

EL HOMBRE Y LOS CAMBIOS AMBIENTALES EN AMERICA DEL SUR

SOBRE EL DESARROLLO DE LOS FACTORES
CAUSANTES DE MODIFICACIONES NEGATIVAS
DEL MEDIO NATURAL DE AMERICA DEL SUR

por el Dr. HILLGARD O'REILLY STERNBERG

Del Center for Latin American Studies, Institute of International Studies,
University of California, Berkeley

Un resquebrajado hoyo en Chuquicamata, en el desierto de Atacama, proporciona una impresionante evidencia de la eficacia del hombre para alterar el rostro de la tierra cuando se dedica a la extracción de los materiales de la corteza. Me refiero, por supuesto, a la mina a tajo abierto perteneciente a la Anaconda, de donde se han extraído, desde que empezaron las operaciones en 1915, más de 350 millones de metros cúbicos de roca. Menos espectacular, quizás, pero ciertamente no menos significativo en lo que al volumen y al valor de los materiales se refiere, es el descascaramiento del suelo de las tierras de América del Sur debido a fuerzas de la naturaleza que el hombre ha desatado o intensificado.

La erosión y el empobrecimiento del suelo artificialmente inducidos se han observado y comprendido desde hace ya mucho tiempo. En 1585, un misionero al describir Sao Vicente en la costa del Brasil hacía notar que "fue un puerto hace tiempo... pero con el flujo de agua y tierra proveniente de los cerros, se ha obstruido el canal; las naves no pueden atracar... y debido a que las tierras se han vuelto estériles y ya no existe el puerto, se está despoblando" (ANCHIETA, 1946).

En realidad, mucho antes de la llegada del hombre con su tecnología y aun antes de su tardía preocupación por la conservación de los suelos, los habitantes de Los Andes se habían dado cuenta de los riesgos que significaba el cultivar laderas con demasiada pendiente y construyeron un complicado sistema de terrazas agrícolas. El ejemplo no fue seguido y es sólo últimamente que, aquí y allá, se han hecho esfuerzos serios para controlar la erosión. Sería poco realista suponer que dados tales esfuerzos, de aquí en adelante, sólo puede esperarse un continuo mejoramiento de esta situación.

En verdad, puede anticiparse un aumento de la erosión en las bien regadas montañas de Colombia si se continúa con el procedimiento puesto ahora en práctica de plantar café al descubierto, reemplazando la tradicional y protectora costumbre de plantarlo bajo los árboles (URIBE, 1966).

La erosión acelerada es el más demoledor efecto de las actividades humanas que se descarga sobre los suelos de América del Sur. No es sorprendente, entonces, que se haya extendido la preocupación sobre el problema, y años de experimentos han producido una apreciable cantidad de conocimientos sobre el tema. La mayoría de los cambios pedológicos inducidos por el hombre son menos sensacionales aunque localmente muy importantes, *e.g.* la formación de "cat-clays" en las Guainas como resultado de drenajes y la recuperación de tierra. El papel del hombre en otros cambios ocurridos en el suelo es menos claro: puede ser significativo en un lugar, y completamente nulo en otro. Un posible ejemplo es la exposición al aire de la plintita (plinthite) y la resultante formación de costras ferruginosas, observable en vastas áreas de Sudamérica.

Lo dicho anteriormente es una muestra de los muchos problemas que se plantean cuando se observa el impacto de las actividades humanas sobre el suelo. Sin embargo, los suelos

a su vez son solamente uno de los numerosos factores inter-actuantes del sistema ecológico. Añádase a la complejidad y diversidad del medio ambiente la inagotable variedad de la intervención humana. Puede ser deliberada y con amplia publicidad, como la construcción de un túnel transandino para llevar agua desde la cuenca del Amazonas a los desiertos costeros del Pacífico... O puede ser involuntaria y pasar inadvertida en el momento de ocurrir: por ejemplo, introducción de una planta exótica que invadiera miles de kilómetros cuadrados; o de un protozoo capaz de destruir comunidades enteras.

A veces, cada acción produce un cambio directo, inmediato y observable en el paisaje, por ejemplo, la nivelación de los cerros en Río de Janeiro. Otras veces, la relación es menos directa, pero aún puede ser fácilmente identificada. Sin embargo, más menudo los resultados de la acción del hombre son mucho más sutiles e indirectos. Pueden permanecer inadvertidos por décadas, y consecuencias aparentemente inofensivas se acumularán gradualmente hasta llegar a niveles ecológicamente críticos, como en el caso de la contaminación del agua y aire.

En vista de los innumerables y disímiles factores que deben ser considerados y los múltiples efectos retroactivos que se producen entre (esos factores) ellos, no es posible catalogar todas las situaciones potenciales que conducen a la modificación del ambiente por el ser humano. Tampoco sería posible, dado el limitado espacio, intentar siquiera presentar un esquema coherente de las categorías principales en que tales situaciones pueden agruparse. Por lo tanto, este capítulo debe considerarse sólo como ilustrativo en lo que se refiere a la selección de los problemas y sus métodos de estudio.

Antigüedad y magnitud de la población aborígen

Parece existir la errada idea, muy extendida, de que el hombre no se había hecho presente en América del Sur antes de la Conquista por el tiempo suficiente como para producir cambios significativos. Concediendo que se conoce muy poco de la época prehistórica en cuestión, el hecho es que la fecha de aparición del hombre en Sudamérica ha sido progresivamente corrida hacia atrás. Actualmente, es posible establecer que alrededor de 10720 ± 300 B.P. había ya avanzado hacia el extremo sur del Continente (RUBIN & BERTHOLD, 1961). Sin embargo, a través del fechaje por el Carbono 14 de fragmentos quemados de huesos, encontrados en el occidente de Venezuela, se ha llegado a fijar en 16375 ± 400 B. P. la cacería de mamíferos, ahora extinguidos, en las costas sudamericanas del Caribe (ROUSE & CRUXENT, 1963). Se puede especular, en efecto, sobre el papel que jugaron los primeros habitantes en el exterminio del mastodonte, del perezoso, del caballo indígena y de otros mamíferos ya desaparecidos.

Una subestimación del número de aborígenes que, en la época del contacto, vivía en las tierras bajas y en las moderadamente elevadas planicies de Sud América puede llevar

a minimizar su impacto en el paisaje. Esta subestimación se basa a menudo en una cadena de suposiciones y que puede demostrarse con el caso de la región del Amazonas. La premisa parece ser que esta vasta sabana ecuatorial es relativamente homogénea, desde el punto de vista de una base ecológica para el ser humano. Una segunda suposición es la de que el patrón cultural determinado por el ambiente, cuya uniformidad refleja, debe ser el de una horticultura trashumante. Se postula finalmente, que esta forma de agricultura es incompatible con grandes concentraciones de población —sugiriéndose un límite máximo de 1.000 personas para cada comunidad— y que el agotamiento de los suelos obliga a las comunidades indígenas a adoptar una existencia nómada (Meggers, 1960). Un defecto básico en esta clase de razonamiento es el predominio de desenfrenadas generalidades. Una mínima distinción debe hacerse en la región del Amazonas y es aquella del habitat existente en las planicies y el de las regiones altas. LATHRAP (1966) convierte esta dicotomía en la base para dos diferentes tipos de ocupantes. Las tierras bajas del Amazonas las vé sosteniendo grandes poblaciones sedentarias que vivían del cultivo intensivo de especies de raíz profunda (?) combinado con la pesca y la caza de mamíferos acuáticos y reptiles. En contraste, se ven las tierras altas atravesadas por pequeños grupos de indígenas nómades que practicaban una agricultura simple y relativamente improductiva, apoyándose especialmente en la caza de especies terrestres y arbóreas.

Sin embargo, aún el cultivo móvil no obliga necesariamente a una baja concentración de población. Un estudio de los indios Kuikuru del Brasil Central, establece que si existen límites para el tamaño de la comunidad éstos no tienen relación con el abastecimiento de alimento (Carneiro, 1961). Que este gran número de aborígenes vivió en bien organizadas comunidades esencialmente sedentarias, tanto en los lugares lacustres como en las tierras altas, es cosa que está fuera de duda. En efecto, ahora disponemos de la evidencia para sustentar el argumento de que en S. América "bajo la supuesta flora primitiva (de América tropical) yacen lugares de culturas muy avanzadas" (SAUER, 1958). Nada prueba este aserto más elocuentemente que ciertos lineamientos descubiertos en varios lugares de las praderas tropicales en Sudamérica.

Ya en 1879 O. A. Derby había fijado su atención en grupos de montículos elípticos u ovals encontrados en la isla Marajo, en la boca del Amazonas. Treinta o cuarenta años más tarde y a miles de kilómetros de distancia, en la olla de un afluente, Erland NORDESKIOLD (1916) describió las complejas construcciones y canales del área del Majos, en el nordeste de Bolivia. Dedujo que estos montículos habían sido levantados para permitir la siembra de cereales que no podrían haberse sembrado en tierras inundadas gran parte del año. El factor que tuvo la densidad de la población aborígen en estos trabajos, no parece haber sido totalmente comprendido hasta la década actual, cuando los montículos,

vías y surcos del área del Majos fueron reexaminados (DENEVAN, 1962, 1963, 1966, PLAFKER, 1963) y restos similares fueron descubiertos en terrenos pantanosos del norte de Colombia (PARSON & BOWER, 1966) del oeste de Ecuador y de la costa de Surinam (PARSON & DENEVAN, 1967). Solamente en la depresión del Monpós en Colombia, en un conjunto de canales, lagos y pantanos que forman el río San Jorge y el río Cauca al unirse al Magdalena, pueden apreciarse más de 30.000 hectáreas de tierras así elaboradas. La función precisa de esta topografía artificial es aún materia de especulación. Algunos canales similares en Tanzania, Africa, construidos en pantanos que se secan en el verano, están diseñados para proteger las siembras y cultivos (DESHLER, 1967).

Está probado que, combinando las proteínas proporcionadas por la pesca y la caza en los mares y en los pantanos, con los hidratos de carbono producidos en las plantaciones, pudo mantenerse una población de considerable densidad. En el área del río San Jorge, por ejemplo, se ha estimado que si se cultivaran al mismo tiempo todas las tierras aptas para la agricultura, sería posible mantener una población de más de 150 personas por kilómetro cuadrado (PARSONS & DENEVAN, 1967). Dado que una densidad de este orden sería excepcional en relación con la generalidad de las estadísticas para Sud América, la posibilidad de que aún las limitadas áreas tropicales serían capaces de sustentar tanta gente, sugiere la necesidad de un reajuste de opiniones comúnmente mantenidas acerca de la densidad de la población aborígen primitiva.

Típico es el aserto, ampliamente, considerado, de A. L. KROEBER, quien infiere una densidad media de 0,1 por kilómetro cuadrado en territorios que quedaban fuera de los límites del imperio Inca, al cual asignaba tres de los cuatro millones de habitantes estimados para toda Sud América y una pequeña parte de América Central (KROEBER, 1939). Evaluaciones de este orden de magnitud aparecen chocantemente bajas cuando se comparan con las cifras suministradas por los primeros cronistas y gobernantes o con los informes eclesiásticos de la época.

Pero tales documentos fueron considerados frecuentemente como irreales y exagerados. Hecha la decisión de "rechazar la mayoría de ellos como falsos" (KROEBER, 1939), los cálculos acerca de la población aborígen al tiempo de la conquista debieron atenerse a datos considerados válidos en fechas posteriores. Una importante fuente de error para establecer tales datos es la falla en reconocer la asombrosa disminución de nativos que tuvo lugar a la llegada de los conquistadores peninsulares. Existen algunas observaciones razonablemente documentadas acerca de la exterminación de aborígenes en las centurias que siguieron a la conquista, y, de hecho, en nuestros días. Aquí encontramos un elocuente testimonio de la declinación de la población india bajo el impacto de la introducción de enfermedades y del cruel tratamiento infligido por los civilizados, quienes, a veces, no

vacilaron en emplear una política de exterminio (Ver, por ejem. SIOLI, 1955).

La influenza, el sarampión y la viruela están consideradas como enfermedades introducidas capaces de producir efectos devastadores en las poblaciones vírgenes y no inmunizadas. También parece evidente que el Nuevo Mundo estaba libre de malaria hasta antes de la conquista. Un nuevo punto de vista sobre el problema de la introducción de esta enfermedad se basa en la presunción de que ciertos polimorfismos genéticos están asociados con la malaria, por ejemplo el creciente acuerdo de que los conductores de la célula enferma están protegidos contra la infección (ver referencias en MOTULSKY, 1964). En tanto que los organismos que producen la enfermedad en el hombre están ampliamente diseminados, las diversas anormalidades de la célula-roja que parecen haberse establecido genéticamente en el ambiente de la malaria, están distribuidas en mucho menor número. Recientemente, F. L. DUNN (1965) basándose en la investigación de los monos neotropicales, ha descubierto que solamente después de 1492 el "plasmodium" fue introducido en el nuevo mundo. Si esta afirmación es correcta, tenemos aquí un cambio enteramente significativo en las condiciones de vida; el hombre precolombino puede haber vivido en gran número en regiones desiertas hoy día a causa de su insalubridad.

A la luz de la información obtenida en diferentes campos de investigación, que ahora se trae a colación, se estima que considerar una población de seis millones de habitantes, para las regiones costeras tropicales en la época de la conquista, es aún una cifra modesta. Esta es la cifra proporcionada por DOBYNS (1966), cuyos cálculos bastante moderados están de acuerdo en lo esencial con BORAH's (1064) indicando que la población india del nuevo mundo antes de la conquista puede haber alcanzado "sobre los cien millones de habitantes".

Cualquiera que haya sido el volumen de la población precolombina, fue bastante numerosa y había habitado sudamérica el tiempo suficiente como para evolucionar desde el estado salvaje hasta una vida humanamente organizada. El hombre del oeste fue capaz de aplicar nuevas herramientas poderosas que transformaron el medio orgánico e inorgánico. Pero, el más poderoso instrumento de todas las épocas ya estaba en las manos del hombre americano en la edad de piedra. Este instrumento fue el fuego.

Tierra del Fuego

El "gran número de fogatas" observado por Magallanes durante el histórico paso del estrecho que lleva su nombre, hizo llamar a esta región la Tierra del Fuego. El nombre podría haber sido apropiado para todo el continente. En efecto, por miles de años, los hombres han estado poniendo al nuevo mundo en la hoguera y convirtiéndolo en una tierra del fuego.

cae fuera de este informe. El segundo problema es técnico. Se refiere a la Naturaleza y a la extensión que ha experimentado el uso del fuego para transformar los terrenos. Aquí también existe un amplio número de opiniones. No es sorprendente, si consideramos las numerosas interrelaciones y la insuficiente investigación llevada a cabo acerca del papel desempeñado por el fuego en el conjunto suelo-planta-animal.

Obviamente, las características y la conducta del fuego y el impacto que los incendios producen en las modificaciones del ambiente, variará mucho según las características botánicas y climáticas de diferentes regiones. Así, por ejemplo, "la combustibilidad potencial" es excepcionalmente baja en las regiones costeras de clima tropical, mientras que es alta en las praderas y en los bosques de coníferas (BACHTELDER Y HIRT, 1966). Además, aún en las tierras bajas ecuatoriales, muy húmedas y con gran densidad anual de lluvias, el empleo del fuego para crear nuevos campos de cultivo, o para destruir rastrojos y hierbas parásitas, está sorprendentemente generalizado.

El asunto es saber si la extremada acción ejercida por medio del fuego en los bosques de rulo, en los bosques de coníferas y en las sabanas y praderas, ha sido capaz de producir cambios irreparables en la vegetación de América del Sur. El argumento más controvertido y el más importante, dado que se refiere a una región muy extensa, es el que tiene relación con el origen de las sabanas tropicales. Pese a que algunos autores aún acuden al antiguo concepto de "clima de sabana", la mayoría de los investigadores de hoy día, tiende a dar mayor importancia a los factores humanos, especialmente, al uso del fuego hecho por el hombre. Dado que el asunto de las sabanas es materia para otros capítulos, no necesitamos insistir más ahora. En cambio, la atención debe ser dirigida a otras regiones que en el pasado fueron lugares de gran vegetación, por ejemplo a una de las más extensas regiones del Brasil.

Esta región abarca desde el lluvioso Amazonas hasta el semidesértico noreste y las secas planicies del oeste central. Se la conoce como la *Zona dos Cocais*, o "Zona de las Palmeras" y está cubierta casi en su totalidad de palmeras babassu (*Orbignya speciosa*) y posee además, gran abundancia de las variedades *Copernicia*, *Mauritia* y *Euterpe*. La antigüedad de la influencia del fuego no ha sido establecida en las *cocais*, como se ha hecho con las "cerrado", cuyos restos carbonizados fueron hallados bajo las sabanas al fundarse Brasilia (BERGER Y LIBBY, 1966). Por otra parte, un observador digno de crédito, ha presenciado la reforestación, en el curso de 18 o 19 años, de una nutrida plantación de babassu (PIRES, 1964), en lo que él describe como el "lugar de selva virgen".

Esta observación inclina a confirmar la hipótesis de que el uso del fuego, en combinación con el cambio de cultivos, ha dado la preferencia a las plantaciones de palmeras babassu (ARENS, 1956). Ciertamente que la naturaleza y las características de esta especie tienen una importancia excepcio-

nalmente alta en su supervivencia en relación con los incendios. Las semillas están protegidas por una gruesa caparazón, un incendio podría quemar el exterior sin destruir la semilla. Al tiempo de germinar, el cotiledón empuja la plantita hacia abajo, dentro de la protección de la tierra, allí, luego de penetrar cerca de medio metro en el suelo, el joven tallo se vuelve hacia arriba y da origen a una nueva palmera. Pocas especies están tan bien equipadas para hacer frente al desafío del fuego, el que, según el decir corriente en Maranhao, "es saludable para las babassu" (AUBREVILLE, 1961). Puede inferirse que esta robusta palmera, una vez que se ha observado su hegemonía en una región afectada por el fuego varias veces en menos de diez años, en el curso de las centurias, puede haberse convertido en la especie dominante en las vastas tierras de palmeras adyacentes a los bosques del Amazonas, donde el fuego es habitual en numerosas ocasiones. Cuanto tiempo pudo tomar dicho proceso es difícil de conjeturar. Vale tener en cuenta que el fuego ya afectó a la vegetación en las planicies del oeste central, unos 300 años antes de Cristo, como ha sido probado en Brasilia a través del Carbono 14.

Es probable que aparezcan fechas aún más antiguas, a medida que se estudien más materiales, después de todo, se sabe que el hombre del lago Santa usó el fuego, en lo que ahora es una región de "cerrado" hace unos 10.000 años (HURT, 1964).

La extinción de los bosques atacados por el hombre

A pesar de la cantidad relativamente grande de cenizas y carbón acumulada durante los años en las cercanías del lago Santa, el efecto que la recolección de madera para cocinar los alimentos tuvo en la vegetación, no fue quizás muy importante. El empleo del fuego por el hombre primitivo para acorralar la caza, pudo haber afectado la vegetación en forma mucho más intensa. El uso del carbón vegetal aumentó después de la conquista, cuando la recolección de madera para el fuego y la fabricación del carbón se convirtieron en la causa principal de la destrucción de la vegetación. Un ejemplo que vale la pena hacer notar es el perdido de madera de las fábricas de Pernambuco, el consumo de madera hecho por estas fabricas durante cientos de años, con el agregado de la destrucción de árboles para preparar tierras donde cultivar la caña de azúcar, fue causa de que la *Zona da Mata*, "tierra de los bosques" tenga ahora de tal sólo el nombre.

Otra actividad que contribuyó en gran parte a la destrucción de los bosques en América del Sur, es la metalurgia. Como Suiza, Brasil ha desarrollado una importante industria de acero y de hierro basada en el carbón vegetal (localizada especialmente en Minas Gerais, cerca de los minerales de hierro). Por mucho tiempo la industria permaneció reducida, siendo conocida como la siderúrgica de "ancas de burro" a causa de que el carbón vegetal era transportado por

burros. La metalúrgica del carbón, tanto la grande como la mediana, ahora coexisten con el consumo del carbón coke y las plantas eléctricas. El consumo del carbón vegetal en Minas Gerais en el año 1963, fue del orden de las 90.000 tons. y el carbón de fundición es traído por camiones de carga que forman largas caravanas de vehículos.

Las locomotoras a carbón han sido también otra causa de la destrucción en gran escala de la vegetación en América del Sur. Aún el empleo de ferrocarriles Diesel y Diesel eléctricos, el daño causado ha sido irreparable. Además de las empresas que pueden consumir cientos de miles de metros cúbicos de madera y carbón por año, una gran destrucción de madera ha sido también el resultado del consumo de los pequeños y medianos consumidores. Aunque el uso del carbón vegetal ha sido reemplazado gradualmente por el uso de la parafina y del gas licuado, tanto en las áreas rurales como en los pequeños poblados, gran parte de la población más pobre de América del Sur, aún recurre a los braseros de carbón o rústicas chimeneas de leña. En ninguna parte se ve un anacronismo tan grande como en las ciudades capitales por ejemplo, en Río de Janeiro, donde al principio de la presente década aún existían 280 bodegas de venta de carbón (MAGALHAES, 1961).

La producción de carbón vegetal convierte a los bosques en rumas de madera y sacos de carbón. Una batida parecida de los bosques ocurre cuando se efectúan roces para despejar terrenos con el fin de preparar tierras de labranza o pastoreo, o cuando la sierra de los aserraderos transforma los bosques en vigas, por ejemplo, los bosques de *Araucaria*. Por otro lado, parte de la explotación de los bosques tropicales en Sudamérica ha sido discriminativa, especies raras y valiosas fueron eliminadas, mientras la fisonomía general de la vegetación permanecía inalterada. Al principio del siglo XVI, BARLOW (1932) pudo escribir acerca de "la abundancia del árbol llamado brasyl", pero este árbol ya no existe, después de que medio continente lleva su nombre y ha desaparecido de los bosques. El caso de la *Caesalpinia echinata* no es único. Ejemplos de extinción de especies producida por la explotación selectiva pueden aplicarse a la mayoría de los diversos tipos de plantas y en toda Sudamérica desde la montaña peruana donde el Amahuaca es trabajado bajo el nombre de Cedro español (*Cedrela sp*) (CARNEIRO, 1964) hasta la costa sureste del Brasil donde las fábricas de "palmitos" están extinguiendo al *Euterpe edulis*.

En todo aspecto, las distintas actividades del hombre desde los tiempos prehistóricos, han estado en contra de la existencia de los bosques. La proporción en que la destrucción de los bosques ocurre ha aumentado en todas partes y en algunos lugares es aterradora. No menos de dos millones de hectáreas de bosque han sido destruidos durante la última década en la jurisdicción de la corporación del valle del Magdalena en Colombia, principalmente para hacer lugar a campos de sembradío y pastoreo (FAO, 1966). En el estado

de Paraná se calcula que la región de la *Araucaria angustifolia* abarcaba 180 mil kilómetros cuadrados antes de la colonización. Hacia 1950 se estimaba que se había reducido a la mitad, habiendo sido destruidos unos 50.000 km. cuadrados posteriormente, a 1930 (MAACK, 1953). Un estudio piloto efectuado en el corazón de la llamada región del pino del Paraná, indica que esta especie habrá desaparecido para 1970. Este cuadro de peligro inminente pintado para Paraná (HEINS DIJK, SOARES & HAUFE, 1960) tiene docenas de contrapartidas para toda América del Sur.

Sin embargo, en algunos lugares, los hombres han dedicado sus energías para oponerse a esta destrucción. Ha sido, en efecto, la misma magnitud de la destrucción perpetrada por los ferrocarriles y las plantas siderúrgicas y el porvenir que veían ante sí de quedarse sin carbón para combustible, el que produjo los primeros trabajos importantes de reforestación.

Una empresa ferrocarrilera de São Paulo había plantado en 1960, 46.500.000 eucaliptus, otras empresas le siguieron, ahora se estiman en 1.200.000.000 la totalidad de estos árboles. En forma similar, una compañía siderúrgica en Minas Gerais inició un programa de reforestación que es quizás el mayor del mundo, basado en *Eucaliptus*; el último éxito obtenido es el de tener alrededor de 300.000.000 de árboles sembrados en 110 o 120 mil hectáreas (ANDRADE, 1961). Otros países sudamericanos empeñados en la reforestación extensiva con eucaliptus son: Argentina, Uruguay, Chile y Perú. Desde el punto de vista de la transformación del ambiente, la adaptación del eucaliptus a las condiciones que prevalecen en los Andes ha sido realmente notable. En Perú, por ejemplo, han sido plantados 8 millones de eucaliptus (*E. Globulus*) en tres mil hectáreas, en las laderas de los cerros erosionados y sin vegetación, solamente durante los tres últimos años (HERATH, 1967).

Además de algunas reforestaciones con *Araucaria angustifolia*, se está prestando creciente atención en el Brasil a las coníferas exóticas, especialmente a la *Pinus elliottii*. El pino de Monterrey (*P. radiata*) ha resultado un gran éxito en Chile donde se han plantado alrededor de 250.000 hectáreas (FAO, 1965). En toda Sudamérica se está empleando la reforestación experimental, gran parte de ella con coníferas extranjeras, lo que prepara una transformación del medio vegetal en el futuro.

La introducción de especies extranjeras ha producido muchos cambios profundos. Estos no se limitan a los relativamente recientes cambios obtenidos por la reforestación, sino que abarcan una amplia gama, desde las plantas alimenticias y de forraje, hasta los cultivos industriales sin hablar de las plantas parásitas, las cuales no han sido muy tomadas en cuenta en la literatura botánica de Sudamérica.

Las plantas foráneas de allende los mares no han sido las únicas que se han introducido, deliberadamente o por accidente, dentro del sistema ecológico existente. Muchas

especies indígenas han sido llevadas de una parte a otra del continente. Un ejemplo lo tenemos en el Cacao, llevado desde el Amazonas a la lluviosa costa del sur de Bahía (y subsecuentemente al norte de Espíritu Santo).

Se calcula que hay ahora en Bahía cerca de 450.000 hectáreas productoras de Cacao (VASCONCELLOS Y ALVIM, 1967). Algo parecido ha sucedido con la *Hevea Brasiliensis*; la plantación de goma de la empresa Firestone, por ejemplo, establecida en Bahía en 1956 cerca de Itubera, ahora tiene cerca de 1.500 hectáreas (su propiedad tiene una extensión de 10.000 hectáreas) dedicadas al cultivo de la goma.

Aunque una de las cosas que más llena de orgullo al hombre actual en lo que se refiere a la flora, son sus plantaciones, no es imposible que los indios americanos puedan haber intervenido en la distribución de especies individuales aún antes de la llegada de los europeos. Que el *Theobroma Cacao* fue cultivado en algunas regiones del noroeste de Sudamérica, para luego ser desalojado por la selva, está indicado por los descubrimientos de una expedición investigadora del cacao, a lo largo de varios afluentes superiores del Amazonas, en Colombia.

La preferencia de los indios por la semilla del cacao blanco pudiera explicar también la amplia divulgación de esta especie (BAKER, 1952; BAKER, 1953). A causa del primitivo uso de las semillas del *Hevea*, se cree que los indios americanos cultivaron el árbol de la goma en las proximidades de sus poblados y llevaron la semilla con ellos en sus emigraciones, provocando la hibridación de esta planta (BALDWIN, 1947). Esta interesante hipótesis no ha sido aún refutada (SHULTES, 1956).

Dispersión artificial de las especies y destrucción

La extinción de los bosques ha tornado a grandes regiones de S. América inhóspita para algunos animales, mientras que ha favorecido a otros. En algunos bosques del estado del Espíritu Santo, originalmente cubierto de hermosos bosques autóctonos y transformados hoy en parajes áridos y colinas erosionadas, los xerophytes parecen haberse multiplicado en el suelo empobrecido. En vista de esta observación hecha en 1961 durante los trabajos de labranza en la región del Baixo Guandu, la aparición en esta región de una clase especial de pájaros carpinteros, originarios del semiárido nordeste del Brasil, hace aparecer este hecho como muy significativo (RUSHI, 1961).

La fauna extranjera que invade el ambiente alterado por el hombre, puede actuar por sí misma como un agente acarreador de mayores modificaciones y contrarrestar el éxito de la nueva vegetación. Tal sucesión de hechos se infiere al explicar la distribución del *Araucaria angustifolia* en el territorio de Misiones, en Argentina.

La creencia de que la diseminación de la semilla pesada de este árbol se deba a la urraca azul (*Cyanocorax sp.*) (FRITH, 1966), sugiere que la predilección de esta ave por los parajes artificialmente creados, podría explicar la abundancia de

Pinos del Paraná en terrenos fértiles, creados artificialmente por los cultivadores.

Pueden ocurrir profundos cambios en la fauna misma cuando los animales se aventuran en nuevos ambientes creados por el hombre. El caso del pinzón brasileño del género *Oryzoborus* y del *Sporophila* puede servir de ejemplo. Mientras que apenas hay algunas variaciones indicadoras de cruzamiento en el pasado, últimamente la hibridación parece haberse vuelto más frecuente. Un ornitólogo cree que este hecho puede reflejar el doble impacto de las actividades del hombre en la región del sur del Brasil. Primeramente, la abolición de barreras arbóreas, permitiendo el contacto entre especies diferentes. En segundo lugar, la disminución de individuos de ciertas especies para la procreación (en parte como resultado de una caza específica). A falta de compañeros de su misma especie, algunas aves podrían haberse cruzado con individuos de otras especies (SICK, 1963).

Ciertamente, hay mucho campo de investigación en lo que concierne al papel del hombre en la acción de poner fin al aislamiento de las especies animales en América del Sur. En algunos casos, por supuesto, no ha sido meramente un desmoronamiento de las barreras alrededor de la organización de las especies, sino que una transformación de la organización en sí misma. Algunas especies han sido aniquiladas, otras están al borde de la extinción.

La múltiple y creciente destrucción de la fauna, como consecuencia de la llegada de los europeos, no es resultado solamente de las nuevas técnicas de pesca y caza, sino que de una diferencia de objetivos. La pesca y la caza se han convertido en negocios.

Es casi imposible exagerar la extensión del enorme destrozo hecho en la fauna sudamericana, llevado a cabo para satisfacer las demandas de plumas, pieles, cueros y carne, o como parte de la supresión de las campañas en contra de los depredadores. Mucha de esta destrucción tiene lugar en lo que parecían ser regiones vírgenes y salvajes, como el Amazonas. De acuerdo con publicaciones oficiales, bajo el rubro de "cueros y pieles de mamíferos salvajes, serpientes y lagartos", en el año 1963, la selva peruana exportó 235.514 unidades (WATSON, 1964). Por supuesto, un apreciable número de caza continúa siendo consumido por la población o es enviado a los mercados locales, como el de Iquitos, donde la carne de mono, serpiente o tucán se vende corrientemente. Otro factor no menos importante en la ruina de la fauna es la exportación de animales vivos (45.960 unidades fueron embarcados desde la selva en 1963). En efecto, viéndose los exportadores incapacitados para despachar todos los pedidos de animales para experimentación, se ha llegado a la asombrosa conclusión que la excesiva demanda de los laboratorios científicos está contribuyendo a la extinción de la fauna amazónica y puede ocasionalmente acarrear la extinción de ciertas especies (HELTNE, 1967).

Otra forma de extinción puede ser ejemplarizada con el caso de las truchas criollas de Chile y Argentina (*Genus Percichthys*) la cual ha estado extinguiéndose ante el ataque de que

han sido víctimas por los salmones introducidos artificialmente en sus aguas. Gran daño puede producirse, en efecto, con la importación de fauna extranjera, si las especies nativas son incapaces de competir o resistir el ataque de las especies traídas de fuera.

La ganadería y los campos de pastoreo

De los diferentes animales traídos a América del Sur, ninguno ha tenido tanto efecto en la flora y la fauna autóctona como el ganado del viejo mundo, especialmente vacunos, ovejas y cabras. La mayor parte de estos efectos ha resultado de la modificación de las tierras de pastoreo o de la creación de otras nuevas.

El ganado vacuno, introducido en diferentes regiones de los nuevos dominios españoles y portugueses, se multiplicó y se extendió por las vastas tierras que tenían a su disposición: los llanos del Orinoco, los campos del Brasil y las pampas del Plata. Con la creciente demanda de carne de los países industriales extranjeros, la ganadería pasó a ser un buen negocio de valor creciente. Por otra parte, el empleo de las tierras como campos de pastoreo había establecido una línea de conducta en la creación y mantención de los campos de forraje. En este sentido, los pastos podían ser: 1) naturales o seminaturales, 2) el resultado accidental de las tierras agotadas, 3) el objetivo más o menos inmediato y esencial perseguido al someter los bosques al roce. Además, a veces, se hacen cosechas periódicas, seguidas de períodos en los cuales la tierra se deja para la producción de pasto, sistema que se emplea en América del Sur en muy pequeña escala.

Muchos de los campos de pastoreo que encontraron los europeos, mostraba en varios e indeterminados grados, las actividades de la población precolombina, especialmente de aquellas relacionadas con el uso del fuego. Después de la introducción del ganado del viejo mundo, los incendios se sistematizaron como resultado de la quema de malezas y pasto seco y del hecho de permitir el crecimiento de hierbas de forraje.

Aun sin considerar el uso del fuego, los destrozos ocasionados por el ganado, al pastar, deben haber modificado enormemente las tierras existentes. Hace más de cien años, se observó, en las húmedas pampas del Este argentino, que el ganado vacuno y las ovejas estaban extinguiendo los pajonales y favoreciendo así el crecimiento del pasto para pastoreo (AZARA, 1943). Por otra parte, en las regiones más áridas del oeste de las pampas, se ha producido el efecto contrario, las especies más alimenticias han disminuido ante el avance de las malezas. Este contraste ha sido explicado a base de factores no sólo de ambiente sino que culturales, tales como la diferente proporción de cruzamientos y la penetración de especies exóticas, las cuales habrían mejorado la calidad de las praderas del Este (ROSEVEARE, 1948).

Con respecto a la segunda situación sugerida, es decir, a la creación de nuevos campos de pasto en las tierras abandonadas de cultivo, ya en 1824, el botánico francés SAINT HILAIRE,

hablando de Minas Gerais, describía cómo la destrucción de la vegetación por el uso del fuego podía producir la invasión de helechos y pastos. Una transición frecuente entre esta segunda situación y la siguiente, ocurre cuando las tierras agotadas se destinan deliberadamente a la producción de pasto, tal conversión ha sucedido en la mayor parte de las tierras cultivadas en el pasado.

Con respecto a la tercera forma de tratar la tierra, en la cual el principal objetivo es la preparación de las tierras para crear nuevos campos de pastoreo, algunos años de cultivo bastan para dejar las tierras preparadas para el pastoreo. Existen contratos entre los ganaderos y los labriegos que se dedican casi profesionalmente a este tipo de cultivos, referentes al número de años que una región arbórea puede ser explotada antes de devolverla a sus dueños convertida en tierra de pastoreo.

Con la importancia creciente de la ganadería, existe la tendencia a acortar esta fase de cultivo y aún a eliminarla, con el objeto de transformar inmediatamente las tierras en campos de pasto. En el recientemente creado *municipio* de Paragominas, por ejemplo, se han establecido 126 haciendas ganaderas desde 1960 en las florestas del estado de Pará, hechas accesibles por el tren elevado Belem-Brasilia (MECOR, 1967), mientras que grandes regiones de los bosques y "cerrados" del Mato Grosso se rozan y entregan al pastoreo, luego de una brevísima actividad agrícola.

La distribución de las praderas en América del Sur es compleja y en permanente estado de cambio. En tanto que los ganaderos preparan nuevos campos, se preocupan de conseguir especies que den mayor rendimiento. Los informes acerca de las virtudes de algún pasto "nuevo" alcanzan gran profusión, pero un pasto que es considerado excelente un año, debe tal vez ser descartado al año siguiente. Así, en una región regada por un tributario del Amazonas en el sur del Matto Grosso, donde la selva fue eliminada durante la última década, se sembró una variedad de Pangola (*Digitaria decumbens*). Aunque a menudo esta especie había sido considerada como la planta forrajera del futuro para los húmedos trópicos, en esta región demostró ser propensa a las enfermedades. Después de probar con gran número de pastos, incluyendo la variedad de Pangola conocida como la Taiwan A-24, los ganaderos han introducido ahora la *Brachiaria brizantha*.

Un gran número de estos pastos para reemplazar las selvas y cultivos agrícolas viene del Africa, como en el caso de la *Digitaria decumbens* y la *Brachiaria brizantha*. En este sentido, podríamos hablar de una "africanización" en muy extensas áreas de América del Sur. Leer una lista de los nombres de los pastos usados para la ganadería, es evocar Africa: Guinea (*Panicum maximun*), Angola (*P. purpurascens*), Sudán (*Sorghum sudanense*), Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), Elephant (*P. purpureum*), y Rhodes (*Chloris gayana*). Al difundir variedades nuevas, Brasil aparece con mucha frecuencia como un campo de experimentación donde especies del viejo mundo, traídas intencionalmente o por

casualidad ganan más y más terreno. El Brasil, como otros países de Sudamérica se ha visto envuelto en un proceso de mezcla de especies, el que incluye a los pastos. Esto implica un intercambio, por ejemplo, en el Brasil el *Axonopus scoparius* es conocido como venezolano o colombiano y el *A. compressus*, como grama misionera o grama argentina.

El pasto de la melaza (*Melinis minutiflora*) como el Guinea y el Angola, se cree que fue traído a Sudamérica desde el África. Por otra parte, de vez en cuando se ha creído que es un pasto indígena. Se dice que el *Hyparrhenia rufa* (WHYTE, MOIR Y COOPER, 1959), fue traído de África pero OTERO, 1961, asegura que es de origen indígena. Aunque el *H. rufa*, traído de África, es uno de los pastos más empleados en Sudamérica, se lo conoce con el nombre nativo de Jaragua. Se puede especular acerca del nombre y descubrir la influencia de las regiones y del tiempo. En Brasil, el toponímico Jaragua, viene de Tupi y ha sido traducido bien curiosamente —consideremos el aire colonial de estas expresiones— como “las tierras del amo” o “el propietario del valle” (SAMPAIO, 1928).

Aunque la consecuencia más importante de la introducción del ganado ha sido la de los cambios que ha efectuado en el medio, el ganado ovejuno y caprino ha desempeñado un papel más localizado, ecológicamente hablando. Ha sido observada, por ejemplo, deterioro de la vegetación en las costas caribeñas de la península de Paraguaná, Venezuela, la cual se atribuye a los rebaños de cabras, igualmente como el empobrecimiento de la flora y fauna de las islas galápagos, frente a la costa del Ecuador. En algunas otras regiones de Sudamérica, las ovejas, más bien que las cabras, han sido la causa principal del empobrecimiento de la vegetación. Encontramos ejemplos notables en la Patagonia y Tierra del Fuego, como asimismo en las regiones andinas.

En algunas regiones de los Andes, rebaños de animales domésticos nativos han ejercido un cambio notable en el ambiente, aún en los tiempos precolombinos. Como dice CIEZA DE LEON (1864) “antes que los españoles conquistaran este país, había grandes cantidades de ovejas en estas montañas, de la variedad propia de este país (llamas) y una aún mayor cantidad de *huanacos* y *vicuñas*. Pero los conquistadores han matado tantas que ahora quedan muy pocas”. Existió, en efecto, en la era precolombina, gran cantidad de rebaños de llamas. Si muchas comunidades indígenas poseían cerca de 16.846 cabezas de llamas, como indica el consejo de Xuli en 1567, deben haber producido grandes estragos en las tierras circundantes. En efecto, se decía en el cercano municipio de Hilauí, que, en tiempos del Inca “No había pasto suficiente para tantos animales” (MURRA, 1965).

Contaminación del ambiente

Si la expresión rebaño se aplica a la congestión de gente como resultado de la urbanización, podríamos decir que el

hombre difiere de las congregaciones animales “por el empleo de técnicas especiales que hacen sobrepasar el rebaño y producen congregaciones excesivamente pobladas” (AUDY, 1962). El notable crecimiento rural y urbano que experimenta Sudamérica queda demostrado por el hecho que en el Perú, durante el último período (1940-1961) la población urbana mostró un crecimiento del 122%, en contraposición con la población rural que aumentó en un 37% (SMITH, 1963). El resultado más importante de esta emigración hacia las ciudades, en Sudamérica, es que esta migración da origen a grandes ciudades donde la concentración masiva de población va acompañada de industrialización. Algunos de los efectos que tiene esta industrialización y que trascienden los límites de las zonas urbanas son el envenenamiento del aire y del agua.

La contaminación del agua fresca como resultado de la aglomeración urbano-industrial tiene un ejemplo en la ciudad de São Paulo (pob. 5 1/2 millones), el más grande conjunto de manufacturas en América del Sur, con sus treinta o cuarenta mil fábricas. Los exámenes muestran que en varias oportunidades, la demanda biológica de oxígeno (BOD) del río Tieté a sus tributarios que fluyen a través de la ciudad podría ser considerada normal para un sector urbano alcantarillado (MEICHES, 1964). En septiembre de 1963, cuando el río Tuamandateí tenía un flujo de 0,8 m³/sec, estaba recibiendo un 0,6 m³/sec de aguas servidas, además de un 1,9 m³/sec de desagües industriales, es decir, una parte de agua y tres de desechos (HESS, 1964). Esta es la misma corriente de agua que el concilio local trató de proteger en fecha tan antigua como 1591, cuando prohibió el uso del veneno para usar en la pesca, en las aguas de este río (HOLANDA, 1957).

Una gran parte de la contaminación de las aguas en Sudamérica tiene su origen en las industrias tradicionales tales como la de las refinерías de azúcar y de alcohol. En el lluvioso litoral del nordeste, el hecho de que el flujo de las aguas disminuya precisamente cuando aumentan las aguas servidas provenientes de la refinación del azúcar, aguas extremadamente nocivas, hace esta circunstancia mucho más grave. Crustáceos y peces, que dieron un tiempo gran reputación a Pernambuco, han desaparecido en gran parte, si no del todo. Las especies Anadromous, como el taiha, (genus *Mugil*) han experimentado enormes pérdidas en las contaminadas aguas. Finalmente, la contaminación ha llegado hasta el mar donde causa gran daño a la fauna marina.

La contaminación de las aguas del litoral es un hecho uniforme en la proximidad de todas las grandes ciudades costeras en Sudamérica, pero se ha hecho muy poco para estudiar la importancia ecológica del deterioro del ambiente. Es ciertamente muy grande en el caso de la Bahía de Guanabara, rodeada por el área metropolitana de Río de Janeiro.

Aunque fue la tercera ciudad en el mundo que instaló una planta de purificación de aguas servidas, no ha sido posible

contener la contaminación de las aguas. En la bahía desaguan las aguas servidas correspondientes a una población de cuatro millones, se calcula que diariamente las aguas servidas de los sectores residenciales y comerciales alcanzan a 182.000 Kg. BOD, y del sector industrial, 160.000 Kg. Un informe reciente resume la situación: los pedidos de oxígeno para el agua de la bahía hechos por los agentes comisionados que tienen a su cargo esa área (DES/ESI, 1964). Que a veces un complejo encadenamiento de efectos toma lugar antes que los efectos de la contaminación química y orgánica sean manifiestos, lo tenemos en el caso del bien conocido fenómeno de las "aguas rojas" que sucede en ciertas partes de la bahía y que extermina gran cantidad de peces (SOARES, 1964).

Aún sin considerar los efectos químicos y biológicos de la contaminación acuática, el solo hecho de arrojar al agua grandes masas de materiales, aunque sean no contaminados, puede resultar perjudicial. La descarga de desechos de la mina de cobre Toquepala en el Perú, ha transformado el río Lucumba en una horrible corriente de color plomizo, desde el lugar donde recibe los desechos hasta su desembocadura en el mar, 20 Km. más lejos. De las sesenta mil toneladas de desechos que se arrojan a la corriente diariamente, 45 o 50% son sólidos en suspensión, principalmente SiO₂ en polvo. Sólo la turbiedad de las aguas, observable a dos millas de la costa, inhibe la actividad fotosintética, mientras que los desechos sólidos asfixian a los organismos que viven en el fondo de las aguas.

Las operaciones de la mina Toquepala han sido denunciadas por los plantadores de azúcar vecinos a causa de otra fuente de envenenamiento: la contaminación atmosférica. Igualmente, en Oroya, en los faldeos andinos de Perú, el humo de la fundición de la mina de cobre del cerro Pasco ha sido el causante de la exterminación de toda la vegetación en esa región (DREWES, 1957). Un representante de la mina Cerro de Pasco mientras reconoce que "a seis u ocho kilómetros de Oroya hay muy pocas granjas" rechaza la acusación de que los trabajos de fundición hayan causado daños en una región de 400.000 hectáreas, señalando como una evidencia el hecho que esta tierra, adquirida por la empresa, fue posteriormente convertida en "una de las haciendas ovejeras más grandes del mundo" (KOENIG, 1967). En ciertas localidades, condiciones meteorológicas particulares, pueden a intervalos, producir concentraciones deletéreas de lo que de otra manera hubiera permanecido difuso. Así, por ejemplo, hay evidencias de que a causa de inversiones de la temperatura, epidemias originadas en las áreas metropolitanas de Lima, Santiago y São Paulo, han tenido su causa en los últimos estratos de la atmósfera. El grado de contaminación alcanzado puede tal vez juzgarse por la cantidad de dióxido de sulfuro diluido en la atmósfera sobre el gran São Paulo, estimándose que alcanza a 1.000 tons por día (HADDAD, 1963).

La ausencia de lluvias y la difusión en la atmósfera pueden

hacer que la contaminación se extienda y afecte el ambiente a considerable distancia de las fuentes originarias de contaminación. Dado que la ruina de la flora puede ocurrir sin causas visibles, es posible inferir que la contaminación del ambiente ha sido la causa.

Cambios en los sistemas hidrológicos

Al quebrantar el sistema hidrológico en Sudamérica, el hombre no se ha limitado a contaminar las fuentes de agua, sino que ha cambiado el sistema de drenajes y ha creado lagos y canales. Todos los países sudamericanos muestran ejemplos de tales creaciones artificiales, pero la magnitud de algunos de estos trabajos sobrepasan a todos los anteriores. Tal es el caso del Proyecto de Desarrollo del Choco, el cual contempla la ruina de los ríos Atrato y San Juan, en Colombia y la interconexión de dos grandes lagos para hacer un canal destinado al tráfico interoceánico. El agua así reunida cubriría alrededor de 8.000 km², una extensión comparable con la del lago Titicaca. El interés que este proyecto ha levantado ha hecho surgir otros proyectos aún más ambiciosos, los cuales pretenderían crear una serie de lagos regionales, interconectando el Amazonas, Orinoco y el río de la Plata (PANERO, 1967). Este no es el lugar para discutir si algunos de los más audaces de estos proyectos de "grandes lagos" son factibles y aún justificables. Tampoco es necesario especular acerca del alcance ecológico y genético que producirían estas alteraciones geográficas. Ante el impacto producido en el ambiente por las actuales masas artificiales de agua ya en existencia, bien poco es lo que parece haberse hecho.

Una excepción es la de la instalación hidroeléctrica en el río Surinam. Con la obstrucción del Brokopondo Dam, en 1964, comenzó la inundación de 1.500 km² de floresta tropical. Un efecto fácilmente discernible de la transición entre un ambiente regado a uno estancado, fue la rápida extensión del jacinto acuático (*Eichornia crassipes*), esta planta se multiplicó extraordinariamente entre noviembre de 1964 y junio de 1965, cuando una verdadera masa flotante cubría cerca de 18.000 hectáreas. De igual manera, el helecho acuático (*Ceratopteris pteroides*) alcanza a ocupar una extensión de 12.000 hectáreas, estimándose que se había multiplicado en nueve veces su extensión habitual. La descomposición de una enorme masa de desechos orgánicos en las selvas sumergidas había reducido el oxígeno contenido en las aguas encerradas, produciendo un efecto catastrófico en las plantas acuáticas y en la vida animal. Aunque el excepcionalmente alto BOD inicial fue eventualmente reducido, el agua se contaminó a causa de la descomposición de los organismos que contenía. Este hecho puede hacer descender la productividad biológica del río Surinam en una gran extensión (GEIJKES, 1965).

La significación ecológica de los cambios hidrológicos es tal vez más notoria en las regiones áridas y semiáridas, en

Sudamérica, el caso más impresionante está en el desierto de las costas chileno-peruanas. Por el control de las aguas de algunos de los ríos que cruzan las planicies de la costa, el hombre precolombino fue capaz de crear un número de oasis productivo en lo que de otra forma hubiera sido una región árida. Parte de estas tierras regadas fueron abandonadas alrededor de 1200 A. D., una regresión que se ha explicado generalmente como efecto de un quebrantamiento político y social. Una interesante interpretación podría ser también el hecho de que la salinización del terreno se habría producido por extracción excesiva de agua del subsuelo y a causa del prolongado regadío sin un drenaje adecuado (ARMILLAS, 1961).

Esta circunstancia es ciertamente responsable del daño en las tierras irrigadas del Perú contemporáneo, como indica la agrimensión de 15 de los cincuenta y tantos valles de la costa: alrededor de 200.000 hectáreas se han perdido para la agricultura en la costa (OEA, 1966). La salinización y la pérdida del agua, en efecto, constituye un factor de importancia creciente en la limitación del crecimiento de la flora en, prácticamente, todas las latitudes de Sudamérica. En Patagonia, se estima en un 20 a un 30% las tierras agrícolas que han sido dañadas por acumulación de sal y otro 20% está siendo gravemente afectado en este momento (ROSELL, 1967).

Cambios del clima

El aumento del dióxido de carbón contenido en la atmósfera de la tierra desde 1880 se calcula que excede el 10% y se cree que influye en el aumento de la temperatura terrestre (MITCHELL, 1965). El hombre contribuye al aumento del dióxido de carbón en la atmósfera por el excesivo uso de la quema de bosques, la combustión de carbón y las operaciones de ciertas industrias tales como las plantas de cemento. Por la destrucción de los bosques, especialmente de los bosques tropicales, el hombre también favorece la concentración del CO₂ atmosférico pues destruye el mecanismo por el cual el gas carbónico es extraído del aire y el carbón repuesto en la vida vegetal.

Tenemos muy poco espacio para explayarnos acerca de los posibles cambios en la reserva de calor del planeta Tierra y a sus consecuencias biológicas. No es que tales cambios no estén en evidencia en la naturaleza de Sudamérica, sino precisamente porque ellos son de dimensiones planetarias más bien que continentales. Es apropiado, por otra parte, inquirir si existe algún signo que señale al hombre como causante de las desviaciones del clima, ya sea a un nivel regional o local.

El tema puede ser convenientemente dividido en dos grupos de materias, aunque la distinción entre ellas es a menudo vaga y su definición un asunto de énfasis. Uno hace hincapié en las alteraciones de la superficie de la tierra y sus posibles repercusiones en los fenómenos atmosféricos, el otro, se refiere directamente a las modificaciones del aire mismo.

Dado que la atmósfera recibe la mayor parte de su energía calórica por la rerradiación de la superficie de la tierra, cambios tales como la transformación de un bosque en un páramo tendrá una notable influencia en la graduación térmica del aire atmosférico. Que un cambio en la temperatura influirá más tarde en la efectividad biológica de la humedad atmosférica, difícilmente puede ser refutado. Pero no hay un consenso general acerca de si la posibilidad de alteraciones en la tierra puedan modificar el actual contenido de vapor de agua de la atmósfera en forma importante.

La creencia de que la cuota de lluvia de una región pueda ser afectada a consecuencia de cambios en la vegetación, ha sido refutada por los meteorólogos basándose en que prácticamente todas las lluvias son producidas por la evaporación de los mares. Sin embargo recientes investigaciones parecen rehabilitar en parte la antigua teoría. Respecto a regiones interiores de los trópicos, por ejemplo, se ha sugerido que el papel del vapor de agua del océano puede ser pequeño y más importante sería el papel que desempeña la evaporación-transpiración, lo que hace que la destrucción de la vegetación podría tener una influencia muy importante en la disminución de las precipitaciones regionales (FLOHN, 1961).

Una gran cantidad de literatura se ha escrito durante años acerca de la influencia de los cambios de la corteza terrestre sobre la temperatura, como la interpretan los observadores de la situación en Sudamérica. En el norte de Argentina, los informes meteorológicos de los últimos cincuenta años indican un aumento en la cuota anual de lluvias. Aunque concediendo que puede ser en parte explicado por una variación secular, SCHWERDTFEGER Y VASINO (1954, 1955) han sugerido que la creación de las pampas ha contribuido a este fenómeno, dado que la región del mayor incremento (5,5 mm/año) coincide con una gran expansión de la agricultura durante este período. La teoría es que, el cultivo de la tierra, al favorecer la permeabilidad, mantiene los suelos húmedos, gran disponibilidad de agua intensificaría a su turno la evaporación-transpiración. Se ha observado que, luego de una tormenta de lluvia, sigue un período frío con aire relativamente seco del sur que permanece por dos o tres días sobre la región, con sus campos de trigo, maíz y lino. Cargándose a sí misma, por así decir, con el agua expelida por las plantas, la atmósfera podría aumentar la cantidad de lluvias.

En oposición con esta teoría, se arguye que el aumento de las precipitaciones puede ser solamente aparente; sería el resultado de la no consideración de las lluvias en los primeros años del siglo (anteriores a 1920) cuando las lluvias pequeñas podrían haber sido no consideradas. Sin embargo, SCHWERDTFEGER (1967) señala que aún considerando esta objeción, sería necesario explicar una diferencia de 150 mm anuales. Más aún, en el centro y en el oeste argentino, las lluvias anuales, actualmente disminuyen en este período considerado. La explicación ofrecida por los autores para explicar esto es la destrucción de la vegetación primitiva, lo que provoca una mayor evaporación de la tierra desnuda.

Al alargar el período en el cual la tierra permanece seca, la acción del hombre se la considera como capaz de producir resultados opuestos a aquellos descritos previamente.

Juzgando por el ejemplo de Rosario (en la región donde los cambios muestran ser positivos) las cifras meteorológicas indican que, luego de un espectacular aumento de las precipitaciones, la cuota anual tiende a estabilizarse. Esto lo explica SCHWERTFEGER (1967) como el resultado del gran aumento de las plantaciones de cereales en el norte argentino.

El efecto que producen en el clima los cambios efectuados por el hombre, pueden diferir no solamente a causa de la diversidad de paisajes creados, sino también a causa de los contrastes en el ambiente biofísico, incluyendo los mecanismos propios responsables del clima en cada región.

La misma diversidad es evidente cuando nos volvemos al segundo grupo de materias relativas al papel del hombre en los cambios climáticos. Hacemos énfasis aquí en la alteración de la composición y de las características termodinámicas de la atmósfera. Una llamativa característica atmosférica en la cual el hombre parece tener una intervención considerable, es la espesa niebla que más o menos periódicamente vela grandes regiones en Sudamérica. Es razonable pensar que la contribución del hombre consiste en incorporar a la atmósfera grandes masas de partículas sólidas, materias oleosas y alquitranadas, además de gases capaces de producir el fotoquímico smog.

La existencia de esta niebla ha sido reconocida desde hace mucho tiempo y recibe diferentes nombres según las regiones. En Brasil se la conoce como la *névoa seca* (nieve seca), un estratificado manto que alcanza una elevación de tres o cuatro kilómetros y se extiende sobre una gran parte del país en los meses de agosto y septiembre (RATISBONNA, 1966). Aunque la composición de las materias en suspensión no han sido estudiadas, se presume que consisten principalmente en polvo-oleoso y de los productos de la combustión. Ciertamente, en el apogeo de la estación de los roces de bosques, cuando la visibilidad se reduce a menos de 100 metros, alguna clase de *névoa seca* podría bien ser llamada "neblina de humo" (RATISBONNA, 1966). Por otra parte, al sur del Brasil, la niebla, aunque no muy intensa, puede darse casi en cualquiera época del año. Aquí la falta de transparencia de la atmósfera puede deberse a la presencia de polvo que el viento trae de los áridos subtrópicos (RATISBONNA, 1966). Visibles desde muy lejos, las nubes de polvo que se levantan sobre la seca pampa argentina reciben un nombre sugestivo: *volcanes* (PREGO, 1962).

En relación a sus efectos sobre el balance calórico de los territorios subyacentes, una turbia capa compuesta de humo o partículas de polvo, tiende a producir dos resultados opuestos. Impide en forma considerable que la radiación solar alcance a la tierra y lo mantiene alejado de la superficie. Por supuesto, otras influencias pueden debilitar o reforzar el control térmico ejercido por la niebla. En el caso, por

ejemplo, de una cortina de humo cubriendo un gran incendio forestal, el calor de las capas más bajas de la atmósfera, apenas podría diferenciarse del calor del fuego.

La niebla producida por los incendios producen cambios en los moldes de temperatura, según ha sido informado en varias partes de Sudamérica. Una cubierta de este tipo abarcó toda Venezuela, desde el golfo de Maracaibo hasta los llanos del Orinoco. Los testigos presenciales hablan de "la atemorizadora anormalidad atmosférica" que los envolvía en "forma de una densa niebla", mientras que temperaturas desusadamente altas se registraban en todo el país: fue la famosa "*humareda*" de 1926 (KNOCH, 1926). Este año también es recordado en el vecino Río Negro-Río Branco, región brasileña, como un año excepcionalmente seco, durante el cual un gran incendio ardió por meses y destruyó la vegetación a lo largo del río Negro, se dice que el calor fue tan fuerte que aún los peces del río sucumbieron junto con las aves y la fauna terrestre (CARVALHO, 1952).

Si la frecuente presencia de la niebla sobre extensas regiones de América del Sur, puede tener alguna influencia en la cuota de las lluvias regionales, aparte de sus efectos sobre la temperatura, es al presente un tema de meras conjeturas. En relación a esto, recordamos un reciente escrito de BRYSON Y BAERREIS (1967) referente al noroeste de la India y el oeste del Pakistán. Los autores proponen la teoría de que la densa capa de polvo que cubre el área es un factor de importancia en la acentuación de la calma atmosférica y en consecuencia, en el decrecimiento de las lluvias. Ellos presumen que el polvo proveniente del desierto del Rajputana es producto en gran parte de la destrucción del ambiente hecha por el hombre. Muchas investigaciones será necesario hacer para probar los principales postulados de este sugerente artículo. Por otra parte, en vista de la acelerada erosión producida por el viento que caracteriza algunas partes áridas y semi-áridas de Sudamérica, la sola posibilidad que el hombre pueda incrementar este proceso de asolamiento resulta inquietante.

En el caso de la notable *humareda* de 1926, la persistente sequía que había reseca los llanos del Orinoco, terminó en intensas lluvias que siguieron al fuego, se atribuyó este papel catalítico a la niebla de humo (KNOCH, 1937). De hecho, la idea de que el fuego podía usarse deliberadamente para producir lluvias, parece haber sido una de las creencias de los nativos en diferentes regiones de Sudamérica. MARTIN DOBRIZHOFFER (1822) registra el hecho que los indios americanos tenían la costumbre de "pegar fuego a las llanuras, para producir lluvias, ellos sabían que el humo más espeso se convierte en nubes que hacen llover".

La creencia en una relación entre el fuego y la lluvia continúa siendo mantenida por algunos aborígenes y sus descendientes mestizos. Un indio del Matto Grosso y una pequeña comunidad de mestizos en el norte de Colombia suministra interesante ilustración al respecto. El primero, mirando a la nube de humo producido por el fuego que él había hecho

en el cerrado, dijo: Mi fuego hace llover (*meu fogo quase choveu*). Los segundos, creen que las nubes de humo de los incendios del fin de la estación seca llaman la lluvia. Tal vez esta creencia sea sólo un llamado a las fuerzas mágicas, como sugieren los antropólogos (REICHEL-DOLMATOFF, 1961). Pero el tema que el padre Dobrizhoffer deja para "la discusión de los filósofos" ha atraído en efecto la atención de los científicos.

Uno de los primeros trabajos en este sentido fue la *Filosofía de las Tormentas*, publicado por JAMES P. ESPY (1841). Congresos científicos contemporáneos han retornado a la idea de SPY de que "el estallido de grandes incendios hace llover" (WEICKMAN, 1960). La posibilidad de que los grandes incendios puedan estimular la formación de nubes productoras de lluvias se basa en las modificaciones directas de las características termodinámicas de la atmósfera (como también en la entrega de una apreciable cantidad de humedad y de una condensación nucleica potencial). La inestabilidad atmosférica de las bajas latitudes es tal que períodos críticos pueden ser dominados por el uso de más bien pequeñas cantidades de energía. El calentamiento de un sector de aire saturado puede proporcionar el impulso suficiente para iniciar una difusión del calor, mientras el calor latente, liberado del aire húmedo ascendente, hace el resto. En efecto, algunos meteorólogos parecen estar de acuerdo en que la difusión artificial del calor puede ser más prometedora en relación a los cambios climáticos, que la fabricación de nubes.

Se puede llegar a la conclusión, en este punto, de que nuestros conocimientos referentes a los procesos climáticos en América del Sur son suficientes como para hacernos pensar que el hombre está produciendo alteraciones ecológicas de importancia en el clima, pero son insuficientes para suministrar un conocimiento razonable de las reglas geográficas y de la exacta naturaleza y de la intensidad de estas desviaciones. En efecto, no todas las presuntas evidencias de cambios climáticos pueden ser tomadas en cuenta.

Así, por ejemplo, señales de modificaciones en el sistema hidrográfico de Sudamérica, que ha seguido a la colonización de nuevas tierras, ha inducido a numerosos autores a hablar de cambios climáticos. Aunque esta posibilidad no debería desecharse, es ciertamente una simplificación el atribuir cada disminución del cauce de los ríos a una disminución de las lluvias.

Una simplificación igualmente infundada es la de exagerar el efecto que produce la vegetación en la conducta de los grandes ríos. Por otra parte, si la destrucción de la vegetación conduce al empobrecimiento eventual del rico terreno vegetal de los trópicos, la amplitud de la corriente de los ríos puede aumentarse. La erosión acelerada lanza grandes cantidades de material erosionado dentro de los canales, esto obliga a las aguas a elevar su nivel y a desparramarse finalmente en un amplio lecho de desperdicios (STERNBERG, 1951).

Este hecho ha sido aprovechado en Sudamérica en diferentes actividades, incluyendo la minería, la cual además deja las colinas agujereadas y llenas de cicatrices y ha convertido las fértiles llanuras en desiertos cubiertos de guijarros.

Conclusión

Mirando desde el punto de vista de los cambios ambientales en Sudamérica que se deben a la mano del hombre, la perspectiva es inquietante.

El aspecto más alarmante de esta perspectiva es la falta de conocimiento y la casi general indiferencia con que se mira la reacción en cadena que ha puesto en marcha en nuestro sistema ecológico. Con tan pequeña cantidad de conocimientos sólidos, como disponemos ahora, los pronósticos tienen que basarse en los datos que podemos recoger del pasado. Y el pasado, en todo aspecto, es muy intranquilizador.

BIBLIOGRAFÍA

Anchieta, J., 1946 (1585), A Provincia do Brasil, Col. Bras. Divul. Doc. Min. Ed. Saude, Rio de Janeiro.

Andrade, E. N., 1961, O Eucalipto, Comp. Paul. Estr. Ferro. Jundiaí, S. Paulo, 2nd ed.

Arens, K., 1956, Reasons for the Occurrence of Dense Forests of Babacu Palms in the North of Brazil, 18th int. Geogr. Congr. Rio de Janeiro, Abstracts of Papers.

Armillas, P., 1961, Land Use in Pre-Columbian America in L. D. Stamp (ed.) A History of Land Use in Arid Regions, UNESCO, Paris, 255-276.

Aubreville, A., 1961, Etude écologique des principales formations végétales du Brésil et contribution à la connaissance des forêts de l'Amazonie Brésilienne, Cent. Techn. Forest. Trop., Nogent-sur-Marne.

Audy, J. R., 1962, The Social Aspects of Disease: Man Contrasted with Other Animals, Proc. 9th Pac. Sci. Cong. 1957, 17:155-158.

Avé-Lallement, R., 1859, Reise durch Süd-Brasilien im Jahre 1858, F. U. Brockhaus, Leipzig.

Azara, F., 1943 (1847), Descripción e Historia del Paraguay y del Rio de la Plata, Edit. Bajel, Buenos Aires, 3d, ed.

Baker, R. E. D., 1952, Anglo-Columbian Cacao-Collecting Expedition in A Report on Cacao Research, Imp. Coll. Trop. Agr. Trinidad, 8, 29.

Baker, R. E. D.; F. W. Cope; P. C. Holliday; B. G. Bartley & D. J. Taylor, 1953, The Anglo-Columbian Cacao-Collecting Expedition, Imp. Coll. Trop. Agr. Trinidad, 8, 29.

Baldwin, Jr. J. T., 1947, Havea: a First Interpretation, J. Hered., 38: 54-64.

Barlow, R., 1932 (1540-41), A Brief Summe of Geographie, The Hakluyt Society, London.

Batchelder, R. B. & F. H. Hirt, 1966, Fire in Tropical Forests and Gasslands, Techn. Rep. 67-41-ES, U. S. Army Natick Lab. Natick.

Berger, R. & W. F. Libby, 1966, UCLA Radiocarbon Dates V, Radiocarbon, 8: 467-497.

Borah, W., 1964, America as Model: The Demographic Impact of European Expansion upon the Non-European World, Actas y Mem. XXXV Congr. int. Am. Mexico 1962: 379-387.

- Bryson, R. A. & D. A. Baerreis, 1967, Possibilities of Major Climatic Modifications and their Implications: Northwest India, a Case for Study, *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 48: 136-142.
- Budowski, G., 1966, Fire in Tropical Lowland Areas, Paper presented at 5th Tall Timbers fire Ecol. Conf. Tallahassee, Florida.
- Carneiro, R. L., 1961, Slash-and-Burn Cultivation among the Kuikuru and its Implications for Cultural Development in the Amazon Basin in J. Wilbert (ed.), *The Evolution of Horticultural Systems in Native South America*, Soc. Cienc. Nat. La Salle, Caracas.
- Carneiro, R. L., 1964, Loggong and the Patron System among the Amahuaca of Eastern Peru, *Actas y Mem. xxxv Congr. int. Ame. Mexico 1962*: 323-327.
- Carvalho, J. C. M., 1952, Notas de Viagem ao Rio Negro. Mus. Nac. Rio de Janeiro.
- Cieza de León, P., 1864 (1553), *The Travels of Pedro de Cieza de León*, A. D. 1532-1550 The Hakluyt Soc. London.
- Denevan, W. M., 1962, Informe Preliminar sobre la Geografía de los Llanos de Mojos, Nordeste de Bolivia, *Bol. Soc. Geogr. Hist. Sucre*, 47: 91-13.
- Denevan, W. M., 1963, Additional Comments on the Earthworks of Mojos in Northeastern Bolivia, *Amer. Antiq.* 28: 540-545.
- Denevan, W. M., 1966, The Aboriginal Cultural Geography of the Llanos de Mojos of Bolivia, *Ibero-Am.* 48, U. C. Press, Berkeley and Los Angeles.
- Derby, O. A., 1879, The Artificial Mounds of the Island of Marajó, Brazil, *Amer. Natur.* 13: 224-229.
- DES/ESI (Dep. Esq. Sanit./Eng. Sci., Inc.), 1964, A Master Plan of Waste Disposal for Rio de Janeiro, State of Guanabara, Brasil, SURNAN, Rio de Janeiro.
- Deshler, W., 1967, Letter to the Editors, *Sci. Amer.* 217: 8.
- Dobrizhoffer, M. 1822 (1784), *An Account of the Abipones, an Equestrian People of Paraguay*, John Murray, London.
- Dobyns, H. F., 1966, Estimating aboriginal American Population, *Curr. Anthropol.* 7: 395-416.
- Drewes, W. U. & A. T., 1957, Climate and Related Phenomena of the Eastern Andean Slopes of Central Peru, Syracuse Univ. Res. Inst.
- Dunn, F. L., 1965, On The Antiquity of Malaria in the Western Hemisphere, *Hum. Biol.* 37: 385-393.
- Elizalde Mc-C., R. 1958, La Sobrevivencia de Chile, *Depart. Conserv. y Admin. Rec. Agr. y For.*, Santiago de Chile.
- Espy, J. P. 1841, *The Philosophy of Storms*, Charles C. Little & James Brown, Boston.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1965, Informe de la Sección de Plantaciones del Comité Latinoamericano de Investigaciones Forestales, *Bol. For. e Ind. For. Am. Lat.* 45, Santiago de Chile.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1966, Noticias Nacionales, *Bol. For. e Ind. For. Am. Lat.* 52: 17-36, Santiago de Chile.
- Flohn, H., 1961, Man's Activity as a Factor in Climatic Change, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 95: 271-281.
- Frith, A. C., 1966, El Pino Paraná (*Araucaria angustifolia*) en Argentina, *Inst. For. Lat. Ame. Invest. Capacit.*, *Bol.* 22: 3-17.
- Geijkes, D. C.; P. Leentvaar; J. Van Der Heide & J. Van Donselaar, 1965, Biological Brokopondo Research Project, Surinam, Progress Reports, *Found. Sci. Res. Surinam & Netherlands Antilles*, Utrecht.
- Haddad, R., 1963, A Poluição Atmosférica em Sao Paulo Metropolitano, *Bol. CIGPAA*, Núm. esp. Sao Paulo.
- Heide, J. Van der, 1966, Personal Communication.
- Heinsdijk, D.; R. O. Soares & H. Haufe, 1962, The Future of Brazilian Pine Forests, *Proc. 5th World Forest Congr.*, 1960, 1: 669-673.
- Heltne, P. G., 1967, Animals from the Amazon Basin, *Science* 157: 134.
- Herath, K. A., 1967, Eucalyptus in Peru, *Amer. Forests* 73: 20-22.
- Hess, M. L., 1964, Despejos Industriais na Area de Sao Paulo, *Sem. Proc. Biol. Tratam. Aguas Resid. Control. Poluicao Aguas*, Sao Paulo.
- Holanda, S. B., 1957, *Caminhos e Fronteiras*, Livr. José Olympio Edit. Rio de Janeiro.
- Hurt, W. R., 1964, Recent Radiocarbon Dates for Central and Southern Brazil, *Amer. Antiq.* 30: 25-33.
- Knoch, K., 1926, Die Starke Atmosphärische Trübung im Jahre 1926 in Venezuela, *Meteorol. Z.*, 43: 421.
- Knoche, W., 1937, Der Einfluss von Vegetationsbränden auf die Witterung, *Meteorol. Z.*, 54: 243-254.
- Koenig, R. P., 1967, Personal Communication.
- Kroeber, A. L., 1939, *Cultural and Natural Areas of Native North America*, U. C. Publ. Am. Archaeol. & Ethnol. 38. Berkeley.
- Lathrap, D. W., 1966, The 'Hunting' Economies of the Tropical Zone of South America: An Attempt at Historical Perspective, Unpubl. Univ. Illinois.
- Lowden, M. S., 1963, Unpublish, report by Director, Division of Fire Control, Forest Service, U. S. Dept. Agr. to U. S. Consul. Curitiba, Paraná.
- Lowden, M. S., 1965, Fire Crisis in Brazil, *Amer. Forests* 71: 42-44 & 46.
- Lowden, M. S., & M. K. Pierce, 1962, *Forest Fire Control in Argentina*, Typed Report to AID, Washington.
- Maack, R., 1953, Devastacao das Matas do Paraná e sua Solucao, *Rev. Cons. Nac. Econ.* 13: 22-32.
- Mann, G., (1965), *Recursos Animales — Sudamérica Andina — UNESCO/CASTALIA 2.1.2., 8.1., Paris*.
- Maybury-Lewis, D., 1965, *The Savage and the Innocent*, Evans Bros. Limited, London.
- Megggers, B., 1960, *Environment and Culture in the Amazon Basin*, Pan Am. Union, Washington.
- MECOR (Min. Extr. Coord. Org. Reg.), 1967, *Administracao General Mario de Barros Cavalcanti*, SUDAM.
- Meiches, J., 1964, Contribuicao para o Estudo das Limitacoes Impostas pela Qualidade das Aguas Naturais para o seu Aproveitamento, Univ. S. Paulo.
- Mitchell Jr., J. M., 1965, Theoretical Paleoclimatology in H. E. Wright & D. G. Frey (eds.), *The Quaternary of the United States*, Princeton, 881-901.
- Motulsky, A. G., 1964, Hereditary Red Cell Traits and Malaria, *Suppl. to Amer. J. trop. Med. Hyg.* 13: 147-158.
- Murra, J. V., 1965, Herds and Herders in the Inca State in A. Leeds & A. P. Vayda (eds.), *Man, Culture and Animals*, AAAS, Washington, D.C. 185-215.
- Nordenskiöld, E., 1917, Die Anpassung der Indianer an die Verhältnisse in den Überschwemmungsgebieten in Südamerika, *Ymer*, 36: 138-155.
- OEА (Organización de los Estados Americanos), 1960, *Simposio sobre Salinidad*, La Molina.
- Otero, J. R., 1961, Informacoes sobre algumas Plantas Forrageiras, *Serv. Inform. Agr. Min. Agr.*, Rio de Janeiro.
- Panero, R. B., 1967, On the Use of Low Dams as a Possible Stimulant to South American Development, Hudson Institute, New York.
- Parsons, J. J. & W. Bowen, 1966, Ancient Ridged Fields of the San Jorge River Floodplain, Colombia, *Geogr. R.* 56: 317-343.
- Parsons, J. J. & W. M. Denevan, 1967, Pre Columbian Ridged Fields, *Sci. Amer.* 217: 93-100.
- Pires, J. M., 1964, Sobre o Conceito "Zona dos Cocais" de Sampaio, *Anais XII Congr. Soc. Bot. Bras. 1962*, Recife, 271-275.
- Plafker, G., 1963, Observations on Archaeological Remains in Northeastern Bolivia, *Amer. Antiq.* 28: 372-379.
- Prego, A. J., 1962, La Erosión Eólica en la República Argentina, *Inst. Nac. Tec. Agropecuar.* Buenos Aires.
- Ratisbonna, L. R., 1966, Personal Communication.
- Reichel-Dolmatoff, G. & A., 1961, *The People of Aritama*, U. of Chicago Press.
- Rosell, R. A., 1967, Personal Communication.
- Roseveare, G. M., 1948, *The Grasslands of Latin America*, Imp. Bur. Past. & Field Crops, Bull. 36.
- Rouse, I. & J. M. Cruxent, 1963, Some Recent Radiocarbon Dates for Western Venezuela, *Amer. Antiq.* 28: 537-540.
- Rubin, M. & S. M. Berthold, 1961, U. S. Geological Survey Radiocarbon Dates VI, *Radiocarbon* 3: 86-98, New Haven.
- Ruschi, A., 1961, Personal Communication.
- Saint-Hilaire, A., 1824, *Histoire des Plantes les plus Remarquables du Brésil et du Paraguay*, A. Berlin, Impr. Libr. Paris.

Sampaio, T., 1928, O Tupi na Geographia Nacional. Seccao Graphica, Esc. Aprend. Art. Bahia, 3rd. ed.

Sauer, C. O., 1958, Man in the Ecology of Tropical America, *Proc. 9th Pacific Sci. Bangkok 1957*, 20: 104-110.

Schultes, R. E., 1956, The Amazon Indian and Evolution in Hevea and Related Genera, *J. Arnold Arboretum* 37: 123-152.

Schwerdtfeger, W., 1955, Betrachtungen über eine Klima-Anderung in Argentinien. *Meteorol. Rdsch.* 8: 1-4.

Schwerdtfeger, W., 1967, Personal Communication.

Schwerdtfeger, W. & C. J. Vasino, 1954, La Variación Secular de las Precipitaciones en el Este y Centro de la República Argentina, *Meteoros*, 4: 174-193.

Sick, H., 1963, Hybridization in Certain Brazilian Fringillidae (*Sporophila* and *Oryzoborus*), *Proc. 13th Int. Ornithol. Congr.* 161-170.

Sioli, H., 1955, Eine Masernepidemie bei den Mundurucu-Indianer., *Acta Trop.* 12: 38-52.

Smith, T. L., 1963, The Growth of Population in Central and South America in Study of Population and Immigration Problems, Western Hemisphere II. Committee on the Judic. Subcomm. 1, House of Representatives, Washington, D. C. 151-176.

Soares, L. O., 1964, Florecimiento de 'Red Water' en Consecuencia da Poluição. Paper presented to IX Congr. Assoc. Interam. Eng. Sanit., Bogotá, Colombia, SURSAN. Rio de Janeiro.

Sternber, H. O'R., 1951, Floods and Landslides in the Paraíba Valley, December 1948 - Influence of Destructive Exploitation of the Land, *C. R. Congr. int. Geogr. Lisbon 1949*, 3: 335-364.

SURSAN (Superintendência de Urbanização e Saneamento), 1966, Os Aguaceiros e as Encostas da Guanabara, Rio de Janeiro.

Uribe, H. A., 1966, Conservación de Suelos en Plantaciones de Café sin Sombra, *Cenicafé* 17: 17-29, Colombia.

Vasconcelos, A. & P. T. Alvim, 1967, Programa de Replantação de Cacaotais Viejos en Bahía, *Cacao* 12: 6-11, Turrialba, Costa Rica.

Watson, C. E., 1964, Comercio y Tendencias del Mercado en los Productos de la Región de la Selva Peruana. Publ. Progr. Inv. Des. 1. Universidad Agraria, Lima.

Wieckman, H. (ed.), 1960, Physics of Precipitation, Proc. Cloud Phys. Conf. Woods Hole, Mass. Geophysical Union, Washington, D. C.

Whyte, R. O.; T. R. G. Moir & J. P. Cooper, 1959, Grasses in Agriculture FAO Agric. Studies, Rome.

ANTIGUO MAR

Hombres de ciencia de Estados Unidos dedicados a perforaciones submarinas en el noroeste del Océano Pacífico han descubierto lo que denominaron "la probable región oceánica más vieja de cuantas existen hoy".

Sedimentos submarinos sacados a la superficie en dicha región —al este de las islas Marianas, Bonin y al norte de las Carolinas— se remontan más atrás de 140 millones de años de la historia de la tierra.

El Dr. Melvin N. A. Peterson, el hombre de ciencia jefe del proyecto de perforaciones, asegura:

"Este hallazgo es un residuo sustancial de un océano que existió y ha registrado la historia del planeta todo a lo largo del tiempo en que el Océano Atlántico pasó de ser un pequeño y profundo tajo abierto en una masa continental muy grande a sus proporciones actuales".

Este descubrimiento tuvo lugar en la última etapa de una expedición, que duró 18 meses a partir de agosto de 1968, de perforaciones del fondo del Atlántico y del Pacífico.

Este proyecto, el más ambicioso de esta clase de cuantos se han llevado a cabo, estuvo a cargo de la Institución de Oceanografía Scripps, de California. Para ello se ha diseñado un barco especial, el "Glomar Challenger".

El Dr. Peterson, geólogo de la Scripps, dice que los datos allegados hasta entonces, vienen a reforzar la teoría según la cual el fondo del mar se está ensanchando y los continentes se desplazan de un punto a otro de la esfera terrestre.

Sostiene esta teoría que las masas de tierras emergidas más importantes se mueven a la deriva imperceptiblemente a medida que se va produciendo corteza nueva en cordilleras submarinas que corren equidistantes de las costas continentales; y es esta corteza en formación la que empuja lateralmente las masas continentales.