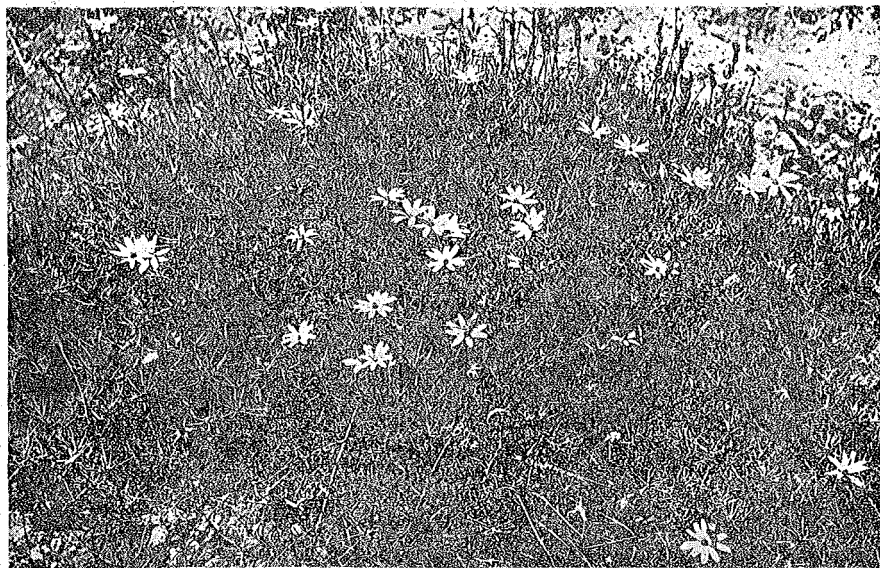
Consocieta de "ñachag" (*Bidens* de grandes flores amarillas) y gramíneas de los géneros *Festuca*, *Sporolobus* y otras, al pie del cerro Padre-Rumi, en el camino del Monumento a Calacali, a 2.650 m.s.m.



Cúmulo de "gramalote" (*Setaria cernua*) en la ladera inferior del cerro de Casitagua, camino de Pomasquí a San Antonio de Pichincha.

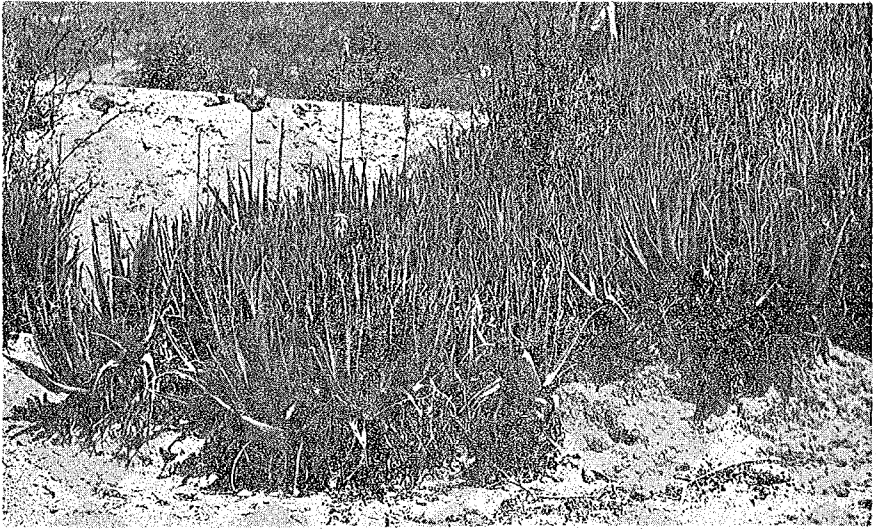


Asociación de Onoseris prostata, una compuesta de follaje gris-pubescente y de cabezuelas rosadas, en las laderas de la "Quinta Equinoccial" y en toda el área de San Antonio de Pichincha.

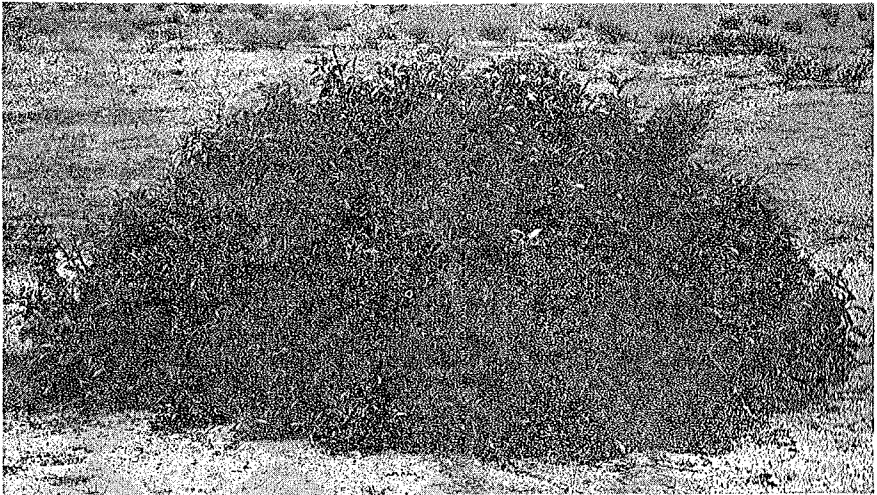


Cúmulus de Onoseris prostata en el mismo lugar de la foto superior. Esta bonita especie puede ser mejorada genéticamente y aprovechada en jardinería.

LAMINA XVII

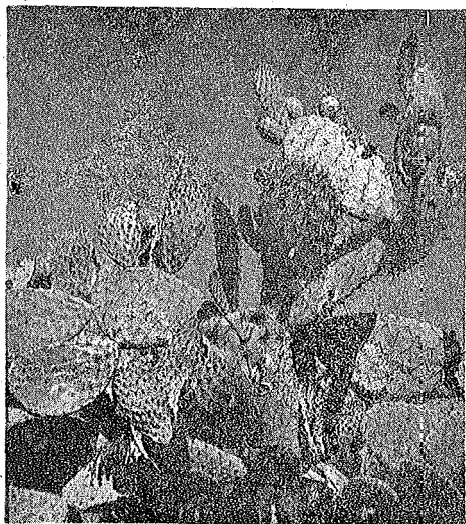
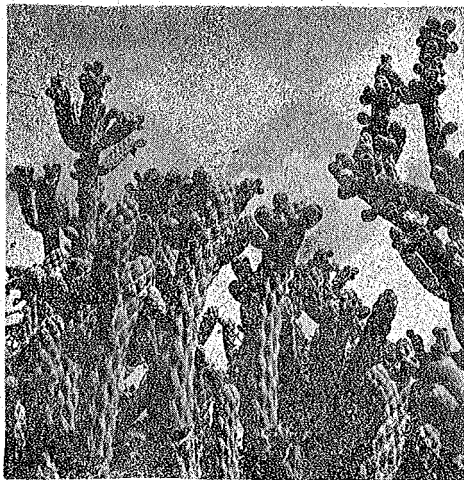
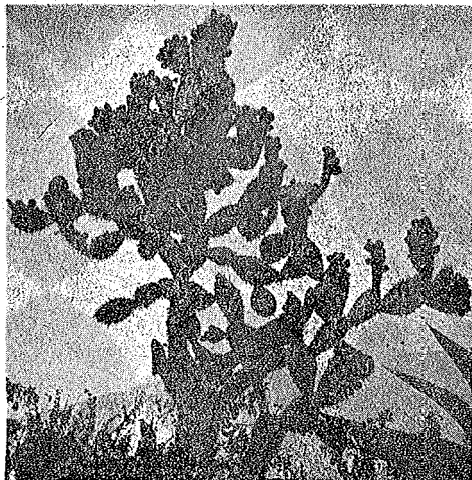


Asociación de "sábilas" (*Aloe soccotrina*), especie naturalizada desde la época colonial. Ejemplo observado en la quebrada del Norte de la "Quinta Equinoccial".



Un cúmulus de "mosquera" (*Croton* sp.), común en las áreas secas y arenosas del sector Equinoccial.

LAMINA XVIII



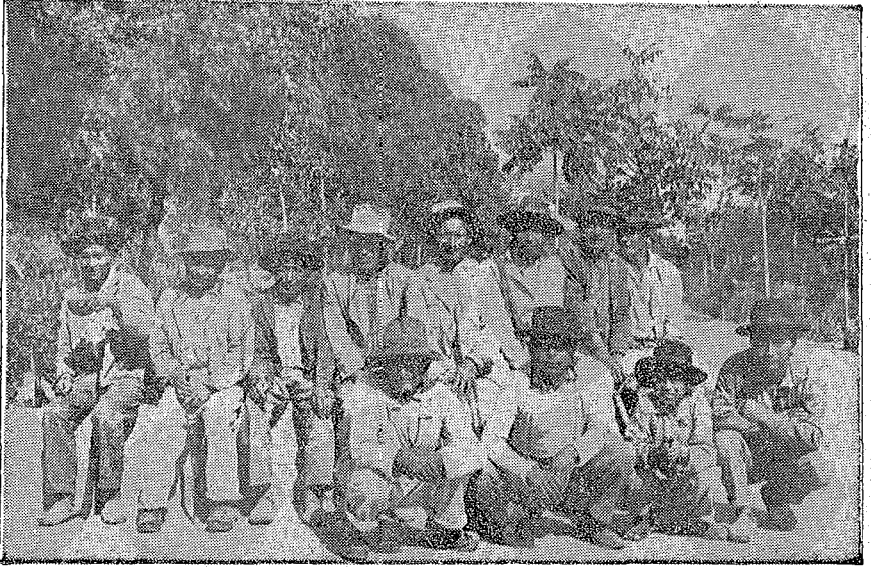
Fotos Superiores: Izquierda, *Opuntia ferox*; Derecha, *Opuntia cilindrica*.
Fotos Inferiores: Izq. *Opuntia tuna* de frutos comestibles; der. *O. veintimiglia*.



Vista general de la vegetación del plano inferior del descenso al Shaigua, en la playa del río Guayllabamba, a 1.600 m.s.m. Los árboles con ramificaciones aparasoladas son: "campeche" (*Caesalpinia spinosa*, Syn. *Coultleria tinctoria* y *Acacia pellacantha*). Los arbustos achaparrados son "chivo-caspi" (*Buettneria ovobata*), *Croton* spcs., *Lycianthus* spc., etc.



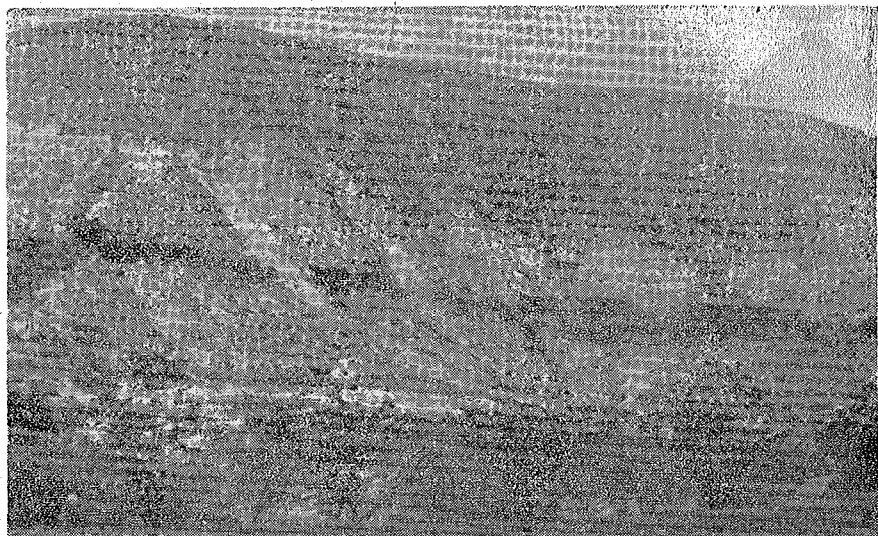
Asociación de "espinos" (*Cereus icosigonus*) de tallos columnares.



Habitantes autóctonos de San Antonio de Pichincha; sus actividades se desenvuelven en torno a la agricultura de secano y de temporada y al pastoreo en los cerros y laderas. Estas gentes, aunque muy "chicheras", son de vida longeva.



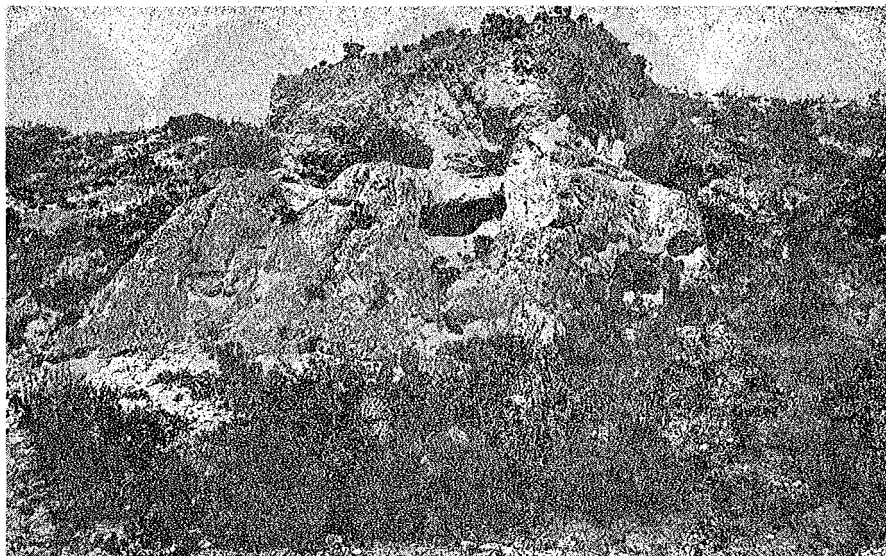
Indias Zámbez que trabajan en el corte y desfibrado de la cabuya del género Fourcroya.



Aspecto laderoso y erosionado del cerro de la hacienda "La Providencia". Calveros como los que muestra la foto, rodean a todo el valle de San Antonio de Pichincha.



Profunda quebrada causada por la erosión de las esporádicas lluvias anuales, en el sector del descenso de San Ramón al río Guayllabamba, en la Hacienda "La Providencia". Aquí comenzó el Autor de esta Contribución, las observaciones sobre la erosión eólica y la heliólica; esta última es debida a la excesiva heliofanía y a las oscilaciones térmicas del día y de la noche, modalidad nunca antes mencionada.



Calvero erosionado principalmente por causas heliotérmicas y aceleradas por el viento. La denudación es más intensa cuanto más seca y deleznable es la tierra que la cubre.



Otro sector del área equinoccial, entre Alcantarillas y Caspigasi, tomado como ejemplo para el estudio de la EROSION HELIOTERMICA; aquí, el suelo está constituido de arena, pedruzco delgado y grueso y algo de materia orgánica, es decir, muy diferente del suelo de la foto superior, que es arenoso deleznable.

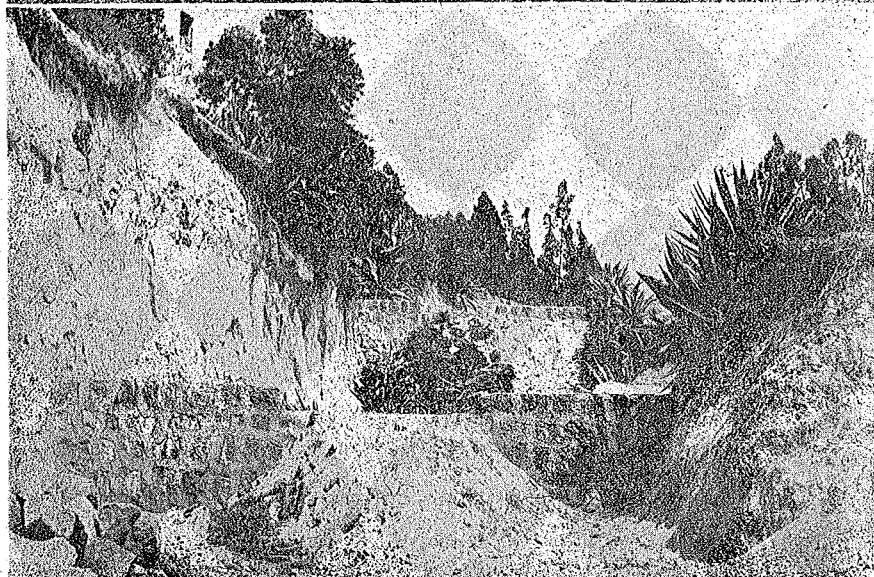
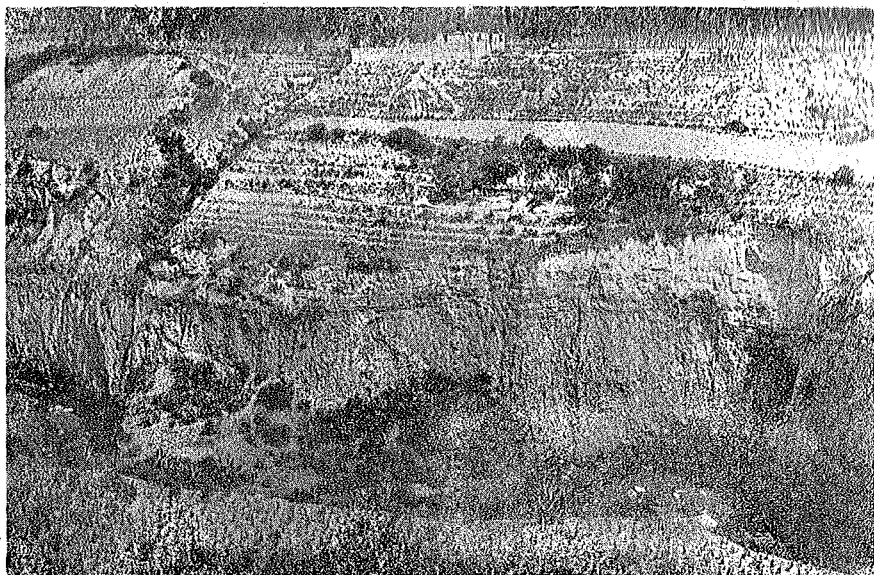


Foto Superior: Trabajo de Conservación en la ladera oriental de la "Quinta Equinoccial", por medio de surcos de contorno y plantación de cabuya Fourcroya, planta que además de resistente a la sequía, es de valor económico por sus fibras. La cabuya contiene el descenso de la tierra suelta.

Foto Inferior: Control de la quebrada erosionada del norte de la "Quinta Equinoccial", por medio de muros o contenedores de piedra y cal; de esta manera se ha logrado evitar la cada vez acelerada profundización de la cárcava y conseguir el rellenamiento con la tierra y los otros materiales acarreados por las esporádicas lluvias, pero torrenciales.

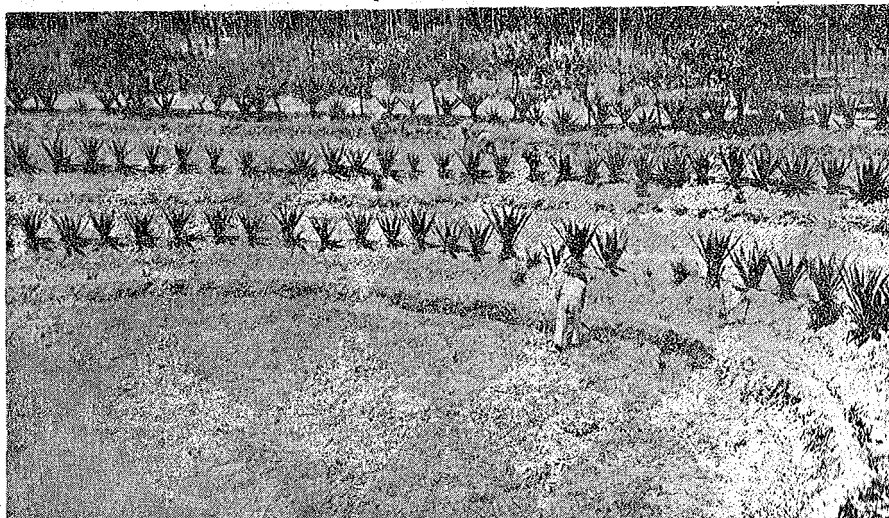


Foto Superior: Control de la ladera E. NE. de la "Quinta Equinoccial", por medio de surcos o zanjas de contorno y plantación de cabuya blanca (*Fourcroya* sp.), al propio tiempo que conservando la flora espontánea. Esta foto fue tomada al iniciar los trabajos del sector, en 1951.

Foto Inferior: Trabajo agrícola demostrativo. Los surcos de la arada siguen el contorno de nivel, en vez de "arriba-abajo". Los cultivos que aquí se hacen son de secano o de temporada, es decir, aprovechando el corto período de lluvias de octubre a febrero-marzo. Aquí se siembra maíz (de variedad adecuada a este medio seco); "quinúa" (*Chenopodium quinoa*), arveja, una variedad de fréjol conocido como "chayandero" que no es trepador; pero habiendo riego, estas tierras se prestan para hacer excelentes alfalfares y horticultura comercial.



Rehabilitación de una área degradada por la erosión, en la parte baja de la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". El trabajo preliminar consistió en rellenar las cárcavas y luego, por medio de surcos de contorno, controlar la acción de las esporádicas lluvias torrenciales y por fin, dejar crecer la vegetación natural. Posteriormente se plantan en las laderas cabuyas de los géneros *Agave* y *Fourcroya*, y en los planos inferiores, árboles resistentes al ambiente xerófilo del lugar, como "algarrobo" (*Acacia pellacantha*), "campeche" (*Coulttheria tinctoria* o *Tara spinosa*), "molle" (*Schinus molle*) y especies exóticas de habitats xerofílicos.



Ejemplo de Conservación o buen manejo de la tierra de hondón en la "Quinta Equinoccial", por medio de zanjas o curvas de contorno y la plantación de cabuya blanca (*Fourcroya* sp.). Actualmente, la cárcava de la foto superior está habilitada.

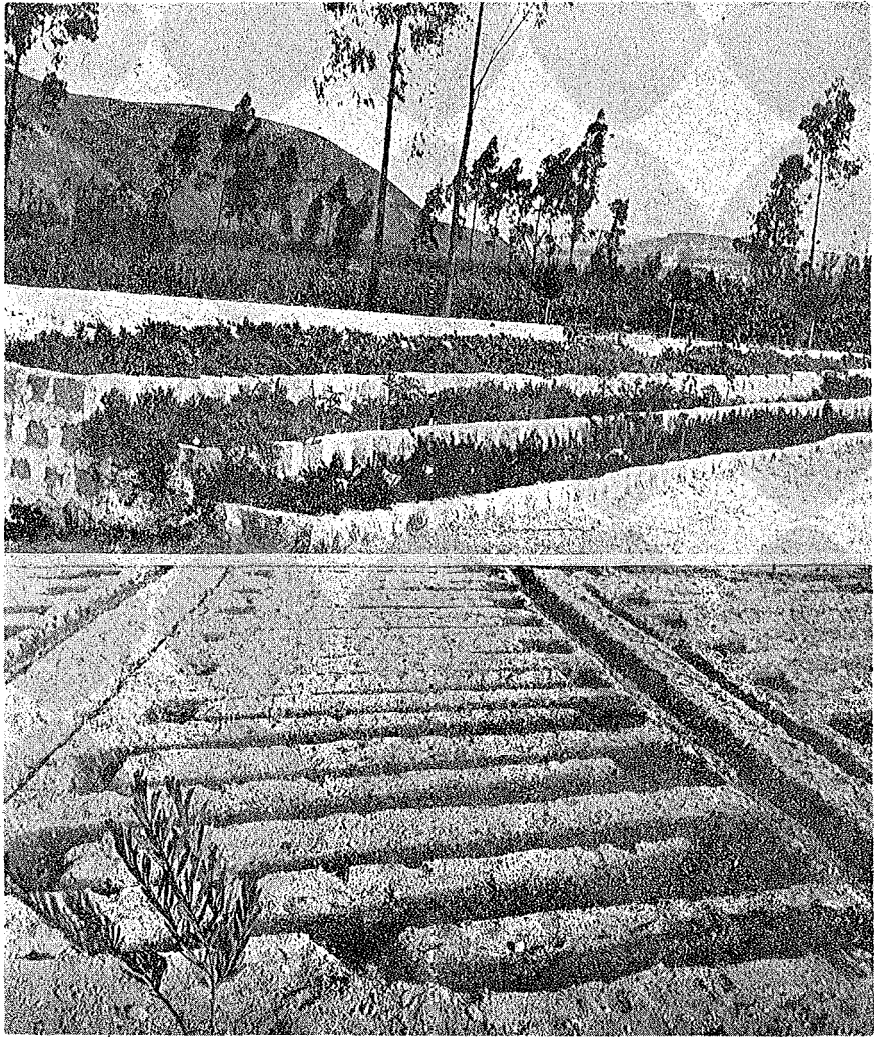
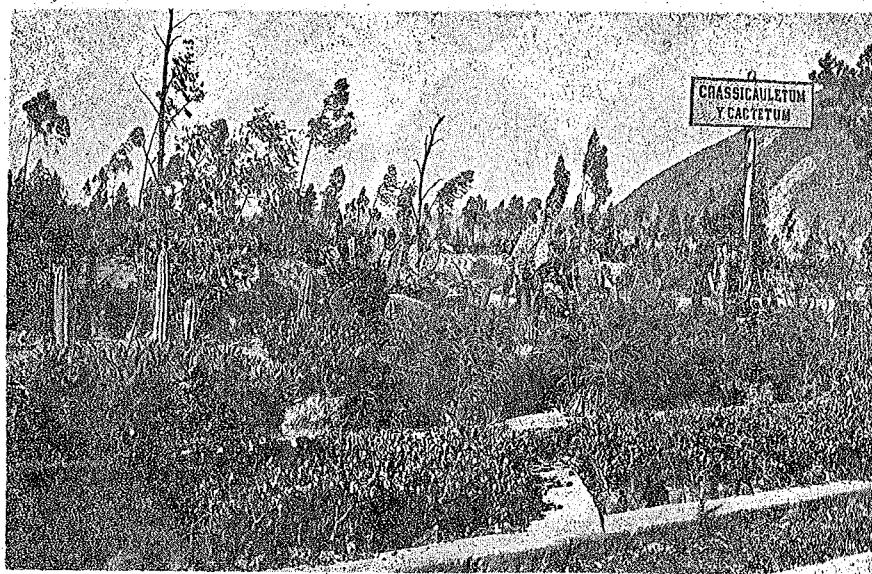


Foto Superior: Aprovechamiento de la superficie inclinada con platabandas o terrazas para almacigueras económicas, al propio tiempo que ornamentales. La adecuación se ha hecho aprovechando el material barato del mismo lugar (piedra, cal) y también la mano de obra barata.

Foto Inferior: Canterones hechos en tierras algo inclinadas, con surcos a nivel, para aprovechar el agua de riego, cada vez que haya agua.

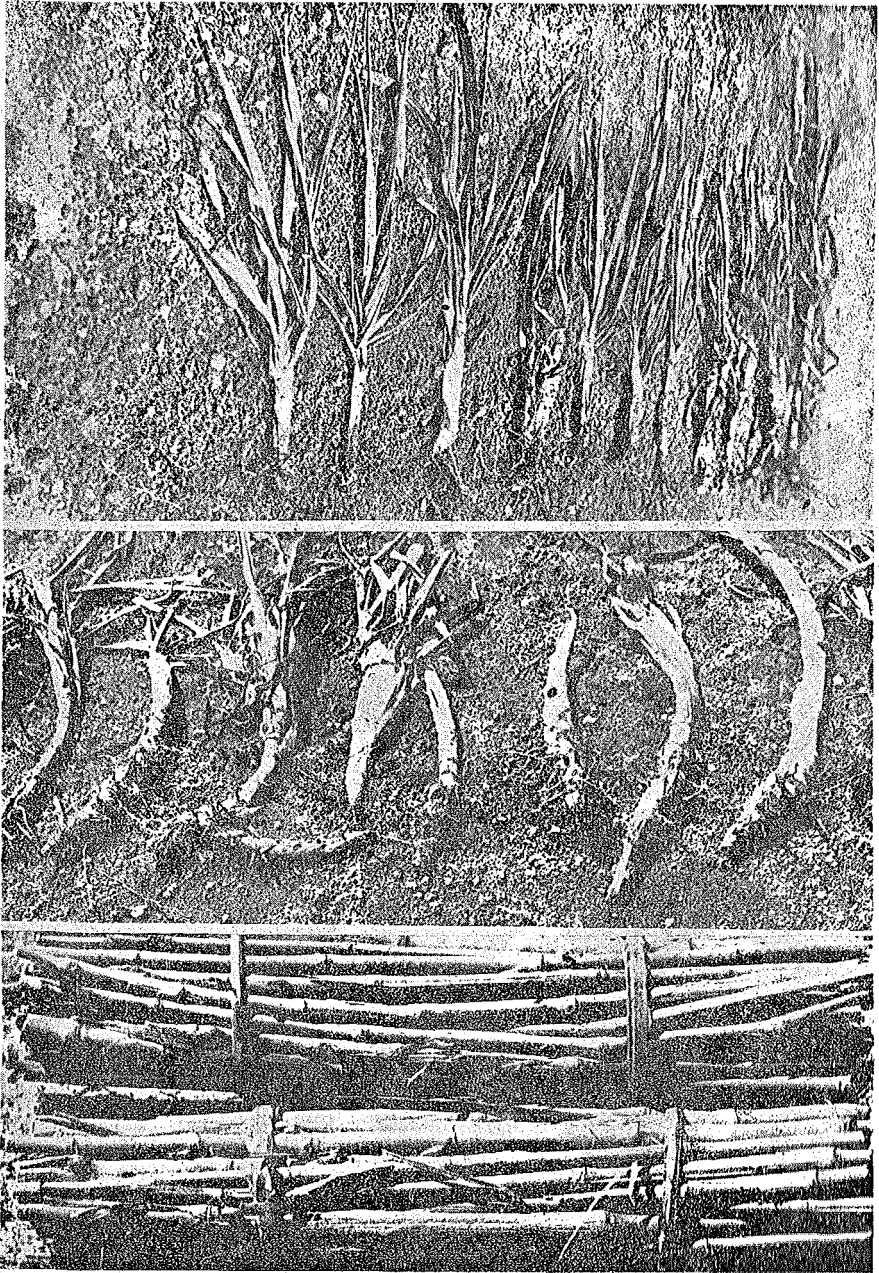


Dibujo Superior: Ejemplo de aprovechamiento de áreas hondonadas, como se explica en la foto Inf. de la Lám. XXV, con surcos de contorno y la plantación de cabuyja (*Fouercroya* sp.).

Foto Inferior: *Crassulentum* y *Cactetum* construido en platabandas, en un sector de la "Quinta Equinoccial", para propagar y observar el hábito de las especies autóctonas y la aclimatación de algunas exóticas.



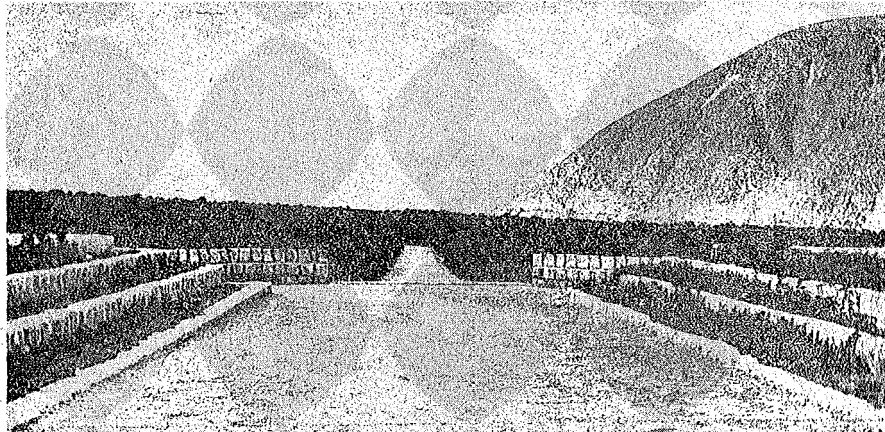
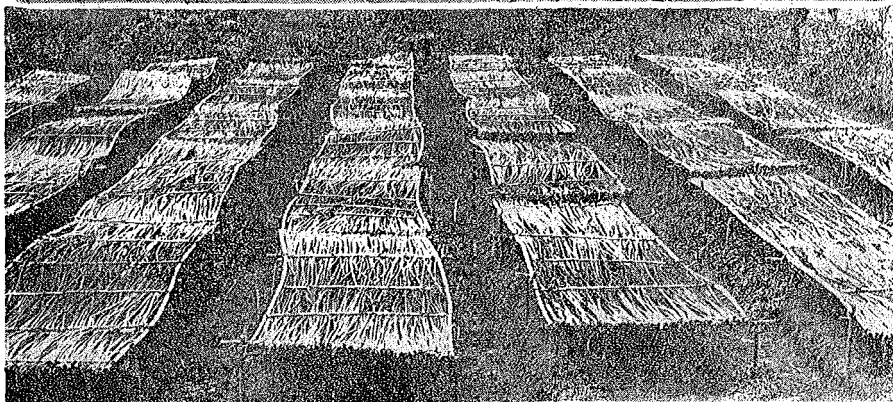
Dos vistas fotográficas con "criaderos" experimentales de cactáceas (*Opuntia*, *Cereus*, etc.), cabuya (*Fourcroya* spcs.) y varias *crassulentas* en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial", con el objeto de tener material propio para el uso en la misma estación; cerramiento de portillos y pasos clandestinos conservación de las laderas y para plantaciones económicas.



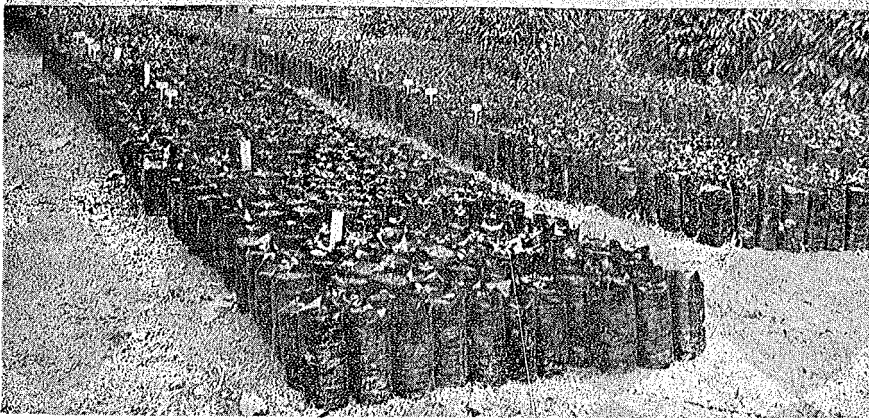
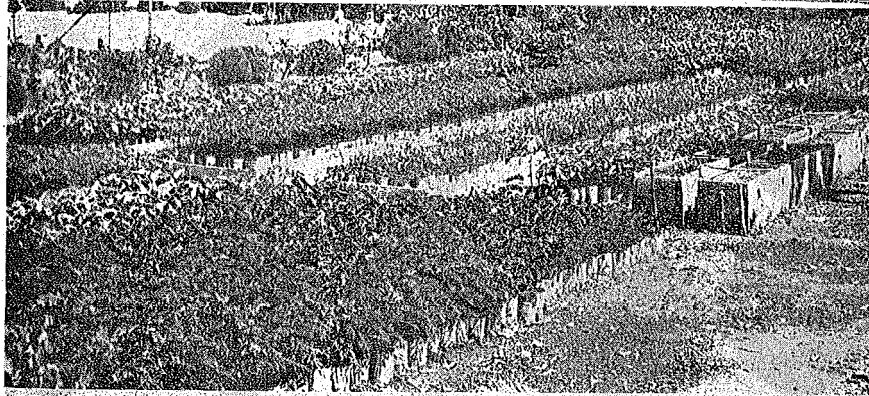
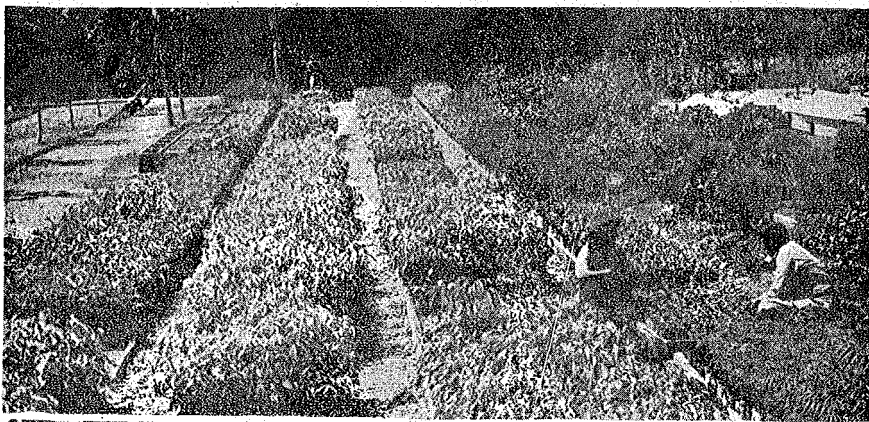
Tres clases de materiales para la propagación vegetativa del "pasto elefante" (*Pennisetum purpureum*) en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial": hijuelos, rizomas y cañas.



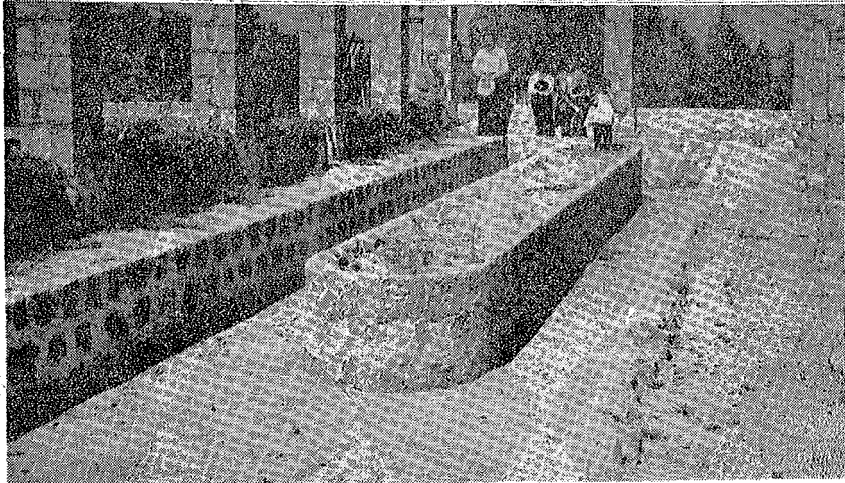
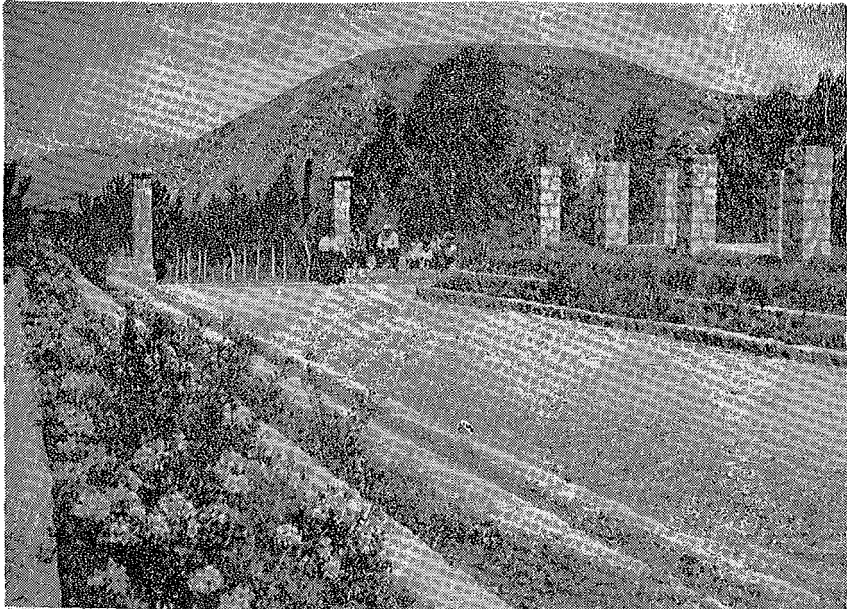
Propagación y desarrollo del "pasto elefante" (*Pennisetum purpureum*) en la "Quinta Equinoccial". La foto inferior muestra algunas plantas con rizoma bien desarrollado, que después de cortadas las hojas, sirve de excelente material de propagación vegetativa.



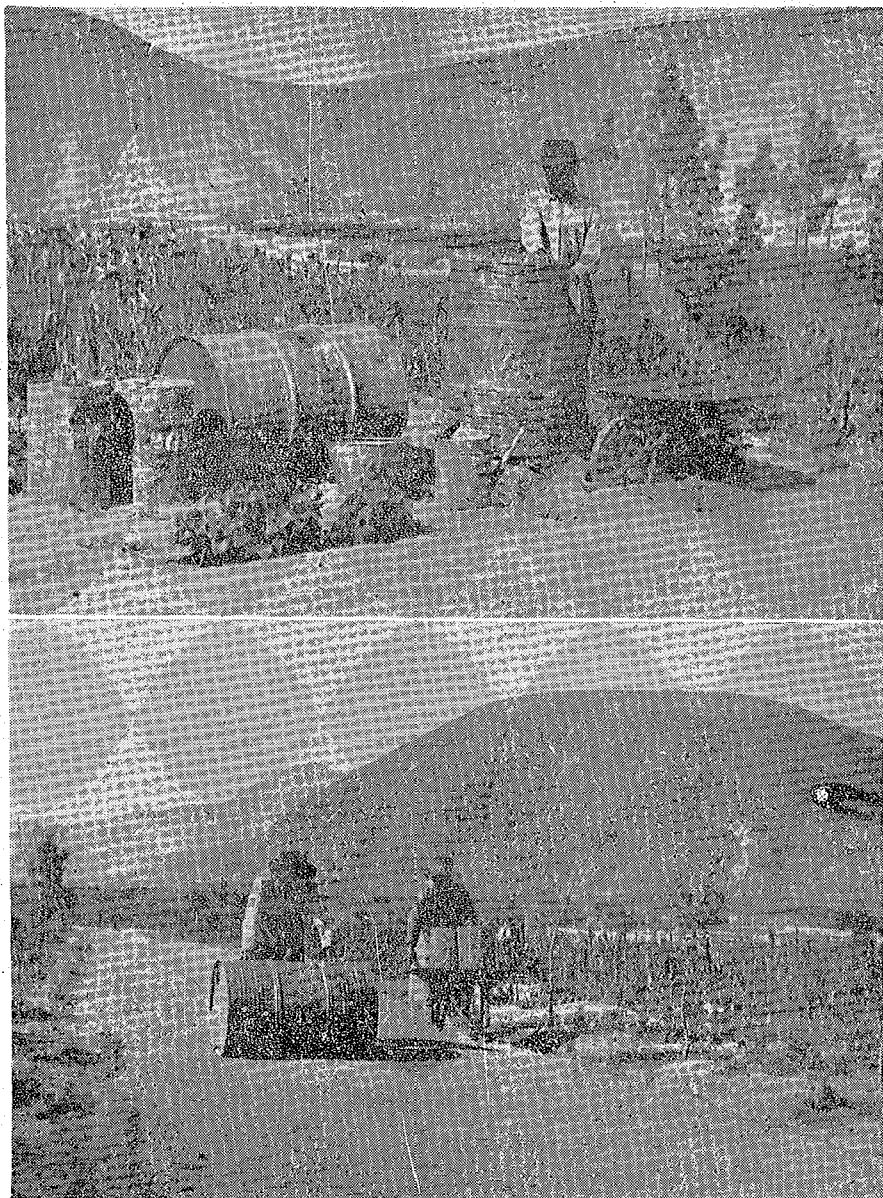
Algunos ejemplos de propagadores o almacigueras de germinación. En la Foto superior, las almacigueras rectangulares de 5 m. de largo por 1 m. de ancho, están delimitadas por bordes de madera y dos almácigas están protegidas con cubiertas de paja. La Foto intermedia muestra una serie de almacigueras protegidas con cubierta de paja, mientras dura la germinación y el desarrollo primario de las plántulas. La Foto inferior enseña las almacigueras en platabandas de terraza en gradiería; son de piedra y cal y cada platabanda o terraza tiene veinte metros de largo por un metro de ancho. Están en pleno sol, pero es fácil cubrirlas con ramas y paja. Construidas en 1952.



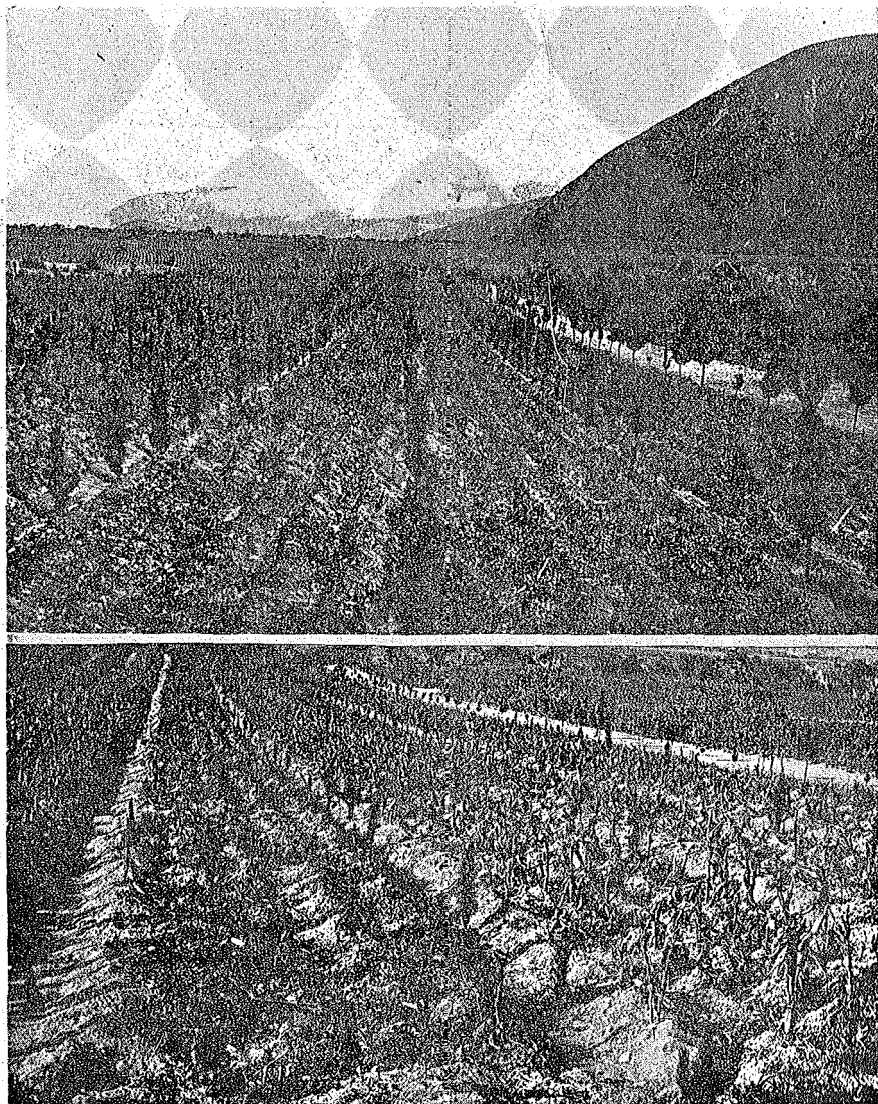
Viveros en plena producción, en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". En la Foto Superior, las plantas criadas en envases de plástico (polyetileno), están listas para el expendio. La Foto Intermedia muestra las hileras de plantas en desarrollo o crecimiento, y la Foto Inferior, muestra las plantas recientemente "repicadas" a las bolsas de plástico, para la aclimatación y desarrollo conveniente. Las plantas están ordenadas o dispuestas en platabandas de un metro de ancho, por veinte o más metros de largo. Cada especie o variedad está marcada con su respectiva etiqueta, como se ve en el grabado.



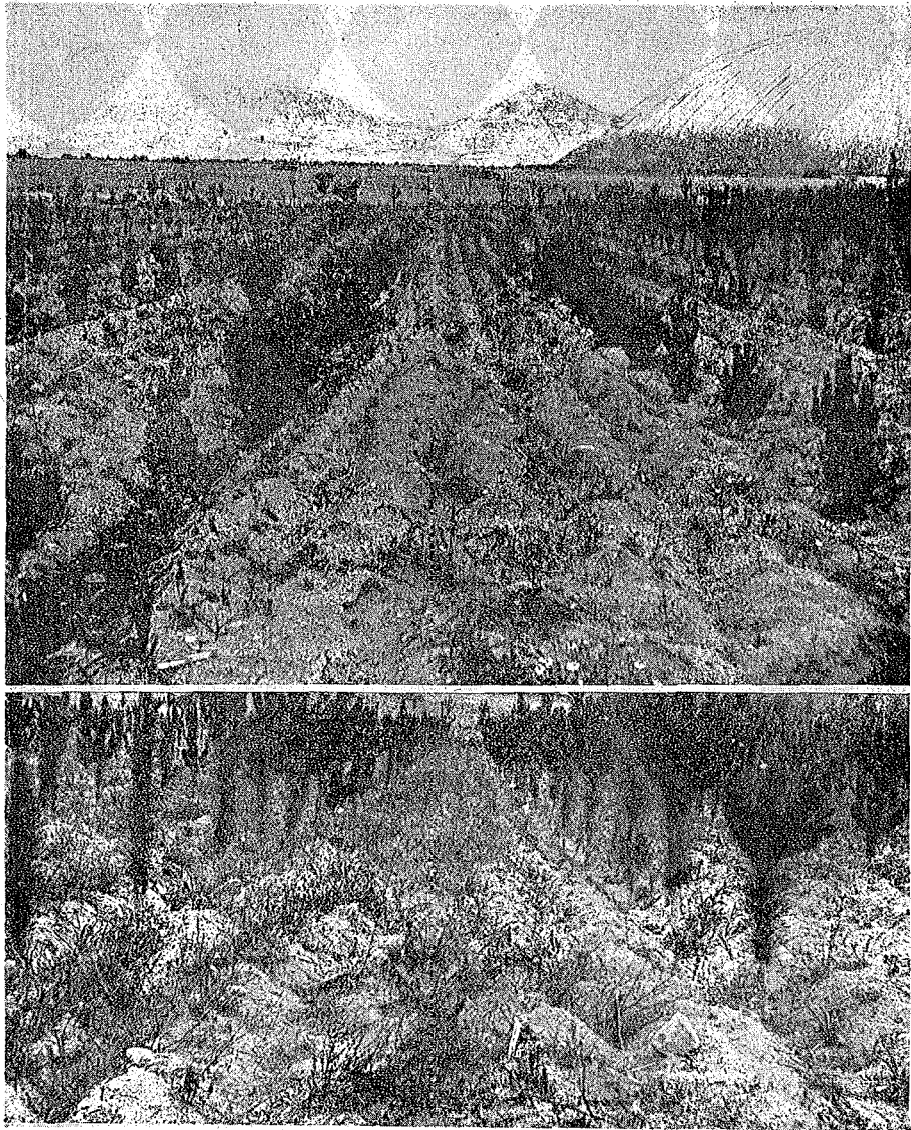
Dos aspectos de la construcción del Conservatorio de plantas especiales, tropicales y subtropicales, nativas e introducidas en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". Las platabandas son altas y construídas con piedra y cal. Cada conservatorio será de 20 metros de largo por 7 metros de ancho y cubierta de plástico.



Dos aspectos que muestran el trabajo y laboriosidad que requería el acarreo del agua en tanques, baldes, carretillas, etc. para poner en los huecos de las plantas recién colocadas en la "Quinta Equinoccial", en 1951, cuando se iniciaron los trabajos experimentales. Las plantaciones de especies arbóreas se hicieron cuando todo estuvo planificado y trazadas las calles, las hileras y el "estacado" de señalamiento. Actualmente, toda la Quinta está cubierta de árboles, arbustos, leñosas y otras plantas, y todas sujetas a observación controlada.



Primeras plantaciones de pinos en la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial". En las fotografías se muestran plantaciones de pino "monterrey" (*Pinus insignis*, syn. *P. radiata*), pero en la Foto Superior la plantación se hizo después de la arada y huequeada, eliminando toda maleza. En la Foto Inferior, la plantación se hizo sobre el rastrojial de la cosecha de maíz. Ambas plantaciones, de la foto superior e inferior, se hicieron en 1951 y 1952, respectivamente, cuando las plantas tenían 18 meses y 12 respectivamente, en el lugar definitivo.



Plantaciones de pinos de "monterrey" (*Pinus insignis*, Syn. *P. radiata*) en los lotes experimentales del Norte de la "Quinta Equinoccial". El lote superior tiene dos años de edad y el inferior solamente dieciocho meses. Fotos tomadas en 1952 y 1953, respectivamente.

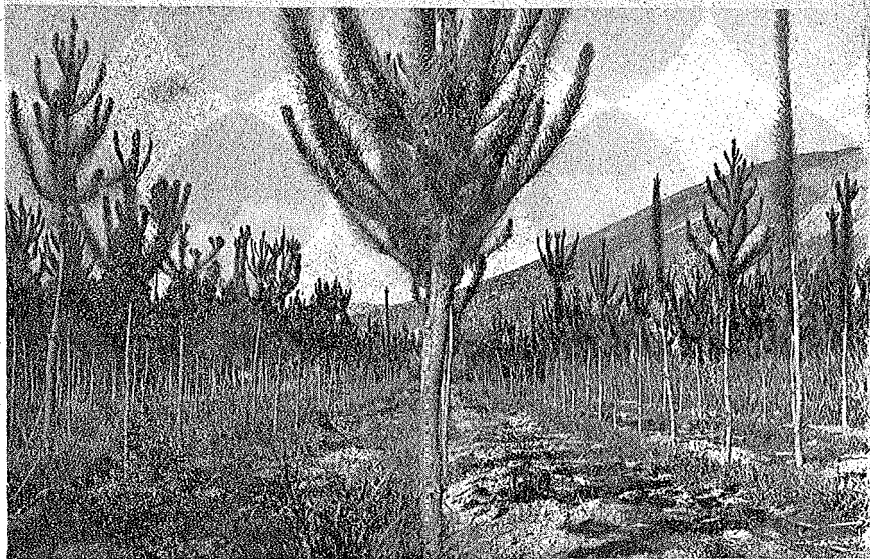
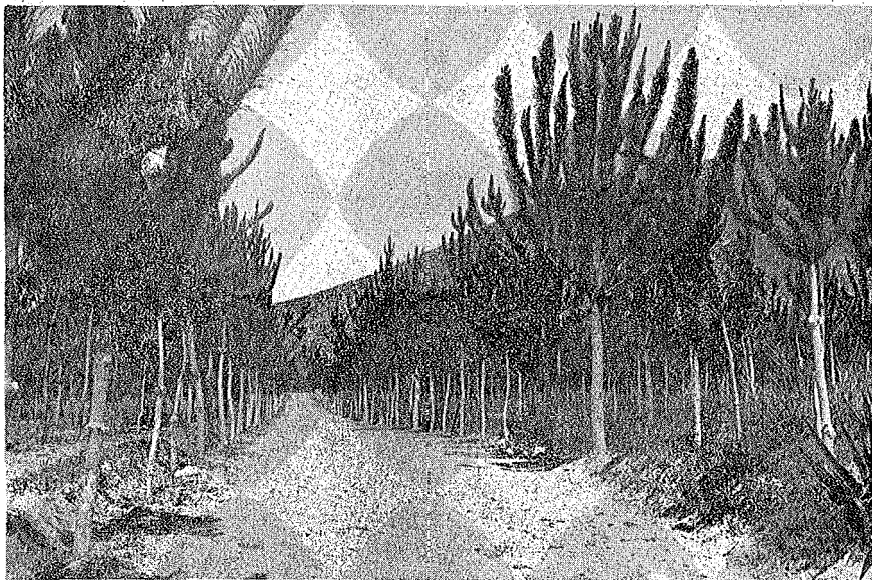
LAMINA XXXVII



Foto Superior: Rodal de *Pinus insignis* de semillas importadas de México; aquí hubieron muchas fallas que reponer o replantar; es por esto que se presentan tallas diferentes en el rodal.

Foto Inferior: Rodal de "*pinus maritimos*" y "*silvestres*" de Francia. El rodal estuvo tupido casi a los diez años. Fotos tomadas en 1960.

LAMINA XXXVIII



Fotografías correspondientes a dos lotes o rodales de *Pinus insignis*, de la misma edad, 4 años y 2 meses. El Lote superior es hecho con semillas colectadas en "El Ejido" de Quito, y el Lote inferior es hecho con semillas importadas de México.



Foto Superior: Hileras de pinos: las de la izquierda son de *P. Sylvestris* y las de la derecha, *P. halepensis*; ambas especies se comportan bien al ambiente xerofítico del área equinoccial.

Foto Inferior: Calle de pinos de "Monterrey" de 15 años de edad. La plantación es de carácter experimental, al propio tiempo que empaisaja las calles de la Quinta.

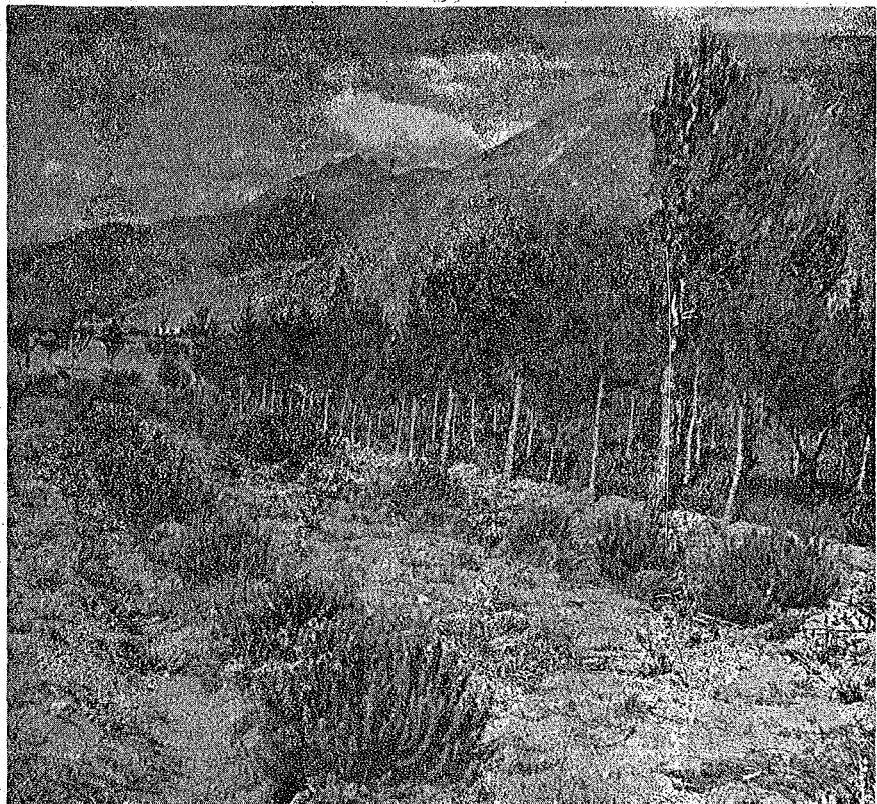


Foto Superior: Las hileras de pinos enanos son de *P. pinea* y *P. Edulis* que tienen la misma edad que los pinos grandes de las hileras de la derecha, que son de *P. halepensis*. Foto tomada en 1960.— Foto inferior: Los pinos de la hilera izquierda son *P. pinaster* y *P. sylvestris* y los de la derecha, *P. radiata*; el rodal está asociado con pasto "elefante" (*Pennisetum purpureum*). Foto tomada en 1960.

LAMINA XLI

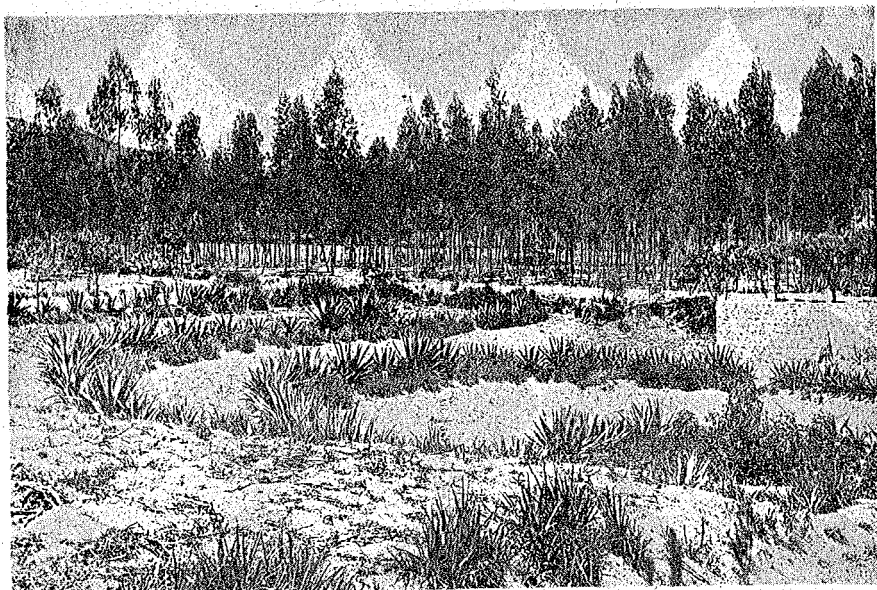


Foto Superior: *Plantación experimental de cabuya blanca (Fourcroya spcs.) y eucaliptal al fondo.*

Foto Inferior: *Plantación o rodal de casuarinas (Casuarina equisetifolia) de dieciséis años de edad, pero en estas tierras secas y sin riego, no ofrecen ningún porvenir para las casuarinas exóticas.*

LAMINA XLII

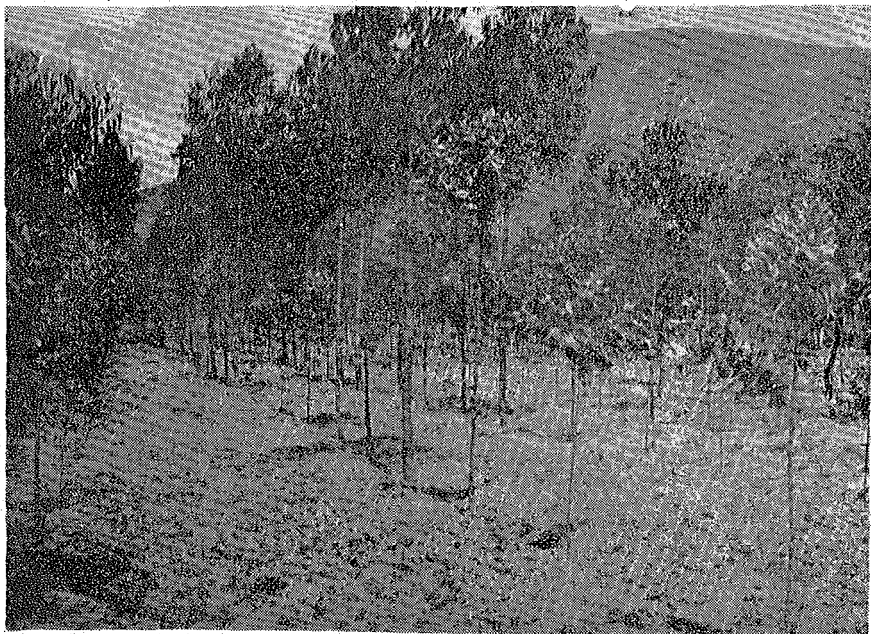


Foto Superior: Rodal de eucalipto común u ordinario (*Eucalyptus globulus*) de tres años de edad, en pleno arenal y sin riego.

Foto Inferior: Lote experimental de *Eucalyptus camaldulensis*, con desarrollo prometedor, como puede verse la Tabla de Crecimiento respectiva, al final de esta Contribución. Los árboles fotografiados tenían cuatro años de edad en 1960.



Foto Superior: *Eucaliptal* de 4 años de edad, asociado con hileras de *cabuya blanca* o *Fourcroya* spcs. en pleno arenal cascajoso.

Foto Inferior: Hileras de *Eucalyptus globulus*, plantada al borde un cerco de "cabuya negra" (*Agave americana*). El desarrollo es magnífico para los ocho años de edad, en un medio xerofito. Foto tomada en 1958.

LAMINA XLIV

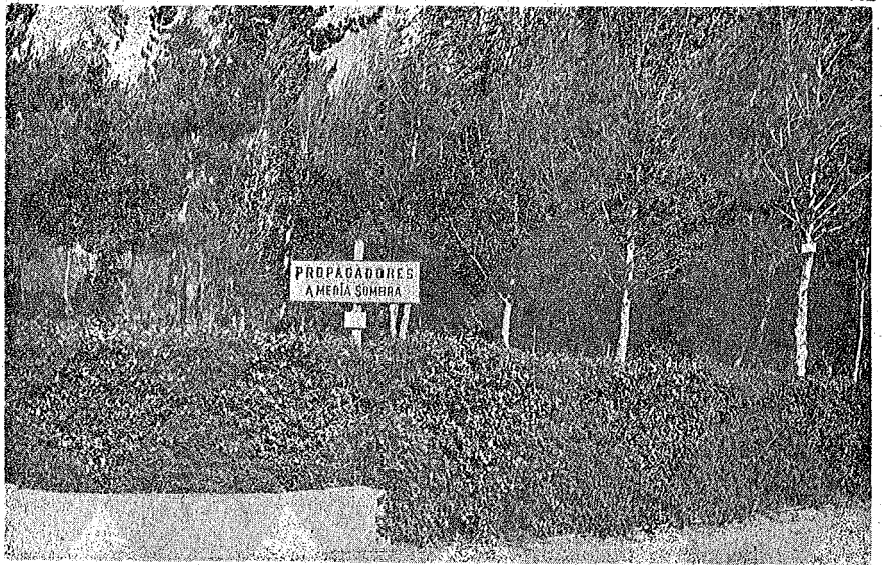
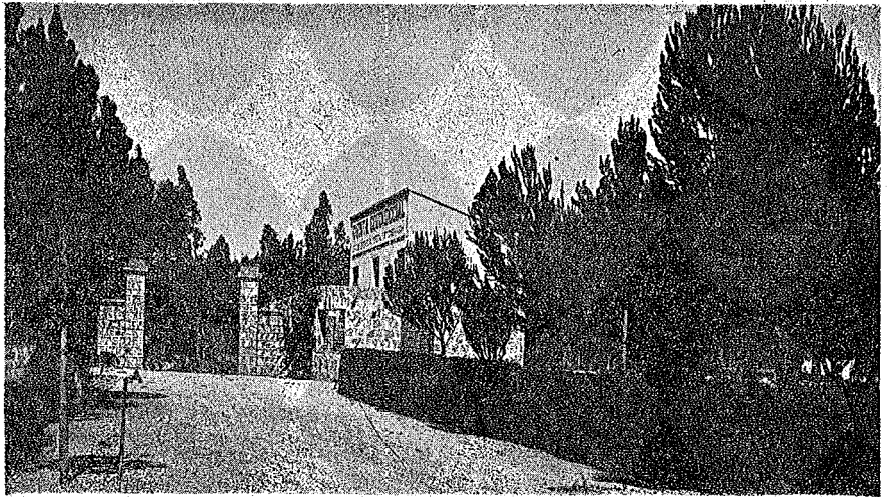
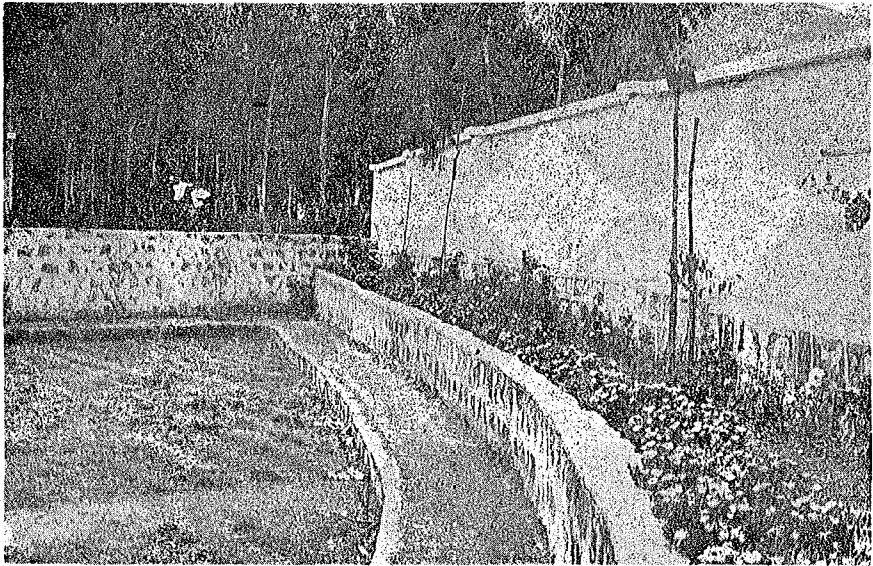
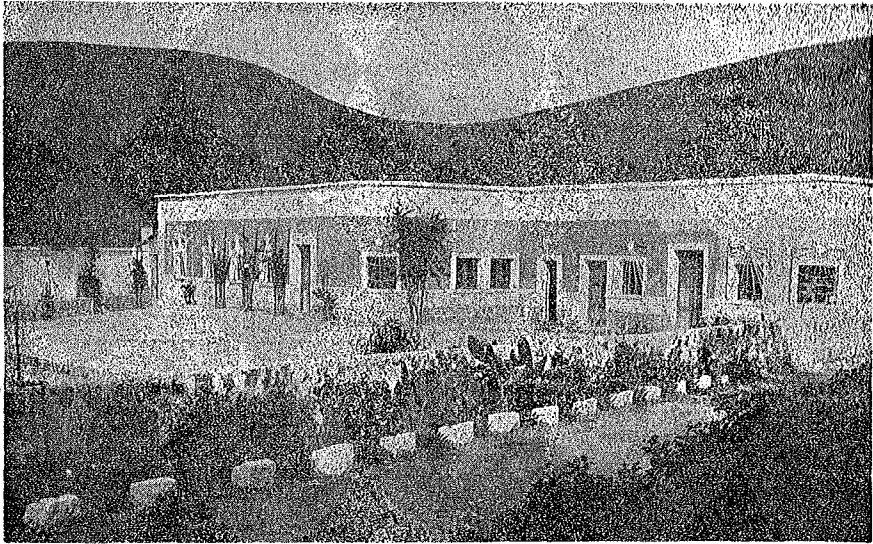
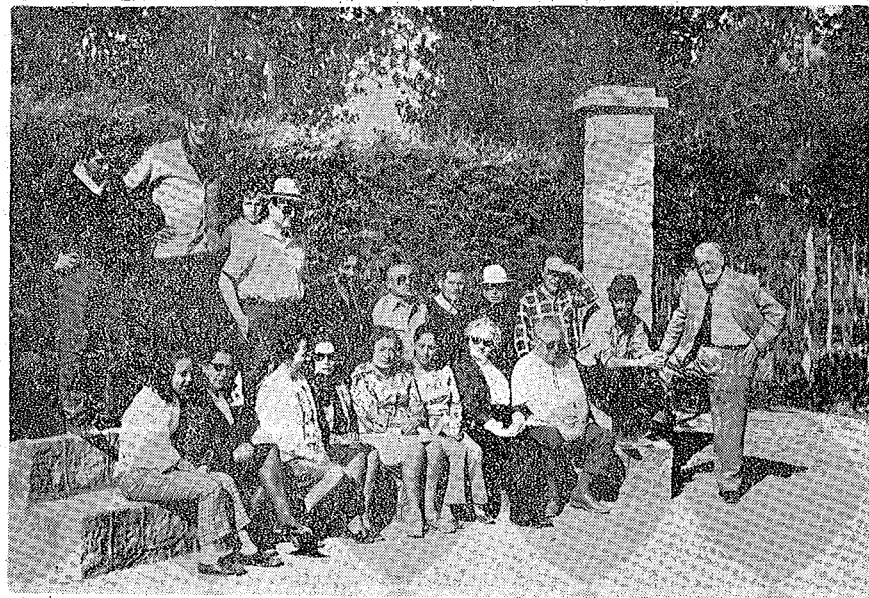


Foto Superior: Calle de la entrada Norte de la "Quinta Equinoccial", atravesada entre pinares, pero los bordeamientos son setos vivos de Lantana camara.
Foto Inferior: Bordeamiento de almácigas y viveros mantenidos a media sombra, dentro de un pinal de la Estación Experimental.



*Casa de vivienda dentro de la "Quinta Equinoccial", con un amplio patio ornamentado de plantas florales, principalmente Bouganvilleas e Hibiscus.
Foto Inferior: Terraza ornamentada con plantas introducidas, dentro del patio de la casa de administración y vivienda.*



Visitantes a la Estación Experimental de la "Quinta Equinoccial", nunca faltan: grupos de extranjeros y nacionales, grupos familiares y estudiantes, profesionales y simples turistas. La Foto Superior corresponde a un Curso de Capacitación Forestal de la FAO, dirigidas por los profesionales americanos William Barbour y José Tossi. La Foto Inferior corresponde a un paseo familiar hecho en honor del Director del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Dr. Enrique Betrán y Sra., en diciembre de 1969, quien excursionó entonces el cerro y cráter del Geológico Pululagua y el descenso a Niebli.

PELIGROS DE POLUCION ATMOSFERICA EN QUITO (1)

Prof. Dr. JOSE E. MUÑOZ A., Miembro del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales y Catedrático de la Universidad Central

ANTECEDENTES.— Se admite ya, como un hecho evidente y demostrado que, a las ciudades y en general a todos los conglomerados humanos, hay que mirarlos, estudiarlos y tratarlos, como un “ente orgánico vivo”, sujeto a todos los procesos de nacimiento, crecimiento, acomodación al medio, eliminación, etc.; todo lo cual configura la numerosa serie de fenómenos y problemas que ofrece un ser vivo cualesquiera.

Y, de esta manera, hoy día se tiene un concepto distinto de los elementos que sirven a los hombres para su sustento y del medio ambiente (o biósfera) en que vive y en el cual, a la vez que encuentra sus medios de vida, vierte también sus desechos, no solo propios y personales, sino los que se producen al conseguir todo aquello que le hace falta para una vida mejor.

Con la conjunción de todos estos factores se ha tejido a través del tiempo, una intrincada red, cuyos nudos lo forman los intere-

(1) Conferencia dictada con ocasión del 30º Aniversario de la Fundación del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, el 16 de diciembre de 1970 y repetida el 2 de marzo de 1971.

ses económicos, sanitarios, sociales y hasta internacionales. Porque, sencillamente, lo que empezó siendo un proceso o acto aislado, sin ninguna importancia; se ha convertido en problema social que tiene que ser resuelto, en forma rápida y conveniente para la colectividad. Y, eso es lo que, felizmente, ha contribuido para los grandes progresos de orden sanitario, por ejemplo, pero en otros casos, como consecuencia del progreso industrial y técnico que facilitó la aparición de bienes apetecibles, asomaron también los "*productos del metabolismo social*", como llama el Prof. Giorgio Nebbia, a todos los desechos industriales y al inmenso conjunto de residuos de los cuales el hombre y la sociedad tratan de librarse, en cualquier forma y en cualquier parte, como hace notar A. Wollman en su ensayo titulado: "*The Metabolism of Cities*" (Septiembre, 1965).

Y, así tenía y tiene que ser. Pero ya el hombre aisladamente, ni la sociedad, pueden proceder en esta forma, so pena de lamentar lo que hoy lamentamos: la pérdida de los recursos naturales y la contaminación o polución de aire, suelo y aguas, con productos que, si bien es cierto, nos sirvieron "*para una vida mejor*"; sin embargo nos dejan sus "*metabolitos*" o desechos estorbosos, peligrosos o terriblemente venenosos para todo ser vivo y hasta para los suelos —aparentemente— inertes.

Hay razones para admitir que los daños del ambiente circundante al hombre, empiezan a fines de 1600 en que se describe y se previene sobre el "aire mefítico" de Londres y la contaminación del río Támesis y, a mediados de 1700, empieza la época en que la incipiente técnica industrial va a transformar en mercancías los productos o recursos naturales. Contemporáneamente, aparece la retórica de la "*civilización de la máquina*" que quería resolver —al infinito— los problemas del hombre creando mercancías y bienestar, al mismo tiempo que "*el progreso humano*".

Pero, este mito de progreso con sólo beneficios y sin ningún perjuicio, se ha derrumbado y, más estrepitosamente, a partir de 1945 en que se utiliza, por primera vez, la "*bomba atómica*", alar-

de de Ciencia y Técnica, pero dotada también de un poder destructor terrorífico para todo ser vivo, por sus efectos contaminantes.

Podríamos extendernos en consideraciones generales sobre este trágico "*problema de la civilización*", pero creemos que es hora de que pasemos a concretar el tema de esta disertación.

CONTAMINACION Y POLUCION.— Definiremos, ante todo, lo que se entiende por **CONTAMINACION O POLUCION** de un medio vital.

Se entiende por contaminación, la presencia, en un medio vital, de cuerpos o agentes extraños capaces de producir daños —transitorios o permanentes— en el normal funcionamiento fisiológico de un ser vivo. La cantidad de esos agentes, es muy variable según su naturaleza física o química; pero, siempre del orden de 0,1 de mgr. por unidad de volumen o peso, en adelante, hasta límites también variables para cada cuerpo o agente contaminante. **POLUCION**, es un término quizás más amplio y castizo; significa lo mismo, pero su etimología viene del latín: *polluere*”, manchar, ensuciar.

CONTAMINACION DEL AIRE.— El aire —y respectivamente la atmósfera— como todo medio vital, que conforma el llamado "*ambiente circundante del hombre*", "*habitat*" o biósfera, está expuesto a contaminación. Y, es así como este fenómeno ha ido acentuándose, por desgracia, a medida que ha crecido también la Industria y se ha aumentado la población mundial, hasta llegar, uno y otro, hoy día, al límite realmente alarmante, por no decir catastrófico o que pronto lo será en todo el mundo, si los países individualmente como tales o colectivamente, no toman las medidas para contener el tremendo daño, ya declarado en muchas partes.

Y, esto es lo que nos hemos propuesto advertir antes de que, como en otros problemas, nuestra imprevisión nos castigue con

desastres graves que perjudicarían lo poco que hemos logrado y, más que todo, sufra el capital humano al que debemos preservar por deber ineludible.

Aceptando, como debemos aceptar los postulados que enuncia Louis White en su estudio sobre "*Las raíces históricas de la crisis ecológica*" publicado en el N° 155 de SCIENCE (1967); hemos de aceptar que en los últimos 20 años, la crisis de las relaciones entre el hombre y la biósfera, se ha vuelto muy grave: el rápido aumento de la población terrestre que se había excluido, ahora está acompañada de más profundas modificaciones del ambiente natural, no sólo en aquellos países de tecnología avanzada, sino en todo el mundo y se presentan ya muchos signos que demuestran que, los límites de resistencia de la biósfera han sido superados por la intervención desconsiderada y nefasta del hombre, como lo atestiguan los siempre más graves desastres hidro-geológicos (el último terremoto del Perú, por ejemplo) y la desaparición, cada año más creciente, de especies vegetales y animales.

Para sobrevivir el hombre —dice Nebbia— debe cambiar su mentalidad, basada por siglos, en la falsa y bíblica idea de que él es el "*Rey de la Naturaleza*" y que no tiene ninguna necesidad de respetar a su esclava. Por otra parte; tampoco es posible tratar de reducir el ritmo productivo, sin correr el riesgo de no poder satisfacer la demanda de alimentos, habitaciones y bienes indispensables a una población siempre en incontenible aumento.

Visto así el problema, la conclusión no puede ser otra que buscar un equilibrio entre la producción, el desarrollo económico y la conservación de un mundo habitable por el hombre. La Tecnología que nos ha hecho caer en la trampa, puede también ayudarnos a salir de ella, si sabemos usarla con una nueva mentalidad socialmente equilibrada.

LA TRAMPA DE LA POLUCION ATMOSFERICA.— Y, hé aquí, cómo y por qué, hemos llegado a esta crisis de destrucción de la naturaleza, de aumento de condiciones difíciles para el hom-

bre, los seres vivos y aún para el mismo mundo vegetal: el desarrollo tecnológico creó la trampa en la cual ha caído la Humanidad en su loca carrera hacia la producción de mayores cantidades de mercancías a bajo costo.

Con la introducción de los combustibles fósiles, entre los que, naturalmente, se incluye el petróleo (y sus derivados), como fuente de energía; empieza al par que la riqueza, la contaminación de la atmósfera, como resultado de la combustión incompleta de aquellos combustibles, siendo los más peligrosos el monóxido de carbono, los productos sulfurados y los hidrocarburos cancerígenos, aparte de las partículas carbonosas que producen el temible "smog" y el hollín que arrastra hidrocarburos policíclicos.

En este punto debemos dejar bien aclarado el concepto del "smog" y su distinción entre "smog ácido" y "smog oxidante" y la frecuente coexistencia de ambas clases, o el reemplazo de la una por la otra, según las circunstancias.

Según el investigador inglés Lawther, la contaminación ácida ("smog acid") se produce, principalmente, por la combustión de productos conteniendo azufre en proporciones mayores de 0,3/1.000. Es el caso de las ciudades de Londres y Pittsburgh que consumen millones de toneladas de carbón y residuos de petróleo, ricos en azufre, el cual genera, como es natural, el ácido sulfuroso que, con la niebla, forma un aerosol ácido, conteniendo ya el ácido sulfúrico en el que se ha transformado el gas o anhídrido sulfuroso desprendido de la ignición del combustible.

La duración de una molécula de gas sulfuroso, se ha calculado en 6 horas, en un ambiente de niebla; o sea que, al cabo de ese tiempo, se habrá transformado ya, en ácido sulfúrico que permanecerá, entonces, formando el "smog ácido".

A este tipo de "smog" se deben los desastres en la agricultura, producidos en Francia, en el valle del Mosa, en Donora, en Londres, en las cuencas de varios Estados de Norteamérica, etc.

En nuestro País, creemos que —con pocas dudas— tenemos un ejemplo de ese fenómeno, en las cercanías de Biblián, Azogues

y Guapán, en donde se utiliza, sobre todo para calcinar calizas y en los hornos de ladrillos, el llamado "carbón de piedra de Biblián", muy rico en azufre y cuya presencia se demostró catastrófica al usarlo en los hornos de la Fábrica de Cemento de Guapán, porque atacó, rápidamente, el material metálico. Y, si nos fijamos en la vegetación circundante, veremos que sobre ella cayeron los humos densos de aquellos hornos y se arruinaron sembríos.

El "*smog oxidante*" reconoce el mismo origen: en los combustibles, pero contiene, además, óxidos de nitrógeno, ozono y peróxidos orgánicos. Estos cuerpos frente a los hidrocarburos en combustión, actúan dando una gran variedad de compuestos orgánicos estudiados, recientemente, sobre todo por Sheppard y Colb. del Bureau of Standards de los EE. UU., justamente, desde cuando empezaron sus investigaciones sobre el "*smog*" de la ciudad de Los Angeles, formado en condiciones meteorológicas, físicas y químicas, distintas de las que imperan en Londres y otras ciudades del Mar del Norte.

Sheppard, Mills, Jung, Ryan y otros investigadores, han llegado a comprobar, utilizando el espectrógrafo de masas, que en los humos de escape de los motores a Diessel (y respectivamente en el "*smog oxidante*" estudiado), existen más de 60 compuestos químicos orgánicos, o familias de compuestos, en diferentes dosis. Entre esos cabe citar: acetileno, etileno, propileno, etano, propano, pentano, benceno, tolueno, xileno, tricloretileno, tetracloruro de carbono y, entre los compuestos de carácter mineral: óxidos de nitrógeno, presentes en fuerte proporción en la mayor parte de los condensados. No nos extenderemos en otros pormenores de este asunto y sí sólo señalaremos que, el mismo Sheppard, ha demostrado que, como productos constantes en los gases de escape de los camiones, existen fuertes proporciones de acetileno y etileno.

El "*smog oxidante*", es típico de la ciudad de Los Angeles y su origen y modo de formación, exigió más de 20 años de obser-

vación y estudios. En efecto; el clima soleado de la península californiana, no está sujeto al fenómeno de la niebla permanente y cargada de humo, como en las Islas Británicas. Entonces, el aire caliente que viene del Pacífico, tropieza con la capa de aire fresco que se encuentra a nivel del suelo y, en ausencia de viento, esta *inversión de temperatura*, aprisiona toda una bruma agresiva, originada por las combustiones, tanto de las instalaciones industriales, como de los vehículos circulantes y de los hogares. Para esclarecer este fenómeno, ha hecho falta, como decíamos antes, muchos años de observaciones y experiencias.

La contaminación atmosférica de Los Angeles, con su "*smog oxidante*", se caracteriza por los siguientes fenómenos: irritabilidad de los ojos, disminución de la visibilidad, daños en las cosechas, olores desagradables (sulfhídrico y sulfuroso) y, especialmente, fisuración o rajadura del caucho, fenómeno esencialmente de oxidación.

La propiedad química esencial de tal atmósfera, es su "*poder oxidante*", demostrado con la puesta en libertad del yodo, de soluciones neutras tamponadas, de yoduro de potasio.

El Ecuador ha empezado su era industrial: por doquier comienzan a asomar fábricas cuyas chimeneas lanzan al aire, miles de metros cúbicos de humos; las necesidades de transporte, han impuesto el uso de vehículos quemando un combustible barato: el Diesel; la Agricultura, por su parte, trata de defender los productos de exportación, sobre todo de las plagas, utilizando fumigaciones con insecticidas químicos conteniendo compuestos altamente venenosos; los aviones a reacción que vuelan de uno a otro Continente, también contribuyen a polucionar la estratósfera cargándola de gas carbónico y robándole oxígeno, tal como lo ha demostrado recientemente R. E. Newel, en un trabajo publicado en mayo de este año (1970), en la Revista "Ciencia, Progreso y Descubrimientos".

Si todavía nuestro País y nuestra ciudad, particularmente, aún no muestran signos alarmante de "*polución atmosférica*", no

es razón para dejar de apuntar ya algunos hechos innegables y para prevenir el peligro potencial que se cierne amenazante, sin que nosotros nos preocupemos con anticipación, a conjurarlo y no solamente en lo que se refiere al acumulo en la atmósfera, de productos nocivos, sino también de la merma alarmante de los factores naturales de provisión de oxígeno, de los resultados funestos —a la larga o a la corta— de la falta de reglamentaciones severas en los planes urbanísticos de las ciudades.

Recientemente, en agosto de este año, Han J. Heindrich, en un apasionante artículo publicado en la revista "Scala", exhibía los cálculos sobre volumen de humos producidos por un motor de gasolina y un motor a Diessel. En efecto; el citado autor empieza por anotar que, como productos perniciosos de la combustión de los hidrocarburos livianos como la gasolina, se producen: monóxido de carbono (esencialmente venenoso), óxidos nitroso y nítrico, combinaciones de plomo, procedentes del plomo-tetraetilo usado como antidetonante en las gasolinas de bajo octanaje. Esta primera serie de productos son venenos reconocidos para la sangre, los nervios y células glandulares. A esos se añade, enseguida, sustancias sólidas (carbón) y el temible benzo-3-4 pireno, de carácter eminentemente cancerígeno, cuya formación y acción fuera denunciada ya, en 1938 por Laéasagne, confirmada por Truhaut, en 1954 e insistida por nosotros en 1955, en un trabajo sobre "*El Problema del Cáncer y los colorantes alimenticios*".

Consultando bibliografía de fechas recientes, hemos de mencionar los trabajos de Trebens y Colb., sobre las combustiones incompletas de los hidrocarburos. De ello se ha comprobado que la pirolisis de los hidrocarburos policíclicos y de los no saturados: metano, acetileno, buteno y butadieno, infaltables en los gases de escape; dan origen a más de 90 compuestos orgánicos, capaces de engendrar, a su vez, cuerpos cancerígenos.

Como el trabajo que estamos leyendo es de divulgación científica; se nos excusará que no entremos a fondo en los detalles de mecánica cuántica que se cumplen en las moléculas orgánicas con-

tenidas en los humos de escape de los motores de explosión a gasolina y Diessel. Bástenos indicar que el benzo-pireno, es el responsable directo de la degeneración de las células que, rápidamente, se convierten en cancerosas, especialmente en los órganos respiratorios y digestivos.

Gaston Viviere en su artículo científico, aparecido en "*Chimie Paris*" (Mayo-Junio 1969) dice que, entre las diferentes causas de cáncer, dos nos parecen de la más alta importancia: 1º) La fijación de hidrocarburos polinucleares sobre los ácidos ribonucleico y desoxibromonucleico de las células; 2º) El momento preciso en que un hidrocarburo polinuclear, se fija químicamente sobre un constituyente genético.

Ahora, en cuanto a los gravísimos peligros del Diessel, veamos también lo que producen aquellos motores movidos por este combustible. Un motor Diessel arroja, por cada tonelada de combustible quemado, 17 Kls. de sustancias sólidas (carbón en forma de hollín y polvos); 24,5 Kls. de óxidos de nitrógeno, a lo que se añade anhídrido sulfuroso que, en contacto con la humedad atmosférica, se transforma en ácido sulfuroso y sulfúrico. La producción de anhídrido sulfuroso es variable, de acuerdo con el contenido de azufre en el combustible (3-4% en el petróleo y aceite Diessel).

En los EE. UU. se ha calculado que, anualmente pasa a la atmósfera, alrededor de 20 millones de toneladas de azufre, bajo la forma de anhídrido sulfuroso (y sus derivados) que atacan a los metales, a los materiales de construcción, pinturas, tejidos, etc., causando enormes daños.

Además la contaminación producida por el anhídrido sulfuroso, es nociva para la salud humana. Produce: bronquitis, irritabilidad de los ojos, disminución de la visibilidad, anginas, amigdalitis, ronqueras y, si la permanencia en ese ambiente se prolonga, es absorbido por la corriente circulatoria, a través de los pulmones. También reduce la visibilidad en los caminos y acarrea daños a la vegetación y a la agricultura. Sobre este último

problema, recientemente, en octubre de 1967, el "Agricultural Research Council" inglés, ha publicado un Informe en el que llama muy seriamente la atención del Gobierno, de los agricultores y transportadores.

PELIGROS POTENCIALES DE LA POLUCION EN EL ECUADOR.— Vistas así las cosas y señalados los gravísimos peligros; traslademos las consideraciones a nuestro País.

1º Es evidente e innegable la negligencia estatal y sanitaria para prevenir los daños al medio ambiente y el ningún resultado práctico alcanzado, con tibias leyes o reglamentaciones. Los daños a la biósfera alcanzan al aire, a las aguas, al suelo y, si no se los estudia y contiene a tiempo, pueden volverse irreversibles.

2º Concretando las apreciaciones sobre la polución atmosférica, hay que destacar lo siguiente: aumento, en proporción geométrica, de los vehículos tanto con motor de gasolina, como con motores Diessel.

No hemos conseguido una estadística exacta del número de vehículos existentes en el País, ni de los circulantes en Quito y con lo cual se habría podido calcular siquiera aproximadamente, el volumen, en metros cúbicos, de humos polucionantes de la atmósfera. Y aquí caben especiales consideraciones a estos últimos y que se refieren a ubicación de los tubos de escape y sus dimensiones; vías de circulación por las que prestan servicios; características físico-químicas del combustible usado, etc.

León Villanúa, en un reciente trabajo refiriéndose a observaciones directas sobre motores a gasolina y a Diessel, insiste en señalar que: "Los progresos técnicos y los dispositivos más modernos, no tendrían más que resultados engañosos, si previamente, no se ha instruído y educado a los usuarios. El que use un motor a gasolina, debe estar advertido de los peligros de usar abusivamente de la puesta en marcha, del desajuste de los aparatos

de alimentación, de las marchas muy prolongadas e inútiles "en *ralenti*", del mal cuidado del sistema de escape, de la aireación insuficiente del vehículo". Y, para el caso de los vehículos con motor Diessel, señala los inconvenientes y peligros de una defectuosa regulación de sus bombas, el empleo indiscriminado de combustibles baratos, pero siempre más pesados y no reglamentarios, la mala conservación del sistema de inyección, la utilización abusiva de la marcha; todo lo cual, no debe tolerarse y debe sancionarse.

Es clamoroso ver y absorber el humo negruzco que arrojan los grandes camiones por sus tubos de escape, sin ningún dispositivo de retención o filtración obligatoria ya en EE. UU., Alemania, Austria, Japón, Canadá, etc. Ya hemos mencionado la calidad y peligrosidad de esos humos y, en cuanto al volumen diario de humo que arrojan esos vehículos a la atmósfera, creo que no estaríamos muy equivocados, si calculamos que no puede ser menos de 500 Kls. por solamente 100 camiones de ese tipo que circulan por las calles de Quito y durante las horas laborales; lo que representaría un promedio de 5 Kls. por cada camión. Esos humos tardan en elevarse a las capas superiores de la atmósfera y, al ser emitidos, rápidamente se adhieren sobre las paredes de las construcciones y sobre los vestidos de los peatones; sobre las vitrinas y mamparas, sobre los parabrisas y ventanas de los vehículos; sobre las lámparas de alumbrado público y, lo que es peor, son absorbidos por las personas que tienen la desgracia de transitar por el mismo sitio que un camión quemando Diessel.

Aún hay algo peor: son muchísimos los carros que tienen sus escapes a ras del suelo. Con este dispositivo, la polución atmosférica se hace más grave, especialmente para los niños que, por su corta estatura tienen sus órganos respiratorios a nivel del torbellino de escape. Por consiguiente, la absorción es irremediable.

Pero no solamente es eso —de por sí tan grave— sino el empobrecimiento en oxígeno de la atmósfera (con el proporcional aumento de gas carbónico, en cambio); puesto que si un solo co-

che quemando gasolina consume en 1.000 klmtrs. tanto oxígeno como una persona respirando un año; bastará pensar que la pérdida es triple por cada motor Diessel, recorriendo, así mismo 1.000 klmtrs. Resultado: menos oxigenación de los seres vivos (animales y plantas), vegetación raquítica, con todos sus resultados; enfermedades respiratorias, nerviosas y cutáneas, en los humanos; daños en las construcciones, etc., etc.

Y, por si fuera poco este tremendo peligro, el escape de esos camiones va "rociando" los alimentos impunemente exhibidos y expendidos al público en aceras, puertas de calle, caballetes, etc. Esos alimentos, especialmente los grasos y farináceos, tienen una gran potencia de absorción y retención para los cuerpos que constituyen el humo de escape y, entre los cuales está infaltablemente, el terrible cancerígeno benzo-pireno y los compuestos volátiles provenientes de los anti-detonantes añadidos a las gasolinas.

Se puede entonces pensar cómo el peligro y el daño es doble: por absorción y por ingestión. No nos admiremos, entonces, si los casos de cáncer van en aumento día a día y todo por lenidad e ignorancia de autoridades y público, o porque, acogiendo reclamaciones ambiciosas de los transportadores, se admitió, para circular, en las calles estrechas de las ciudades, sin ninguna reglamentación, los vehículos Diessel que les deja mayor ganancia, con menos gastos de operación, pero a costa de la salud de la ciudadanía y de los mismos conductores.

En este punto, permítasenos que, sin tratar de atraer la atención sobre quién lee esta modesta conferencia; les manifestemos que el tiempo y las circunstancias actuales, nos hayan dado la razón —aunque tardíamente— para habernos empeñado desde 1932 en utilizar la mezcla alcohol-gasolina, como combustible de motores, reduciendo con ello, a un mínimo la producción de gases tóxicos, por la combustión total o casi total del hidrocarburo, operada a favor del alcohol. En su tiempo, no se quiso ver las ventajas económicas, sociales y sanitarias del proyecto que llegó a ser Ley (no derogada) de la República y hoy, ante el avance de un

grave peligro, tenemos que volver a mencionar siquiera esa medida que ya en otras partes fue y sigue siendo adoptada, para disminuir la cada vez mayor producción de gases contaminantes de la atmósfera y evitando así el uso de los antidetonantes, como el plomo-tetratilo, el meta-cresil-fosfato, bromuro y cloruro de etileno, benzol, etc.

Pero todavía a esto que ya es grave, hay que añadir algo más: **LAS CHIMENEAS DE HORNOS Y FABRICAS Y LAS MOTOCICLETAS**. La emisión de humos de las fábricas y cuyas chimeneas, casi nunca guardan proporción con la necesidad de elevarlas por encima de las altas construcciones, es otro factor polucionante y, entre nosotros hay todavía una corruptela más: se permite la construcción y funcionamiento de hornos para ladrillos, sin chimeneas, en zonas pobladas, sobre las cuales expanden humos acres y cargados, así mismo de principios tóxicos e irritantes.

En zonas industriales, se calcula que el 30-35% de las substancias polucionantes del aire procede de las fábricas y, casi igual proporción, de los hogares domésticos quemando combustibles fósiles (carbón o hidrocarburos).

Nos falta señalar todavía otro peligro contaminante y que, gracias a la propaganda comercial y a la moda, seguirá aumentando: la circulación de las motocicletas con motores de explosión que dejan escapar mayor cantidad de productos de la combustión incompleta de la gasolina. A este grave peligro de esa clase de vehículos, habría que añadir, el horripilante ruido que es otro factor de "*Sanidad ambiental*", que ha preocupado a muchísimos países al extremo de dictar severas leyes para evitar la propagación del "*bacilo del ruido*", como con tanto acierto y razón lo llamara el gran médico y bacteriólogo alemán, Roberto Koch que, ya hace 50 años decía: "*Algún día se combatirá el ruido tan implacablemente, como se combate el cólera y la peste*". La profecía se ha cumplido y, ahora en casi todas las ciudades europeas, se ha restringido al máximo el uso de motocicletas en las urbes, o sólo se permite la circulación de las que emiten ruidos no mayores de 30

decibeles. ¿Pero en Quito? ¡Ah! Mientras mayor es el ruido del aparato, mejor es la calidad de él y se hace más notable el conductor, aturdiendo las calles y las plazas.

OTROS FACTORES MENORES DE CONTAMINACION.—

Aún hay otros factores que podríamos calificarlos de menores, pero no por eso despreciables. Así, por ejemplo, el polvo, los gases de descomposición y fermentación de residuos animales y vegetales; los que se escapan de industrias tales como curtiembres, fábricas de cola, etc.

El polvo proviene de la erosión eólica del suelo y de las rocas, de las demoliciones de edificios, de trituradoras de piedra, de la industria del cemento, del yeso y de otros pigmentos (cal, especialmente) y en general de todas aquellas industrias que manejan materias o productos acabados secos y con partículas muy finas (hasta de menos de una micra de diámetro).

Este material pulverulento, muchas veces forma con la humedad de la neblina, un verdadero "aerosol" que viaja y se difunde muy lejos de su lugar de origen y causa daños al hombre produciéndole rinitis, obstrucciones bronquiales, ardor en los ojos y dañando las superficies de paredes, estatuas, placas, etc.

En relación con esta otra forma de contaminación atmosférica, es justo señalar los estudios emprendidos en diferentes puntos del Planeta, por la Oficina Meteorológica del Ministerio de Aire Inglés y especialmente los trabajos de Leroux y Colab, que han demostrado, como componentes constantes del polvo ambiental, el cuarzo, calcita, feldespato, yeso, hematita, magnetita y finas partículas de pintura desprendidas de los edificios, especialmente después de fuertes vientos.

Aún más, en fechas muy recientes, Hirschler y Colab, estudiando las partículas minerales emitidas por los gases de automóviles, contenían el mismo plomo, cloro y bromo de los antidetonantes; formando compuestos químicos bien definidos, como el Cloro-bromuro de plomo, el $\text{NH}_4 \text{Cl}_2 \text{Pb Cl BR}$ (triclora-bromuro

de amonio y plomo) y el $2\text{NH}_4 \text{Cl Pb Cl Br}$. (dicloro-bromuro de amonio y plomo); todos de carácter tóxico.

Aparte de esto, se ha caracterizado también partículas microscópicas de asfalto y caucho procedentes de las llantas de los vehículos.

Algunas veces, el polvo puede tener un carácter ácido o si es procedente de productos orgánicos que puede generar ácidos por fermentación (láctico, butírico, etc.); ataca las superficies metálicas y las corroe lentamente. En las épocas de verano es sabido cómo el polvo arrastrado desde muy lejos, invade las casas y, a más de los daños anotados, muy frecuentemente es el portador o el receptor de microbios peligrosos para la salud humana. De ahí la necesidad de preservar del polvo especialmente, a los alimentos.

OTRAS PRACTICAS POLUCIONANTES DE LA ATMOSFERA.— Como si fuera poco el creciente peligro de la polución atmosférica, por emisión de humos cargados de productos tóxicos; se está haciendo hábito (muy censurable y perjudicial por cierto), el de quemar las basuras en plenas calles y a cualquier hora del día. Esta práctica adoptada por los barredores de calle (gente ignorante y ociosa por naturaleza), en su afán de ahorrarse trabajo —como es su costumbre— trae muchos inconvenientes: producción de humos acres, pegajosos y cargados de productos empireumáticos y ácidos, muchas veces de alquitrán semiquemado y por supuesto, del temible benzo-pireno.

Esta censurable práctica —a la cual no son extraños los muchachos y jovencitos desaprensivos— debe ser reprimida ya que, a más del peligro de incendio, se produce la emisión de humos tóxicos y simultáneamente viene el empobrecimiento en oxígeno, de la atmósfera, lo cual equivale a una polución que le hace menos respirable sobre todo, si al quemarse, como es frecuente, se encuentran productos de plástico polivinílico, engendrados también del benzo-pireno y otros cuerpos más complejos y tóxicos.

Si la combustión de las basuras se hiciera —como es de de-

sear— en instalaciones municipales adecuadas y técnicamente manejadas; habríamos contribuido a solucionar el gran problema de los desechos, tal como lo ha realizado desde hace 3 años la ciudad de Viena, cuya estupenda instalación de incineración de basuras, visitada hace pocas semanas por nosotros; suministra más de 1.000 Kilowatios de energía eléctrica y los gases son separados, tratados y aprovechados como materiales intermedios para la industria química.

Pero nosotros que no llegamos aún a este plano sanitario-industrial; por lo menos deberíamos contentarnos con una reglamentación rígida, dictada por la Sanidad y el Municipio.

EL MALTRATO DE LOS ESPACIOS VERDES Y BOSQUES.— Quito es una ciudad prácticamente sin parques, ni fuentes. Da pena y vergüenza decirlo, pero es la verdad. Ejemplo: Lo que hace 40 años fue el "Parque de Mayo" con árboles y vegetación risueña y abundante, hoy se ha convertido en un miserable potrero con pocas manchas de césped pisoteado, árboles enfermos, ralos en su número y en total, convertido en asqueroso mercado y campo de juego de vagos en el día; de refugio de gentes inescrupulosas en la noche, amparadas por la falta de iluminación.

Bien sabido es que las plantas elaboran y emiten el oxígeno necesario para la vida animal. Si escasea la vegetación por un lado y se aumentan las fuentes de polución atmosférica por otro; deduciremos que cada día irá en aumento la contaminación atmosférica, con daño cada vez más creciente para la vida. En una palabra, estaremos destruyendo el equilibrio natural de la biósfera citadina.

Por otra parte, la quema intencional o fortuita de los bosques circundantes, causa igualmente enorme perjuicio, porque al quemarse y emitir humo, éste *poluciona* la atmósfera, la carga de humedad que impide el paso de las radiaciones ultra-violetas, al formar verdadera pantalla; se roba el oxígeno y se expande gas carbónico y monóxido de carbono. Total: un franco desastre y

desequilibrio atmosférico, sin hablar de los perjuicios al suelo, a su flora microbiana y a las corrientes subterráneas de agua, a la estética, a la vida de las aves y animales.

Y aquí, en este punto del robo de oxígeno en la naturaleza queremos volver a las opiniones de Viviere: "Los tejidos cancerosos viven en una atmósfera pobre en oxígeno y allí se desarrollan asimismo más activamente. Con tejidos sanos privados de oxígeno, los investigadores han obtenido células cancerosas inoculables, que rápidamente aumentan y se reproducen. Como el oxígeno es llevado a las células por la sangre y en la sangre por su hemoglobina; se deduce fácilmente cuán perjudicial puede resultar la falta o la disminución de oxígeno en el aire respirable y circundante".— "Un bajo índice de hemoglobina constituye, pues, un índice importante en la investigación del cáncer".

Cómo es de lamentable que el hombre jamás piense en los resultados de sus actos de ambición o de destrucción de la naturaleza. Razón hay para que Michel Gauquelin, en su reciente libro "*Les horloges cosmiques*", nos prevenga que no olvidemos que la salud y el bienestar del hombre están influenciados, decisivamente, por las fuerzas del medio terrestre o cósmico que forman la biósfera.

No quisiéramos terminar sin aludir siquiera ligeramente a la objeción defensiva que se ha hecho con respecto a la imposibilidad de "Polución Atmosférica de Quito", dada su situación geográfica a 2.840 mtrs. de altitud y sus condiciones meteorológicas.

En efecto; se dice que el enrarecimiento de la atmósfera a esta altura, es más que suficiente para los humos y gases por su propia fuerza expansiva, alcancen rápidamente alturas desde las que no perjudicarán al hombre.

Me permito decir que es demasiado optimista este razonamiento. No hay más que ver las superficies de paredes (como las de los edificios de la calle Vargas) y objetos situados al alcance de los chorros de humo de vehículos automotores; veamos nuestros propios vestidos; fijémonos cómo en los días de lluvia o ne-

blinoso, se "toca", casi una atmósfera pegajosa del "smog" formado por el humo y la niebla y fijémonos en las estadísticas de incidencias del cáncer a los órganos respiratorios.

Esto, en las calles y caminos, al aire libre.

Y en los recintos cerrados, especialmente en vehículos automotores? El problema en este caso se agrava. En los recintos cerrados (cines, bares, cantinas, etc.) la contaminación está formada por el anhídrido carbónico de la respiración humana y el humo cargado de nicotina del tabaco; en los vehículos colectivos, por la respiración humana, el humo del cigarrillo y la entrada o filtración, más o menos constante de los gases del escape de motor. Ese ambiente malsano es respirado por niños y adultos y, unos y otros, acaban por sentir los efectos perniciosos del "aire viciado": dolores de cabeza, náuseas, ardor de los ojos, y más de una vez, se han registrado muertes, durante viajes largos en los buses de servicio interprovincial.

Dónde, entonces el beneficio de vivir a una altura de 2.840 mtrs.? Es ilusorio, pero no real y si fuera lo segundo, nos hemos empeñado en dañarlo por la falta de precauciones de alcance social.

En fin, no quisiéramos concluir estas páginas sin dejar siquiera como alusión, el más nuevo y temible agente de polución atmosférica: las emanaciones radioactivas, procedentes de las experiencias que, con fines bélicos, hacen periódicamente ciertas Potencias.

Hoy se reconoce que la radioactividad atmosférica ha aumentado, aunque no haya llegado todavía a límites alarmantes. Representando como 100 el límite de alarma —dice M. Comengue Gerpe— se puede valorar en 10 la radioactividad atmosférica (dato de 1966, cuando aún no se efectuaba la última experiencia nuclear francesa en Morurua). Se consideran especialmente peligrosos el Cesio 137 y el Estroncio 90. El primero actúa sobre el núcleo y, por lo tanto, sobre la reproducción, con el peligro de originar malformaciones a través de muchas generaciones; el segundo substituye al calcio en los huesos, siendo especialmente pe-

ligroso para los niños. Esperamos que las conversaciones sobre el desarme, se inclinen hacia la cordura; pero esperamos, sobre todo, un proceso de auto-depuración en la atmósfera”.

De esto se podrá deducir, aparte de otras razones, por qué, muchos países han protestado por esos experimentos que a la corta o a la larga, pueden traer gravísimas consecuencias, no siendo la menor la del arrastre de esa radioactividad polucionando las nieblas marinas, hacia los continentes o los mares y por las mismas razones, este Instituto, protestó enérgicamente y a su debido tiempo.

Para terminar, permítasenos que examinemos las causas de la inminente polución atmosférica en nuestra ciudad, e insistamos:

- a) En el estudio serio y a fondo del problema;
- b) En la reglamentación del tránsito de automotores a Diessel; mientras llegan a nuestro país los automotores eléctricos, que ya están circulando en algunas ciudades europeas;
- c) En la vigilancia y reglamentación de las chimeneas de fábricas;
- d) En la ubicación de éstas fuera del perímetro poblado, tendiendo a la creación de los “*complejos industriales*”;
- e) En la necesidad de proteger y aumentar los parques y espacios verdes en las ciudades;
- f) En perseguir y castigar a los “*pirómanos*” de basura, bosques y chaparros;
- g) En revisar las disposiciones urbanísticas, no permitiendo tipos de edificaciones sin buena ventilación que eliminen el aire viciado;
- h) En obligar al cambio de sistemas de escape de vehículos automotores y, en fin, tomar cuanta providencia aconseje la Ciencia para evitar los tremendos daños emanados de la destrucción del equilibrio de la biósfera.

Y por sobre todo eso, no caigamos en el engaño o en la ingenuidad de que por ser aún, un país en desarrollo, no nos afectan

los problemas que a los de gran potencialidad económica e industrial. No, señores: el país va creciendo, las condiciones empeorando; los recursos naturales están dilapidados y degenerando. A este paso qué herencia vamos a dejar a las generaciones venideras?

El problema es muy serio, urgente y general. Es por esto que ya se ha empezado a preparar la "*Conferencia Internacional sobre el Entorno Humano*", que se celebrará en Estocolmo, en Junio de 1972, por pedido de las NN. UU. Ojalá el Ecuador, sin creerse eximido de la obligación de cooperar en ese esfuerzo internacional, esté presente, pero no simplemente con economistas o con el representante diplomático o consular más cercano.

Veamos también lo que está sucediendo ya en otros países Hispanoamericanos como México y, más cerca de nosotros en el Perú, con el mismo problema que ahora abordamos. Recordemos al respecto, las últimas noticias alarmantes y patéticas que trajo el cable, desde ciudad de México y Lima en los días 18 y 24 del mes de febrero del año en curso (1971). No nos abandonemos, como siempre a la indolencia y al cómodo "*dejar hacer, dejar pasar*". Es tiempo de emprender la lucha contra el innegable peligro de la "*Polución Atmosférica*", para que nó nos sorprendan los resultados cuando no haya remedio o, cuando para aplicarlo, exija ingentes esfuerzos.

Y no terminaré tampoco, sin denunciar que ya tenemos patente otro caso de "polución" en el país: La del mar ecuatoriano, señalada ya por quien habla en estos momentos, desde 1968, pero no se hizo caso. Ahora elevo nuevamente mi voz y llamo la atención, no digo del gobierno o autoridades (porque no están aquí, ni les ha interesado el motivo de esta Conferencia); sino la del pueblo ecuatoriano, hacia las gravísimas consecuencias de ese daño y, que tal vez serán peores, cuando al terminarse, en Esmeraldas, el gran oleoducto trasandino, se empiece a cargar y descargar petróleo en los grandes buques-cisterna, que han causado y siguen causando inmensos daños en las costas de muchos países, cuando naufragan o se incendian y, han obligado a buscar

formas, materiales y métodos costosísimos y complicados, para aminorar el daño que se produce cuando se extiende por el mar o las costas, una capa de petróleo.

No sabemos qué clase de garantías y precauciones se habrá exigido a los constructores del oleoducto, para asegurar, por lo menos, el mínimo de daño a las costas y a la fauna ictiológica que la estamos defendiendo bravamente del abuso de parte de las Compañías pesqueras foráneas. Si todo va a seguir, como hasta aquí, el daño será inmenso y al país le resultará equivalente la ganancia por su petróleo, con el daño emergente de la polución de su mar.

Por fin; es necesario que entendamos que a ningún país quizás, como al Ecuador le conviene adoptar lo que autores modernos califican de una "*Tecnología Social*" que contemple e involucre los intereses vitales, económicos e internacionales de un pueblo, en plan de crecimiento y ávido de justicia y de progreso.

BIBLIOGRAFIA

- Georgio Nebbia.— *Resorse Naturali e Mercè*. Bari Cacucci Edit. 1968.
- Georgio Nebbia.— *Il Futuro del Nostro Planeta*. "Futuribili". Abril-Mayo de 1969 Bari.
- R. Carson.— "Global Pollutants" (Scientific American) N° 220 Febrero-1969.
- A. Wollman.— "The Metabolism of cities (Scientific American) N° 213.— Septiembre de 1965.
- Ali Heritier.— "La Press Scientifique", Junio-julio-agosto/70. París.
- Gulio Raiola.— "Il Tempo", Noviembre 5 de 1970.— Roma.
- G. Vivier.— "Chimie Paris.— Mayo-junio de 1969. Le cancer et l'Oxigene".
- Jean Pierre Sargent "Biochimie de l'angoisse"— "Science et Vie". París, agosto de 1969.
- L. Villanúa.— "La Contaminación del aire en las ciudades". Anales de Real Academia de Farmacia.— Madrid, Vol. XXVI. N° 4/60.

LA GEOLOGIA Y EL COEFICIENTE ANTISISMICO

Ing. JULIO CESAR GRANJA V.
Profesor de Geología para Ingenieros,
Universidad Central del Ecuador

"...trabajo de investigación "La Geología y los coeficientes para el diseño de estructuras resistentes a terremotos" presentado por el Sr. Ing. Julio César Granja, recomiendo sea publicado en la revista "Anales" de la Universidad Central, por considerarlo de importancia y utilidad dentro del campo de la Ingeniería".

f.) Ing. ALBERTO LARREA BORJA
Decano de la Facultad de Ingeniería

LA GEOLOGIA Y LOS COEFICIENTES PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS RESISTENTES A TERREMOTOS

No debemos acordarnos de los peligros solamente cuando ellos nos causan desastres. Necesario se hace el que nuestro país, situado como se halla dentro de la faja sísmica circumpacífica, tome en cuenta este peligro y se apreste para afrontarlo. Ello obligará

a que todas las construcciones de ingeniería sean calculadas en forma tal como para que puedan resistir impactos sísmicos que inesperadamente puedan presentarse.

Como sabemos, todo movimiento sísmico genera ondas sísmicas, siendo las principales:

- a) **ONDAS LONGITUDINALES**, de compresión y dilatación, en las cuales las partículas vibran paralelamente a la dirección de la onda sísmica;
- b) **ONDAS TRANSVERSALES** o de sacudida, en las cuales las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de la onda; y,
- c) **ONDAS SUPERFICIALES** que son ondulantes y concéntricas y se propagan superficialmente.

Las ondas superficiales son las que deben ser tomadas muy en cuenta por los ingenieros de cálculo de estructuras, ya que ellas son las que producen movimientos horizontales que actúan estáticamente sobre el centro de gravedad de las estructuras, originando esfuerzos cortantes que pueden causar lamentables consecuencias sobre las edificaciones si no son tomadas las precauciones debidas para contrarrestarlas.

A raíz del terremoto de Ambato acaecido el 5 de Agosto de 1949 se intentó poner en vigencia un código de construcciones, el cual en su Art. 233 decía: "Todo edificio será calculado y construido para resistir una fuerza lateral total mínima actuando en cualquier dirección y determinada independientemente en la dirección de los ejes principales del edificio, dada por la fórmula siguiente:

$$V = c \times W$$

Fórmula en la que:

V= fuerza lateral total o esfuerzo cortante en la base;

c = un coeficiente numérico que indica (el Código) que no debe ser menor de 0,025 ni mayor de 0,08; y,

W= el peso total del edificio sobre la base, incluyendo la carga propia más un porcentaje móvil.

En el Japón, el estudio de los sismos ha merecido especial atención de parte de connotados científicos y los resultados alcanzados ocupan muy respetable sitio en el consenso de los ingenieros constructores; las razones para ello son obvias: País de gran sismicidad y poseedor de alta técnica. Todo esto nos obliga a que aceptemos sus experiencias y el resultado de sus estudios. No obstante ello creemos que para el cálculo de nuestras construcciones no debemos adoptar los *coeficientes sísmicos* calculados y propuestos por la "Sociedad Japonesa de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones", por creerlos muy altos, lo que incide en la elevación del costo de las construcciones.

El Código de California, Estados Unidos de Norte América, producto también de alta técnica y serios estudios indica coeficientes más bajos y merecen ser considerados.

Antes de indicar el coeficiente que pueden escoger los ingenieros calculistas, es necesario conocer cómo se ha llegado al conocimiento del valor específico del coeficiente antisísmico:

Por Dinámica sabemos que la Fuerza (V) es igual a la Masa por la Aceleración ó sea:

$$V = M \times a$$

Sabemos que la Masa es igual al Peso (W) dividido por la Gravedad:

$$M = \frac{W}{g}$$

Por tanto la Fuerza V se puede expresar así:

$$V = W \times \frac{a}{g}$$

A la relación a/g es a lo que se conoce con el nombre de "Coeficiente antisísmico". Este coeficiente *varía según sean las condiciones geológicas del terreno* y según, también, la clase e importancia de estructura o de construcción que se calcule.

La modesta intención de este trabajo es el indicar cómo el Geólogo puede colaborar con los ingenieros calculistas en la adopción del coeficiente antisísmico más adecuado para el cálculo de las estructuras de sus edificaciones.

LA GEOLOGIA Y EL COEFICIENTE ANTISISMICO.— De acuerdo a la geología del país, hemos señalado en mapa adjunto, su diferente sismicidad; se observará que las zonas de mayor sismicidad se hallan en las cuencas de los ríos Chambo, Cutuchi, Chimbo, Chanchán y cuenca del río Guayas. Al Oriente, todas las partes altas de los ríos Pastaza y Napo.

En la Costa, las zonas más sísmicas se hallan al Sur Occidente de la Provincia de Manabí que, en menor escala avanza hasta las costas de Esmeraldas y, hacia el Sur, comprende las costas de la Provincia de El Oro, continuando en las costas Noroccidentales

del Perú; zonas que constituyen restos de una antigua plataforma, lo que le dan un fuerte tectonismo.

En general, muy sísmicas son todas las zonas que, a más de ser vecinas a geofallas probadas o supuestas, resultado de la tectónica andina, están constituidas por depósitos del Cuaternario o Recientes, sean éstos ya fluviales o ya lacustres, o por deposiciones de materiales piroclásticos, como los que se tienen en las cuencas del Chambo, Patate, Chimbo, etc.

Por esa diferente actuación ante los sismos que poseen los terrenos, a cada uno de ellos corresponderá un diferente coeficiente antisísmico, cuyos valores se consignan en el cuadro que más adelante indicamos.

Las zonas de menor o de muy poca intensidad sísmica corresponde a las regiones geológicas en donde afloran o se hallan, muy cerca de la superficie, las formaciones del Pre-Cámbrico o las intrusiones batolíticas de granitos o granodioritas. Detalles estos que no se los puede ni indicar, ni apreciar en el mapa, dada su escala.

Los coeficientes indicados no son absolutos, pues variarán según las condiciones locales del terreno sobre el que se harán las fundaciones y, también, según se trate de fundaciones para edificios, para presas, para obras portuarias o de estribos y pilas de puentes.

Intento dar a continuación un cuadro en el que se indica los coeficientes antisísmicos correspondientes a las diferentes clases de terrenos:

COEFICIENTES ANTISISMICOS

<i>Clases de terreno</i>	<i>Edificios</i>	<i>Cálculo de presas</i>	<i>Obras portuarias</i>
Rocas sueltas sin traba, arenas, arcillas, margas, terrenos saturados de agua	desde 0,10 hasta 0,30	desde 0,07 hasta 0,20	desde 0,07 hasta 0,25
Conglomerados con cemento flojo, arenas arcillosas, cangagua floja. Suelos de deposición aluvial o eólica modernos, de poco espesor	desde 0,08 hasta 0,20	desde 0,06 hasta 0,15	desde 0,06 hasta 0,18
Rocas de dureza media, arcillas pizarrosas, areniscas cementadas, conglomerados con cemento medianamente duro, pizarras, cangaguas duras. Modernos suelos de deposición aluvial o eólica, de gran espesor.	desde 0,06 hasta 0,15	desde 0,05 hasta 0,12	desde 0,05 hasta 0,15
Pizarras duras, conglomerados con cemento muy duro. Andesitas y demás rocas ígneas. Gneis, esquistos y demás rocas metamórficas. Depósitos aluviales antiguos fuertemente cementados (conglomerados) y de gran espesor.	desde 0,05 hasta 0,12	desde 0,03 hasta 0,10	desde 0,03 hasta 0,12
Conglomerados silíceos, porfiritas cuarcíferas, granitos, granodioritas. En general rocas fuertemente resistentes. Depósitos aluviales antiguos de gran potencia y fuertemente cementados.	desde 0,03 hasta 0,095	desde 0,02 hasta 0,09	desde 0,025 hasta 0,10

Los valores de los coeficientes antisísmicos dados en el cuadro no son, en ninguna forma, absolutos; pueden y deben variar según sea el tipo de estructuras, la importancia y magnitud de la

obra y, sobre todo, las condiciones generales del subsuelo. Su adopción estará, por tanto, sujeta al buen criterio del calculista.

Cuando haya desconfianza en las condiciones geológicas del subsuelo, deberá tomarse el coeficiente antisísmico mayor.

Para las estructuras que van a trabajar sumergidas en el agua, como muelles, estribos y pilas de puentes, etc., el coeficiente antisísmico debe ser incrementado, ya que en los terremotos, a la presión lateral de la tierra se suma la presión dinámica del agua.

Para terraplenes y rellenos no se toma en cuenta la acción de los terremotos por algunas razones, entre ellas por el hecho de que su reparación, de ser dañados, no entraña grandes gastos ni trabajo. Además si esos terraplenes y rellenos han sido construídos para asegurar bordes de ríos o de canales, se sobreentiende que han sido diseñados para resistir crecidas de las aguas, siendo muy hipotético que crecida de las aguas y un terremoto ocurran juntos.

REFERENCIAS:

- Observatorio Astronómico de Quito (1959) "Breve historia de los principales terremotos en la República del Ecuador.
- Antonie C. Scheepmakev y José Eged A. (1966) "Catálogo de terremotos, 1958-1965".
- Walter Sauer (1961) "Geología del Ecuador".
- Ing. Julio C. Granja (1961) "Estudio sísmico geológico del terremoto de Alausí".

(f.) Ing. JULIO CESAR GRANJA V.
Profesor de Geología para Ingenieros,
Universidad Central de Quito.

ENSAYO DE SISTEMÁTICA DE LEPIDOPTEROS DIURNOS DEL ECUADOR

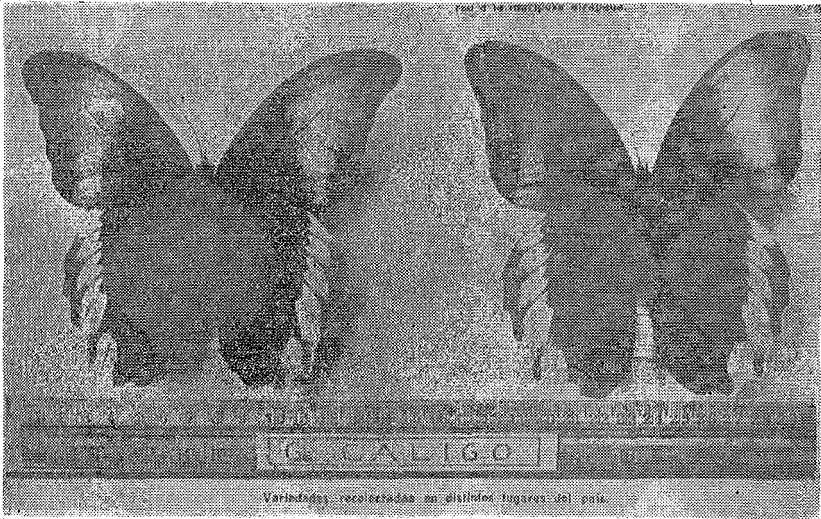
Por el Ing. Miguel Moreno Espinosa

Conferencia sustentada por el Ing. Miguel Moreno Espinosa en el 30º Aniversario del Instituto Ecuatoriano de CC. NN. y con motivo de la PRIMERA EXPOSICION DE MARIPOSAS DEL ECUADOR, abierta al público a base de la colección privada del autor, en el local del Colegio Femenino Espejo y con la colaboración del Club Amigos de la Naturaleza.

Quito, 11 de Diciembre de 1970

Esta conferencia y esta exposición están dedicadas también a los estudiantes de Escuelas y Colegios de la ciudad, y por esta razón voy a referirme a ciertos aspectos esenciales que han motivado la organización de este tipo de charlas y actos científicos, y a conceptos generales referentes a la Biología de los insectos y mariposas.

La naturaleza, ese inagotable y extraordinario escenario donde los elementos químicos, con ayuda de mil formas de la energía sideral, han formado el mundo físico donde habitamos, han hecho posible también la aparición de la vida y han creado y transforma-



Dos especímenes ornamentales de la exposición del Autor

do ininterrumpidamente, a millares de seres que pueblan los mares y continentes de este fascinante planeta llamado Tierra. Desde los elementos vitales unicelulares, la gran pirámide de la vida, estratificada en sinnúmero de brazos y canales de perfeccionamiento, adaptación y supervivencia, ha culminado con el dominio del hombre, especie superior dotada de mente y espíritu y descubridor y conquistador de su propio mundo y, hoy día aún de lo que en el espacio le rodea.

Por esto es que al hombre le resulta irrenunciablemente necesario y vital conocer profundamente el mundo de su propia naturaleza. Maravillarse de todas las formas animadas e inanimadas de su medio ambiente. Conocer los procesos y las leyes que gobiernan ese mundo. Descubrir los secretos que aún se esconden en los procesos simples y complejos de la vida. Cuidar y controlar que todo ese derroche de naturaleza vaya en su provecho y, en último caso, asegurar la supervivencia de la especie humana. En resumen, la naturaleza es todo para el hombre: origen de la vida, de las cien-

cias, de las culturas, del progreso y también causa de la muerte y destrucción.

Conocer, estudiar y amar la naturaleza debe, por consiguiente, ser un proceso obligado y elemental de la educación universal. Investigar, preservar, desarrollar y explotar racionalmente los bienes de la naturaleza, se torna imperativamente, en el más sagrado de los deberes de los conglomerados humanos.

Y he aquí porque en esta ocasión entregamos con hondo sentimiento de ecuatorianidad y de hombres preocupados de su acervo natural, una modestísima muestra de lo mucho que hay que hacer en defensa de su maravillosa y abundante naturaleza. La excepcional condición que posee el Ecuador en cuanto a su posición geográfica, orográfica e hidrográfica, dentro de América, y no obstante su reducido territorio, le permiten catalogarse entre los países más ricos del mundo y de poder exhibir uno de los Museos más completos en el ramo de la Historia Natural. Sin embargo, no lo tenemos, ni hemos hecho mayor cosa por tenerlo. Y lo que es más grave, no hemos hecho casi nada tampoco, en conocer, coleccionar, investigar, inventariar, exhibir y aprovechar científicamente y económicamente nuestras riquezas naturales y, por el contrario, hemos permitido que propios y extraños devasten extensas zonas con el consiguiente deterioro y aún exterminio de preciosas especies de la fauna y la flora silvestre de nuestro país. Sin el menor control, seguimos tolerando a gentes inescrupulosas el comercio ilícito y bárbaro de raros animales, aves, reptiles, insectos, de lo cual el país no obtiene ninguna ventaja posible.

Esta significa, por tanto, una oportunidad para abrir una gran campaña en defensa de nuestro mayor patrimonio nacional, los bienes de su naturaleza y plantear al flamante Ministerio de Recursos Naturales y Turismo, una excitativa enérgica y patriótica para que cumpla resuelta y prontamente sus nobles y buenos cometidos legales.

Además y con estas finalidades trascendentales, es imperativo, la Fundación del Museo Nacional de Historia Natural, a cargo del

Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales y con la cooperación de todas las Entidades Públicas que tengan relación con este vital problema.

Con estas palabras, entremos en materia de esta conferencia.

Nuestra afición consiste en interesarnos y coleccionar equinodermos, moluscos y artrópodos. Hemos escogido para la presente charla los lepidópteros diurnos, que pertenecen a los insectos, porque de ellos tenemos una fuente de referencia científica de alto valor y porque las mariposas, en general, son seres cuya belleza, fragilidad y costumbres, nos recuerdan a las flores y nos han causado, en toda época, fascinación y deleite.

Como el resto de los insectos, aparecieron sobre la tierra hace unos trescientos millones de años. Inventaron, seguramente para subsistir y adaptarse mejor, el proceso extraordinario de la metamorfosis: una parte de sus vidas, después de germinar el huevo, son voraces orugas de madera y vegetales; luego, en un estado recesivo y latente, se inmovilizan en forma de crisálidas, aunque interiormente la acción de ciertas hormonas, va estructurando el ser volador y frugal que se llama mariposa. Esta, inmediatamente que hincha las nervaduras de sus alas con el aire vivificante, a pleno sol, es la flor que irá en pos de las demás flores, ayudará a la fecundación de las plantas, encontrará y atraerá al individuo del otro sexo y una vez fecundada depositará en sitio conveniente y seguro los huevecillos de mil formas, listos para comenzar un nuevo ciclo. En nuestro país, sin las cuatro estaciones de otras latitudes, las mariposas no tienen períodos fijos de apareamiento. Hemos observado que una misma especie reviente en cualquier época del año, especialmente en las regiones tropicales. Más controlado es este proceso en las zonas altas y secas de las Hoyas Interandinas, en que hay influencia de épocas llamadas de invierno o de verano. Por lo común cada mariposa escoge una planta como base de su alimentación y descanso y el conocimiento de esta preferencia es importante para su estudio y recolección. El poderoso sistema masticador de las orugas se transforma en un delicado ducto arrollable

en espiral de las mariposas, con el cual succionan el néctar de las flores, los jugos de materias en descomposición o la humedad de las playas. Muchas prefieren los ácidos y azúcares de frutas determinadas y no falta alguna especie que carece de todo aparato bucal porque, despues de nacer, encuentra al macho, pone huevos y muere. Asimismo, tenemos una especie de esfíngido nocturno, de vuelo estático similar al de los colibríes, que frente a un cáliz alargado de floripondio, desenrolla una espiritrompa de 30 cm. para beber su néctar .

Lepidóptero quiere decir alas con escamas. Estas escamas dan la coloración y los dibujos a las alas de las mariposas. Son pequeñas formaciones quitinosas imbricadas en la membrana transparente de las alas. En ciertas ocasiones faltan por completo y entonces tenemos mariposas cristalinas. Otras se transforman en pelos y plumillas que le dan un aspecto de piel y aún ejercen funciones sexuales en muchas especies. Ciertas especies como las morfos, poseen escamas incoloras que descomponen la luz y dan reflejos de iridiscencia y brillantez maravillosas. Las mariposas son muy sensibles a los olores. Las hembras atraen a los machos a veces de kilómetros de distancia y parece que sus antenas ejercen admirablemente esta función. Muchísimas tienen el sentido gustativo en las patas delanteras y, en general, su orientación se hace por medio del sol y por ello, rarísima vez se ve volar una mariposa diurna, en días nublados o fuera de las horas soleadas.

Las mariposas ejercen y han ejercido gran importancia en la ecología de los países y en la vida del hombre. En la polinización de las flores, hacen tan buen papel como las abejas y otros insectos. Sirven tanto en estado larvario como adulto a la alimentación de otras especies animales de aves, reptiles y batracios. Numerosas variedades de mariposas y polillas son plagas en su estado de larvas y orugas, atacando con ferocidad las raíces, tallos y hojas de muchas plantas útiles al hombre. En cambio hay algunas especies de polillas, como los cericígenos, cuya crisálida se encuentra en un capullo de seda muy fina secretada por la oruga y que el

hombre ha sabido cultivar y explotar en una antigua y jugosa industria textil de seda natural. El arte popular en muchas partes ha sabido también emplear la belleza de las alas de mariposas y así el turismo y el folklore se han incrementado inusitadamente. La Filatelia es otra actividad humana que ha engalanado muchas colecciones nacionales, como la que hizo nuestro país, justamente tomando como modelo algunos ejemplares de esta colección.

Por fin, para tocar el tema propiamente de esta charla nos referimos a la sistemática de los Lepidópteros. Desde la época de los griegos hubo interés en su estudio y sistematización. Desde entonces, se han ensayado sistemas obedeciendo a diferentes aspectos de morfología externa, de costumbres, de forma de alas y sus nervaduras y, últimamente, de morfología microscópica de sus aparatos sexuales. Un factor que ha complicado este trabajo es la aparición cada vez mayor de nuevas formas y especies que han venido descubriéndose con la conquista y colonización de nuevas tierras y la mayor dedicación de entomólogos y especialistas destacados por las diferentes instituciones científicas del mundo. Los trabajos e investigaciones realizadas por el Dr. A. Seitz y sus colaboradores, en el período comprendido de 1907 a 1924, que le llevó a publicar el Tratado "MACROLEPIDOPTEROS DEL MUNDO". Sección Americana, traducido a varios idiomas, puede considerarse como el monumento científico más admirable en esta especialización y, en mi criterio, sirve y servirá de base para cualquier ensayo de sistemática en regiones del mundo como la nuestra, donde no se han hecho investigaciones posteriores más completas y modernas. Por esta razón, mi ensayo de sistemática de lepidópteros del Ecuador, se funda en aquel trabajo del Dr. Seitz y se refiere exactamente a las mismas familias, grupos y géneros que han sido estudiadas comparativa y correlativamente en la totalidad de registro del continente americano. Es explicable que para la época en que se hicieron las recolecciones, por falta de vías de penetración a muchos lugares especialmente favorables, se haga aparecer en el Tratado Seitz, menor número de especies y géneros de las que en

realidad existen en Ecuador y que ya van apareciendo en esta colección particular. Además, es posible que hayamos encontrado nuevas especies no descritas y que, en lo posterior servirán para estudios de investigación. En todas partes hay especies comunes, muy abundantes, numerosas, no comunes, raras y muy raras. Nosotros tenemos, según las regiones, en este mismo orden, ejemplares como *Anartia*, *Colias*, *diones*, *theclas*, *morphos*, *preponas*, *zarette* y *agrias*. En el cuadro de procedencia de las mariposas se puede apreciar el alto porcentaje de especies pertenecientes a casi todos los géneros y familias, capturadas en una misma y relativamente pequeña área: entre los 2.200 m. de Silante, hasta los 600 m. de altura de Santo Domingo de los Colorados, siguiendo el encañonado de los ríos Blanco y Toachi, se halla alrededor del 58% de toda la colección que se exhibe. Lo mismo puede afirmarse de aquellas regiones similares que constituyen las abras hidrológicas hacia el Oriente o hacia la Costa. Lo que sucede es que no ha habido la facilidad u oportunidad de hacer recolecciones en tales partes. Pero, particularmente notable, es la abundancia de especies en la zona de Nápac a 1.100 m. de altura, como podrá apreciarse en la colección.

De acuerdo al sistema Seitz y conforme al cuadro exhibido, los Lepidópteros diurnos se dividen en 10 familias que corresponden a dos superfamilias: las Rhopalóceras y las Gripóceras (antenas de masa y antenas ganchudas, respectivamente). En el mismo orden presentamos esta exposición, a fin de apreciar objetivamente los datos que me permito resumir a continuación:

Rhopalóceras

1.—Familia PAPILIONIDAE

Se compone de 4 géneros, tres de los cuales, poco numerosos, pertenecen a Norte América. El primer Género, *Papilio*, comprende a su vez, 17 grupos, con 470 especies para América, y 84 para

Ecuador. En esta colección hemos colectado hasta ahora, 13 grupos con un total de 123 especies. Los grupos más completos y bellos son Aeneas, Polydamas, Thoas y Anchisiades. Los grupos más raros, Zagreus y Homerus.

2.—Familia PIERIDAE

Se compone de 36 Géneros, 7 de los cuales, poco numerosos, pertenecen a Norte América, y 21 son asignados a Ecuador, con un total de 124 especies frente a 925 en toda América. En esta colección, hay 21 géneros con 195 especies. Los más numerosos son del grupo Pieris, del género Terias y Catopsilia. Las más raras pertenecen a Cathaemia, Charonias, Genopterix y Pseudopieris.

3.—Familia DANAIDAE

Con un total de 931 especies y 35 Géneros para América, y 198 especies y 32 géneros para Ecuador, es una familia interesante con abundantes ejemplares de alas transparentes y ahumadas. Hasta el momento hemos recogido 118 especies pertenecientes a 22 Géneros. Las más numerosas son de los géneros Ithomia, Mechanitis e Hymenitis. Los más raros, Eutresis y Athesis. A esta familia pertenece la famosa Monarca, una de las más emigrantes del mundo, aunque la nuestra es endémica y se halla en toda altitud.

4.—Familia SATYRIDAE

Compuesta de 58 géneros y 939 especies para América. Seitz le asignó 20 géneros y 112 especies para Ecuador. Nuestra colección tiene actualmente, 18 géneros y 109 especies. Son mariposas que vuelan dentro del follaje sombrío y por lo general los 1.500 m. de altura. Hay dos géneros notables por su transparencia, provenientes de las llanuras orientales. Las más numerosas son de los

géneros Pedaliodes, Euptychia, Taygetis y Pierrella. Las raras son Caerois, Oressionoma, Polymastus y Bía.

5.—Familia BRASSOLIDAE

Integrada por dos Sibfamilias: la BRASSOLININAE, con 3 géneros y 25 especies; y la CALIGONINAE, con 5 géneros y 228 especies para toda América. De colores sepías y azules oscuros, vuelan en horas vespertinas, preferentemente en los platanales de lo strópico. El género Cáligo, es notable porque cuenta con especies de la más grande superficie alar del mundo y en su anverso presentan ocelos impresionantes parecidos a un búho. Nuestra colección cuenta con 4 géneros y 58 especies con respecto a las 37 que le asigna Seitz.

6.—Familia MORPHIDAE

Con un solo género, el famoso Morpho, se han identificado 135 especies para América y 8 para Ecuador. Nuestra colección tiene 30 especies, provenientes de oriente y occidente, entre los 300 y 1.400 mts. de altura. Una buena parte se caracterizan por su extraordinaria iridiscencia azul brillante y su gran tamaño, su vuelo majestuoso a gran altura. Hay especies difíciles como la Cipris y la Crameri y otras como Soulkowky concentradas en determinadas áreas.

7.— Familia NINPHALIDAE

Es la familia más importante tanto por el número de sus especies como por la enorme varied addé formas, colores y costumbres. Se la encuentra en todos los climas, altitudes y épocas del año. Por supuesto la mayoría corresponde a aquellas zonas intermedias señaladas en esta charla. De las 2.813 especies y 71 géneros asignados para América. Seitz, señala, en 44 géneros, la apreciable

suma de 525 especies hasta la presente fecha. Apreciaciones y estudios regionales nos permiten creer que podemos fácilmente duplicar esta cantidad. Evidentemente el género más numerosos y atractivo de la familia es *Heliconius* (con 427 especies para América), de los cuales tenemos más de 80 en Ecuador y sus primos *Dione*. Luego siguen en abundancia los *Actinote* con sus seis grupos pertenecientes a la Sub-familia *Acraeinae* y también los *Phyciodes*, con mayor representación en otros países. Dos géneros son de gran interés por su forma de alas y sus colores aterciopelados e iridiscentes: *Anaea* y *Megalura*, de esta última poseemos la colección casi completa americana. Asimismo hay tres grupos notables por sus dibujos inferiores y colorido de contraste que son *Catagramma*, *Perisama* y *Callicore*. Especies condicionadas por su belleza y rareza son *Agrias*, *Prepona* (sumamente veloces) *Nessaeas*, *Epiphile*, *Callithea*, *Batesia* y *Poligrapha*.

8.— Familia ERYCINIDAE

Compuesta de 98 géneros y 1.530 especies para América, le corresponde a Ecuador 48 géneros con 132 especies. De tamaño generalmente pequeño su captura se hace más difícil por cuanto prefieren los bosques húmedos y sombríos, para volar. Apenas tenemos 66 especies pertenecientes a 25 géneros. Los ejemplares más hermosos son *Lyropteryx* y *Ancyluris*.

9.— Familia LYCAENIDAE

Formada por 16 géneros y 990 especies para América, nos corresponde 4 géneros, 38 especies a Ecuador. Nuestra colección cuenta con 25 especies de tres géneros. Generalmente pequeñas, se caracterizan por sus bellos colores brillantes predominando el verde-azul. Dos especies muy hermosas son *Thecla Coronata* y *Thecla Marsyas*.

GRYPOCERAS

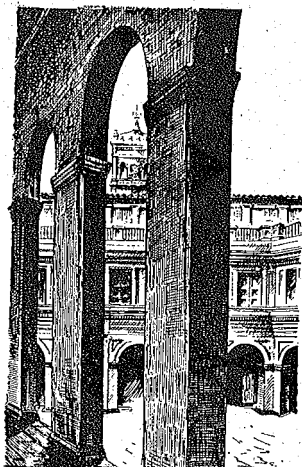
10.—Familia HESPERIDAE

Integrada por 1.991 especies y 273 géneros, le corresponde a Ecuador, 72 especies y 40 géneros. Nosotros tenemos en esta colección 62 especies y un número no muy comprobado de géneros cercano a los 30. El nombre de la Superfamilia a la que pertenece obedece a que sus antenas terminan en forma de gancho afilado. Son relativamente pequeñas, de cuerpo grueso y resistente, alas pequeñas y vuelo sumamente rápido. Muchas especies se caracterizan por dibujos transparentes en sus alas y un predominio de colores oscuros.

Hasta aquí, según el sistema Seitz, comprende nuestro trabajo de ensayo de la Sistemática de Lepidópteros diurnos del Ecuador.

La otra gran Superfamilia de Heteroceras (antenas filamentosas o plumosas) formada por numerosas familias, agrupan a las Polillas o Lepidópteros Nocturnos, algunas de las cuales, sin embargo, vuelan durante el día o en horas vespertinas. Solamente con el objetivo de presentar al público una muestra comparativa de estos Lepidópteros exhibimos dos cuadros de ellos, con ciertas especies representativas, que indican la gran variedad de formas, tamaños y colores. Como dato importante cabe recordar que el número de estas Polillas supera en casi el doble de las especies diurnas y ello obedece, sin lugar a dudas, a que el régimen de vida y alimentación de estos insectos les sitúa con mayores defensas contra depredadores, amparándose en la sombra de la noche.

Se estima, en la actualidad un número superior a las 140.000 especies de Lepidópteros que componen la fauna mundial de estos insectos y se estima asimismo que América alberga a cerca de la tercera parte de esta cifra total, en su mayor parte concentrada en la gran cuenca amazónica. Próximamente es nuestro propósito hacer el ensayo de sistemática de las polillas ecuatorianas.



GARCIA MORENO Y LOS ESTUDIOS CIENTIFICOS EN EL ECUADOR

Centenario de la Escuela Politécnica, del
Observatorio Astronómico y del Colegio
Central Técnico

Por el **Dr. Jorge Salvador Lara**

Miembro de la Academia Nacional de Historia

La historia de la ciencia en el Ecuador debe recordar el nombre preclaro de García Moreno, no solamente por su papel de magistrado promotor de los estudios científicos sino, inclusive, por su participación personal en ellos.

Mente universalista, la suya, desde joven descolló no solamente como escritor y poeta, propugnador de la renovación literaria frente a la decadencia neoclásica; sino como cultor de las ciencias matemáticas, físico-químicas y naturales. Era tanta su aptitud en este campo que sus detractores, no pudiendo silenciar la evidencia, han querido presentarla como prueba de anormalidad. "Le cautivaban las ciencias exactas y se dice que sentía afición especial por las multiplicaciones"; "sus escritos están redactados siguiendo las reglas del lenguaje y en todos ellos —cosa

singular— abundan imágenes matemáticas, botánicas y jurídicas”; “el desarrollo prominente del frontalis, que es, según Gall, el órgano de la sagacidad comparativa, refleja su primigenia ambición de saberlo todo”; “afición simultánea por las ciencias físicas y matemáticas, química experimental, idiomas, gramática, jurisprudencia”: todas estas citas de la obra del Dr. Roberto Agramonte, son, para éste, otras tantas demostraciones patológicas. Mucho más probable y lógico parece reconocer que García Moreno tuvo una profunda vocación científica, a la que quiso dedicarse y de la que le apartaron sus deberes cívicos, sus concepciones políticas y su temperamento de hombre de acción.

Es bien conocida la anécdota del error que señaló en su profesor de matemáticas, cuando éste desarrollaba arduo problema en el pizarrón, error negado por el catedrático y demostrado ipso facto por el joven García Moreno, cuyos condiscípulos, según anota Pólit Lasso, testimoniaban “la admirable facilidad con que resolvía mentalmente las más complicadas operaciones y la prodigiosa rapidez de sus cálculos”.

Para perfeccionar los conocimientos matemáticos adquiridos en el Convictorio de San Fernando de Quito, García Moreno utilizó por su cuenta los mejores textos españoles de la época y recibió además clases particulares del Ing. Sebastián Wisse, científico francés que le introdujo en el conocimiento de la geología y con quien, recién graduado de abogado, el joven guayaquileño llevó a cabo, con fines científicos, varias ascensiones que se hicieron famosas: dos, al cráter del Pichincha, y una al volcán Sangay. Aquellas tuvieron lugar en 1844 y 1845; ésta, en 1849. Posteriormente, en 1857, García Moreno realizó una tercera ascensión al cráter del Pichincha, acompañado de un joven hijo del botánico inglés William Jameson. Pólit Lasso, que puso de relieve estas investigaciones científicas, recopiló los informes de don Gabriel sobre ellas: el artículo “Exploración del volcán Pichincha verificada en el mes de agosto de 1845 por los señores Sebastián Wisse

y Gabriel García Moreno"; la "Carta al profesor Sr. D. Guillermo Jameson, concerniente a la exploración del volcán Pichincha" y la "Carta al Sr. D. Roberto de Ascásubi sobre la exploración del volcán Sangay". Humboldt, que había ascendido al Pichincha en 1802, tradujo la relación de García Moreno sobre la ascensión primera y la publicó en el tomo I de sus "Misceláneas de geología y de física general" y en el tomo IV de su monumental obra "Cosmos" hizo mención entusiasta de la excursión científica en la que Wisse y García Moreno durmieron tres noches en el cráter del volcán quiteño, y de la excursión al Sangay. El Ing. Wisse, por su parte, envió sus relaciones, que se publicaron en francés en las revistas científicas, una de ellas del Instituto de Francia y otra de la Academia de Ciencias de París. La traducción inglesa de la carta a Jameson se publicó en Edimburgo, en el *Philosophical Journal*. Pólit Lasso recuerda, en fin, que los académicos D'Orbigny y Hugaré propusieron por estas arriesgadas ascensiones científicas y por sus informes, el nombre de García Moreno como miembro de la "Société Géologique de France", en la que fue aceptado el 17 de noviembre de 1856. Su más íntimo deseo era continuar estos estudios a lo largo de su vida: "Cuando vuelva me ensayaré en hacer la monografía completa del Pichincha —dice en una carta desde Europa— y si sale buena, con los conocimientos que voy adquiriendo continuaré poco a poco con las de nuestros principales volcanes tan dignos de estudio y tan mal conocidos".

La permanencia de García Moreno en París, desde mediados de 1855 hasta fines de 1856, le permitió matricularse en la Sorbona, para realizar estudios intensivos de ciencias. Hizo allí estrecha amistad con Boussingault, quien le tuvo como alumno y le recomendó a varios profesores. Los cursos que siguió fueron: Física, con Mr. Despretz; Química, con Mr. Belard; Zoología, con Mr. Milne-Edwards; Análisis de Química Orgánica, con Mr. Boussingault; Algebra Superior, con Mr. Duhamel; Cálculo Infinitesimal, con Mr. Lefeboure de Foury; Mecánica Racional, con Mr. Sturm,

primero, y Mr. Puisieux, después. En el Jardin des Plantes recibía Mineralogía con D'Orbigny y Geología, con Hugard. Los trabajos de Laboratorio de Química los hizo con Mr. Pelouze.

Es interesante repasar en la correspondencia de García Moreno, publicada por el Dr. Llor, los datos sobre estos estudios en París; sobre sus prácticas de laboratorio; sobre su austero régimen de trabajo; sus conceptos sobre las materias estudiadas, sobre sus profesores, sus opiniones acerca de las posibilidades de poner en práctica sus conocimientos para el progreso del país, sus proyectos, etc. De la Física, por ejemplo, dice que es "ciencia tan hermosa... que ha hecho progresos tan considerables. Es verdad que ha tomado, como la Química, cierto aspecto algebraico por las fórmulas de que usa; pero eso contribuye muchísimo a darle todo el rigor de las deducciones matemáticas..." De sus maestros dice que "todos... son sabios de primer orden, conocidos por las obras que han publicado sobre los ramos que enseñan..." He aquí una relación sobre sus prácticas: "No estoy descontento con lo que he aprendido de Química. Me ejercito ahora en hacer análisis, y le confieso que no me ha constado dificultad seria para separar los diversos elementos de los minerales, pues conocía bastante la verdadera Química, es decir las propiedades de los cuerpos a fuerza de prepararlos. En la semana entrante principiaré a determinar las proporciones de cada elemento en las substancias que analice, o como se dice aquí, principiaré la *análisis cuantitativa*; y terminaré por la *análisis* de los cuerpos orgánicos. Poco es el tiempo; pero la voluntad lo suple todo; y aunque mi cuerpo está ya bastante fatigado, voy a redoblar mis esfuerzos..."

Realista en la observación, reconocía el atraso del país pero aminoraba sus grandes posibilidades. "Nuestra naturaleza es muy rica, pero no conocida —dice en otra carta—. Vivimos allí como ciegos, y muy posible es que el que tiene una linterna haga descubrimientos importantes". Y en otra se expresaba así: "Me baila en la cabeza el proyecto de fabricar allá ácido sulfúrico, sin el cual

no hay industria posible. Hace pocos días que oí a Monsieur Ballard, uno de los profesores de La Sorbona, que el grado de civilización de un país se podía medir con el número de litros de ácido sulfúrico que producía. Y por cierto tenía mucha razón. Así, nosotros nos hallamos en el grado cero”.

El escritor colombiano D. Vicente Restrepo ha dejado testimonio vívido del García Moreno, estudiante de ciencias en París. Dice así en sus “Apuntes autobiográficos”, citados por Gómez Jurado: “Entré al Laboratorio Químico dirigido por el sabio Pelouse, situado en la calle Damplun. El primer día que llegué a ese establecimiento, se me dio el puesto al lado de un hombre con quien tuve las más cordiales relaciones, a pesar de la diferencia de edades: el célebre ecuatoriano D. Gabriel García Moreno. El estaba entonces desterrado de su patria; y dedicaba su tiempo a estudios serios. Vestido con la blusa de obrero, él mismo armaba sus aparatos para la preparación de los cuerpos simples, la composición y descomposición de las sales, y la observación de las reacciones químicas. Tuvo la paciencia de enseñarme a doblar los tubos de vidrio, al calor de una lámpara; a limar y pasar los corchos, para adaptarlos a los frascos y redomas; y todas las manipulaciones preliminares... Desde temprano asistíamos al Laboratorio... Más de un año vivimos en la grata intimidad que produce la afición a la ciencia... García Moreno era hombre de vasta ilustración. Muchas veces le oí discutiendo con aventajados estudiantes, cuestiones de historia y de crítica literaria, o resolviendo problemas matemáticos. Su carácter levantado y sus profundas convicciones le hacían estimar de todos los que le trataban de cerca...”

Vuelto al Ecuador García Moreno fue electo, antes de los 35 años, como Rector de la Universidad, en la que creó las cátedras de ciencias exactas y química, materia ésta que dictó personalmente y en forma gratuita, y para la cual obsequió el laboratorio, aparatos y elementos que había traído de París. Senador en el Congreso de 1857, como Presidente de la Comisión de Estudios

presentó valiosos proyectos de reforma de la estructura educativa: supresión de la llamada "libertad de estudios", que consistía en facultar la inasistencia de los alumnos a clase, restableciendo en consecuencia la escolaridad; creación de un organismo técnico para dirigir la enseñanza, el Consejo General de Instrucción Pública; y fomento de la enseñanza de las ciencias en la educación media, universitaria y técnica. Preconizaba desde entonces las ahora llamadas profesiones intermedias, con argumentos que aún hoy son de gran actualidad. Anhelaba una "Escuela Industrial", un "Museo de máquinas", un "Instituto Politécnico". Pero el Congreso no acogió por desgracia el proyecto. He aquí algunos principios básicos de García Moreno sobre estos aspectos:

—“Es indispensable para el progreso de la República el establecer la enseñanza científica”;

—“La enseñanza superior de las ciencias requiere conocimientos preparatorios”;

—“La Universidad, tal como se halla actualmente organizada, es perniciosa a los intereses de la sociedad, porque la inútil multitud de médicos y abogados que salen de su seno, a falta de medios de subsistencia, adquieren la funesta afición a los empleos; y la nación se encuentra privada de inteligencias que hubieran sido útiles y productivas, si hubiesen cultivado otros ramos de mayor importancia, pero que desgraciadamente se pierden, porque no se han abierto a la juventud otras carreras que la jurisprudencia, medicina y teología”;

—Se debe “dispensar no sólo grados académicos, sino constituir profesores, lo que actualmente no sucede”;

—“La enseñanza secundaria científica comprenderá: 1º La aritmética, el álgebra, la geometría elemental analítica y práctica; la trigonometría rectilínea y esférica; principios de cálculo infinitesimal, de astronomía y mecánica; y el dibujo lineal. 2º Elementos de física y de química; nociones elementales de zoología, botánica, mineralogía y geología”.

—“La enseñanza científica superior será dada en la Facultad de Ciencias... y comprenderá las tres secciones siguientes: de matemáticas puras y aplicadas, de ciencias físicas, de ciencias naturales...”

—“En la Capital del Estado se establece una Escuela de Artes y Oficios, en la cual se formará un museo de las máquinas e instrumentos empleados en las artes; y se dará a los artesanos y obreros la enseñanza siguiente: de geometría, mecánica, de física y química aplicada a la industria y a la agricultura, de artes cerámicas, de economía industrial y de dibujo, etc.”

Ya como Presidente de la República, en su primera administración, García Moreno, al mismo tiempo que afrontaba la reforma del Ejército y del Clero, la reestructuración de la hacienda pública y el impulso de las obras nacionales con un ritmo desconocido hasta entonces, comenzó también la reforma educativa por él propugnada, en la que logró un enorme progreso, pero en el aspecto científico poco pudo hacer todavía, como por ejemplo encargar al Dr. Jamesson el estudio de la flora ecuatoriana; fundar en Quito la primera estación de investigaciones meteorológicas, a cargo de los jesuitas, y crear la “Academia Nacional”, primer intento para agrupar a sabios y científicos y estimular la investigación. A esta Academia perteneció, por ejemplo, el insigne geógrafo Villavicencio, que llegó a incorporarse con un trabajo de investigación, y construyó con ayuda gubernamental un Museo de Ciencias Naturales en la cima del Panecillo. Sin embargo, el propio García Moreno se manifestó inconforme con lo logrado: “La reforma a la instrucción pública —decía en 1864—, sin la cual el país será siempre lo que es, es decir nada, escolló porque tuvieron miedo de que yo hiciese estudiar a las generaciones nuevas”. Es interesante saber que aún estando de Presidente García Moreno se dio tiempo para ascender de nuevo al Pichincha, en el que encontró cambios que le indujeron a sospechar la proximidad de movimientos tectónicos de origen volcánico, intuición confirmada poco después con varios sismos.

Ya en la segunda administración pudo emplearse a fondo en el ideal de la reforma educativa, sobre el que tenía claras, proclamas y sólidas ideas:

—“Nosotros sembramos para el porvenir —decía—; y aunque no veamos la magnífica cosecha que la bendición de Dios hará recoger en nuestra Patria, tendremos el consuelo de ver sus primeras y olorosas flores y de haber puesto los medios necesarios para conseguirla”;

—“Mi principal anhelo por la ventura de la Patria es proporcionarle escuelas y caminos para cimentar la moral y traer el progreso y la civilización”;

—“Escuelas y escuelas ante todo, y nuestra hermosa patria aprovechará de los caminos, de la enseñanza científica, etc., porque tendrá moralidad y los medios de sacar ventajas de todos estos bienes. Para escuelas no nos faltarán recursos...”

—“La instrucción pública, condición esencial de la civilización y de la libertad del país, continúa siendo el más grato y constante objeto de nuestras aspiraciones”.

Su plan abarcaba la alfabetización, la enseñanza primaria, secundaria, técnica, superior, artesanal e indígena, y lo que logró fue mucho en todos estos campos, en los que la obra de García Moreno es titánica. En el aspecto científico podemos resumir su obra de 1869 a 1875 en los siguientes puntos:

1) Reorganización de la Escuela de Medicina en la Universidad Central;

2) Contrato con los sabios franceses Dres. Dominique Domez y Esteban Gayraud, para la enseñanza de la Anatomía y Cirugía; y con la Srta. Emilia Sion, para la de Obstetricia;

3) Adquisición de equipo e instrumental para la Escuela de Medicina;

4) Fundación de la “Escuela Politécnica”, el 3 de octubre de 1870, con 16 sabios profesores, jesuitas en su mayor parte, pero también seculares, para la enseñanza de ciencias (Menten, Wolf,

Sodirol, Dressel, Heis, Kolberg, Epping, Boetzker, Müllerdorf, Wenzel, Bougier, Claessen, Faller, Elbert, Guinewaldt y Housteter) que hicieron aproximadamente 63 publicaciones, entre tratados y monografías, básicos para el conocimiento científico del Ecuador. El mencionado grupo de jesuitas había emigrado de Alemania, con motivo de la persecución religiosa desatada por el Kulturkampf de Bismarck;

5) Creación, construcción y dotación del Observatorio Astronómico de Quito;

6) Gabinetes y Laboratorios completos de Física, Química, Mineralogía y Geología para la Politécnica;

7) Primeros museos de mineralogía, botánica y zoología ecuatorianos;

8) Primer Jardín Botánico;

9) Fundación de la Escuela de Artes y Oficios, el 9 de noviembre de 1871, para enseñanza técnica de profesiones intermedias;

10) Difusión del eucalipto y del piretro (el cultivo intensivo de este último sólo ha sido posible casi un siglo después);

11) Protección y apoyo a las investigaciones de los sabios alemanes Reiss y Stübel;

12) Contratos con los Arquitectos Reed y Schmidt para iniciar esta profesión en el Ecuador, y

13) Becas para estudios científicos a los alumnos más capaces que carecieran de medios económicos suficientes.

De las mencionadas iniciativas, las más trascendentales han sido la Politécnica, el Observatorio Astronómico y la Escuela de Artes y Oficios, hoy llamado Colegio Central Técnico. Estos dos últimos celebran sus cien años. Aquella, a pesar de la obra descollante de sus profesores (en especial de las investigaciones geográficas del Dr. Wolf y de las botánicas del P. Sodirol), prácticamente feneció después del asesinato de García Moreno, al no obtener del Presidente Borrero el apoyo debido. Pero alcanzó a

forjar un grupo valioso de técnicos ecuatorianos, que mantuvieron en alto la antorcha de la investigación y la preocupación por el progreso de las ciencias, entre ellos el Ing. Alejandrino Velasco. Un hijo suyo, el Presidente Dr. José María Velasco Ibarra refundó la Escuela Politécnica en el presente siglo, entidad que ha significado un jalón fundamental en el progreso tecnológico del país y que cada día crece y se prestigia más. La Politécnica contemporánea celebró en 1970 el primer Centenario de la fundación garciana.

El Departamento de Historia de la Universidad Católica, establecido a mi iniciativa, organizó también, para celebrar el Centenario de la Politécnica, bajo la autoría intelectual del P. Jorge Villalba, una exposición histórico-científica, que reunió objetos, instrumentos, retratos, publicaciones, muestras, planos y mapas relacionados con la proteica labor que en sus breves años de vida realizó el instituto creado por García Moreno. La Exposición tuvo magníficos resultados y fue visitada por miles de personas. Próximamente la Academia Nacional de Historia, en su acreditado "Boletín", publicará un estudio del mismo P. Villalba, que presenta por primera vez la bibliografía completa de los sabios politécnicos, cuya contribución al conocimiento científico del país fue fundamental, y habría sido mayor si no se hubiera suprimido la primera Politécnica en 1876.

En realidad, la infausta muerte del sabio y enérgico gobernante el 6 de agosto de 1875 fue una de las más aciagas frustraciones de nuestra historia, pues se suspendieron la radical transformación tecnológica que auspiciaba para el país, y obras de envergadura, que habrían significado medios de prodigioso desarrollo para el Ecuador, un salto adelante que le hubiera permitido anticiparse en el desarrollo industrial y no permanecer dolorosamente en el subdesarrollo. Con razón el Dr. Gabriel Cevallos, ex-Rector de la Universidad de Cuenca, en su "Historia del Ecuador" dice: "Nada nuevo nació sobre el cadáver de la víctima. Los

victimarios eran gentes sin capacidad política, sin destino histórico, sin arrestos para entregarse luego a reconstruir una patria, según ellos en bancarrota. Los asesinos se dieron a la fuga o buscaron la miseria del subterfugio legal para salir libres de la pena. Eso fue todo: un crimen vulgar, el más vulgar de los crímenes, exaltado por unos a la categoría de delito político, levantado por otros a la excelsitud de un acto redentor de la patria. La grave verdad fue que el crimen paralizó la marcha histórica del Ecuador durante varios lustros”.

Entre los proyectos en marcha que García Moreno había previsto y que quedaron detenidos o postergados con su muerte podemos mencionar los siguientes:

a) Convertir al Ecuador en productor y exportador de azúcar: buena parte de sus estudios científicos en Francia estuvieron dedicados a este plan;

b) La carretera Quito-Riobamba-Pallatanga-Milagro-Guayaquil: la construyó hasta algo más allá de Riobamba, y ha sido necesario un siglo para completarla;

c) El Ferrocarril Guayaquil-Quito: lo terminó el General Eloy Alfaro treinta y dos años después;

d) La vía Quito-Alóag-Santo Domingo de los Colorados-Chone-Bahía: trazó la ruta, por encargo de García Moreno que quería iniciar en seguida la construcción, el P. Menten, profesor de la Politécnica: sólo cien años más tarde ha sido construída, exactamente por la misma ruta;

e) La colonización de la zona de Santo Domingo de los Colorados, realizada sólo en el presente siglo. Allí debió estar la Escuela de Agricultura que iban a regentar los benedictinos europeos, proyecto definitivamente yugulado con el asesinato.

f) La inmigración de colonos europeos: Argentina, Brasil y Chile se beneficiaron de esa inmigración desde fines del Siglo XIX. El Ecuador prácticamente quedó al margen de las corrientes migratorias, que al ser iniciadas entonces nos habrían permitido ca-

nalizarlas hacia acá y tomar ventaja sobre otras naciones sudamericanas;

g) La fabricación de ácido sulfúrico, apenas en proyecto cien años después: ¿seguimos "en el grado 0º de la civilización"?;

h) La prospección arqueológica del Ecuador: las conversaciones para este objeto con el Prof. Bastian, de Berlin, se suspendieron por el asesinato. Cuatro lustros después iniciaría estos estudios González Suárez.

NOVIEMBRE DE 1971

(El dibujo que encabeza este artículo corresponde al patio de la Escuela Politécnica, en 1875).

BIBLIOGRAFIA

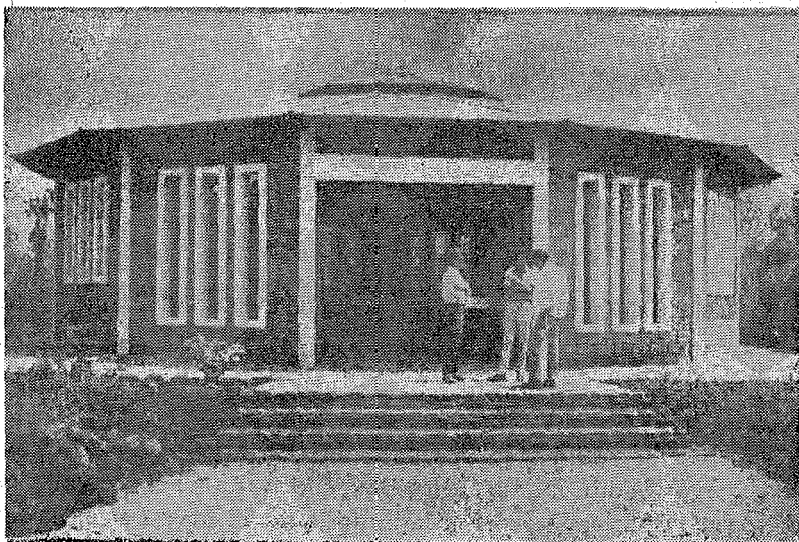
- AGRAMONTE, Roberto:
1935 Biografía del dictador García Moreno.- Cultural S.A., La Habana.
- CEVALLOS GARCIA, Gabriel:
1967 Historia del Ecuador.— Editorial Don Bosco, Cuenca.
- GOMEZJURADO, S. I., Severo:
1955 Vida de García Moreno.— Tomo II, Editorial El Tiempo, Cuenca.
- LOOR, Wilfrido:
1960 Cartas de García Moreno.— 2º Tomo, 2ª Edición, Editorial Vida, Guayaquil.
- PATTEE, Richard:
1944 García Moreno y el Ecuador de su tiempo.— Editorial Jus, México.
- POLIT LASO, Manuel María:
1887 Escritos de García Moreno, Tomo I, Quito.
- TOBAR DONOSO, Julio:
1940 García Moreno y la instrucción pública.— Editorial Ecuatoriana, Quito.
- VILLALBA, S. I., Jorge:
1971 Centenario de la Primera Escuela Politécnica (Bibliografía de los Padres Politécnicos).— (Artículo inédito, próximo a aparecer).

La Estación Biológica "Charles Darwin" y la Protección de la Biota Galapaguina

Del 22 de octubre al 2 de noviembre del presente año, hicimos una nueva visita a la Isla Santa Cruz, donde funciona la Estación Biológica "Charles Darwin" y la importante Reserva Ecológica con su flora y fauna autóctonas. Esta visita la realizamos con motivo del Tercer Curso de Ciencias Naturales del Archipiélago, organizado y dictado en la Estación Biológica. Asistimos como invitados para dictar materias de nuestra especialización, el Dr. Tomás Feininger, geólogo de la Politécnica Nacional y el autor de estas líneas, Dr. Misael Acosta Solís, geobotánicos forestal y conservacionista. La invitación nos fue hecha directamente por el Director de la Estación Biológica, Dr. Peter Kramer.

Durante nuestra visita pudimos apreciar los adelantos materiales y construcciones realizadas en la indicada Estación después de 1966, así como los trabajos en favor de la protección de la Naturaleza, trabajos que se realizan en todas las islas, como recomendamos los que formamos la Comisión Científica Nacional de 1937, al Gobierno de entonces.

Después de nuestras últimas visitas de 1964 y 1966, la Estación "Charles Darwin" ha ganado mucho en cuanto a construcciones, adquisición de materiales de laboratorio y sobre todo, con trabajos de investigación científica tanto en la gea, la flora y la



Criadero de tortugas, un nuevo edificio octogonal de la Estación Biológica "Charles Darwin", en Santa Cruz, Galápagos.

fauna; en microbiología de suelos, conducta de ciertos animales, biología y sismología, etc.

Durante los últimos cuatro años se ha terminado de construir los siguientes edificios: el Centro Criadero de Tortugas, un edificio octogonal (ver foto) con las condiciones bioclimáticas necesarias para la cría y observaciones de la vida de las tortugas gigantes del archipiélago; este edificio está provisto de una iluminación cenital adecuada, con refugios y el agua necesaria para las pequeñas crías; está localizado entre el camino que va de la playa al "barranco".

El Comedor y sala de conferencia, situada en las orillas del mar y en plena playa basáltica, es otro edificio nuevo de la Estación; tiene una amplia vista hacia la bahía.

Las casetas para los sismómetros, constituyen nuevos adelantos para el centro insular de investigaciones científicas; uno de

estos edificios está en la parte alta de los terrenos de la Estación y está bien consultado para el objetivo.

El laboratorio de investigaciones tal como está ahora, queda o está muy reducido para el desarrollo de los trabajos científicos que allí se vienen realizando, por parte de científicos de diversas nacionalidades, ahora la cantidad de material está bastante acumulado junto con los materiales de laboratorio, muestras de trabajo y la biblioteca; pero esto será por pocos meses más, porque ya está aprobada la construcción de un nuevo edificio para la Dirección, quedando el anterior, mucho más amplio, para Biblioteca y Museo de la naturaleza galapaguina, que tanta falta ha venido haciendo; por lo cual nos alegramos mucho; pero desde ahora sugerimos que además de los muestrarios y especímenes a exhibirse, se presenten tres o cuatro dioramas con paisajes ecológicos de los pisos altitudinales de la parte superior y con un paisaje de uno de los volcanes; en el diorama de la vegetación superior, se presentará la asociación de *Scalesia* y *Psidium*, que es lo más típico, así como el piso de los helechos y *Miconia*. Esta recomendación lo hacemos en vista de que la mayoría de los turistas que visitan Galápagos, no suben a la parte superior y menos a las cúspides de los cerros; entonces esta gente puede tener una impresión general observando los dioramas dentro de grandes vitrinas, como se presentan en los grandes museos de Historia Natural de Chicago, Nueva York, San Francisco, etc. Un buen museo de Galápagos en la Estación Biológica de la Isla Santa Cruz, llenaría todas las curiosidades de los cientos de turistas que actualmente visitan el archipiélago, al propio tiempo que serviría de enseñanza viva para los estudiantes que están frecuentando Galápagos.

Otro asunto importante observado durante la última visita a Galápagos, fue el conocer que el respectivo Departamento del Ministerio de Agricultura (momentáneamente llamado de la Producción), tiene personal encargado de la vigilancia de las Reservas Bióticas de las diferentes islas, las que en conjunto constituyen un

solo Parque Nacional. Este personal trabaja en mutua colaboración con la Dirección de la Estación "Charles Darwin". Los inspectores y ayudantes están constantemente vigilando en las reservas para que no se destruya la flora y la fauna indígenas, al propio tiempo que vigilan y protegen los nidos y crias de los quelónidos; se encargan de eliminar la población dañina de chivos, puercos y burros naturalizados desde el primer tercio del Siglo pasado.

Por otra parte, los inspectores del Parque Nacional de Galápagos se encargan de divulgar entre los colonos y habitantes del archipiélago, la necesidad de conservar la naturaleza silvestre, es decir, la conservación de los habitat ecológicos, como necesidad científica y humana y como conservación de los paisajes que impresionaron e inspiraron al autor del "Origen de las especies", Darwin.

La Estación Biológica, hace conocer sus actividades en el país y el exterior por medio de un Informe mimeografiado y por medio de sus valiosas Contribuciones de investigación que realizan los científicos allí o con materiales remitidos desde Galápagos. En el último Boletín o Informe, N° 23, correspondiente a los meses de Mayo a Agosto, constan los trabajos que ahora se están realizando, la lista de los científicos visitantes y los proyectos inmediatos.

CURSO DE CIENCIAS NATURALES EN EL ARCHIPIÉLAGO DE COLÓN

Del 25 de Octubre al 6 de Noviembre del presente año, se realizó en la Estación "Charles Darwin", situada en la Isla Santa Cruz, el **Tercer Curso de Ciencias Naturales del Archipiélago de Colón**, curso dictado por especialistas de la propia Estación y por científicos invitados especialmente para este Curso, como el Director de este BOLETÍN DE INFORMACIONES CIENTIFICAS,



*Paisaje típico y representativo de Galápagos, Ecuador: cactúceas
arbóreas y tortuga gigante.*

Dr. M. Acosta-Solís y el Dr. Tomás Feininger, profesor de Geología de la Politécnica Nacional. El Curso fue dictado a 48 maestros de las escuelas del archipiélago (de Isabela, San Cristóbal, Santa Cruz y Floreana) con el objeto de adiestrarles en la enseñanza de las Ciencias Naturales y de manera especial en la flora, fauna y gea del propio archipiélago.

El Curso fue organizado por la Dirección de la Estación "Charles Darwin" y por la Rectoría del "Colegio Galápagos" de Santa Cruz. Para este Curso, el Director de la Estación, Dr. Peter Kramer prestó todas las facilidades necesarias para su buen éxito: biblioteca, laboratorios, profesores especializados de la Estación y movilización del profesorado asistente.

Con el curso dictado recientemente, son tres los que se han realizado en Galápagos: en 1966, en 1968 y el de 1971; los dos primeros fueron realizados durante la administración del Ex-Director Dr. Roger Perry. Es indudable el provecho que el profesorado de escuelas y colegios obtienen con los cursos de perfeccionamiento dados; por lo mismo, estos cursos deben seguir, sino anualmente, por lo menos cada dos años, además que el Ministerio respectivo reconozca los créditos necesarios a los maestros que reciben, para su respectiva hoja de servicios.

Por este curso y por la labor desarrollada por la Estación Darwin, la Dirección del Boletín de Informaciones Científicas de la Casa de la Cultura, extiende su sincera felicitación a sus directivos y organizadores.

ESTUDIO SOBRE LAS ORQUIDEAS DE GALAPAGOS

El naturalista Daniel Weber, de Neuchatel, Suiza, está realizando un estudio amplio sobre las Orquídeas de Galápagos, con los patrocinos del Fondo Nacional Suizo y del naturalista Dr. Jean G. Baer, también de la Universidad de Neuchatel.

El señor Weber está en Galápagos desde 1965 y durante todo este tiempo ha recorrido, coleccionado y estudiado las orquídeas en sus propios habitats, en isla por isla, observando la época de floración, su morfología y sus varios otros aspectos biológicos, como el mecanismo de la fecundación, ciclo vegetativo, número cromosómico de algunas de ellas y hasta la composición de las tierras que sostienen al vegetal. Cada especie está representada por el respectivo material de herbario, la lámina de la especie y los detalles dibujados y fotografías a colores y en blanco y negro. El estudio de campo ha sido hecho en las nueve siguientes islas: Fernandina, Isabela, Pinta, Pinzón, Rábida, San Cristóbal, Santa Cruz, Santa María y San Salvador. El número de especies y variedades de orquídeas encontradas por el botánico Weber es el de 14, las mismas que están siendo descritas por especialistas en la materia, principalmente por el Dr. Leslie A. Garay, miembro de la Universidad de Boston, E. U. A.

Los géneros encontrados de orquídeas en Galápagos, según Weber, son: **Cranichis** (2 especies), **Epidendrum** (1 especie), **Erythrodes** (1 especie), **Govenia** (1 especie), **Hobenaria** (3 especies), **Ionopsis** (1 especie), **Liparis** (1 especie), **Ponthieva** (1 especie), **Prescottia** (1 especie), **Tropidia** (1 especie); total 13 especies y una variedad en **Epidendrum**. Esta información orquidológica de Galápagos, es muy interesante, no solamente para la Taxonomía, sino especialmente para la flora de Galápagos, que hasta poco, era desconocida con esta familia botánica y sobre todo por la magnífica acumulación de datos ecológicos que acaba de realizar el naturalista Weber.

**Este libro es propiedad de la Biblioteca
Nacional de la Casa de la Cultura
SU VENTA ES PENADA POR LA LEY**

