

# Nociones de antropogeografía

Juan de la C. POSADA

## 3—LAS RIQUEZAS DEL SUELO (1)

El factor climático de las riquezas que se encuentran en la superficie terrestre hasta una moderada profundidad, es de trascendencia sin igual para la radicación del hombre a vivir su corta vida, en las más favorables posibilidades de alcanzar el desarrollo máximo de la especie en una comarca dada. Los variados ambientes físicos y topográficos, por sí solos, no son suficientes para determinar definitivamente lo que constituye un *clima específico*, que se refleje en el modo de ser y de vivir de los seres humanos. Si faltan o escasean los recursos de la Naturaleza, aprovechables para la producción de todo lo que el hombre necesita para satisfacer sus necesidades y aspiraciones, poco más significa poder gozar, por ejemplo, de temperaturas primaverales, en comarcas planas o de relieves delicados. De esos dones naturales, unos son utilizables directamente, sin mayor esfuerzo, al paso que otros están apenas en potencia, y requieren por consiguiente, la aplicación de la inteligencia, el uso de la ciencia, con mayor o menor intensidad según el caso y las circunstancias.

En cuatro grandes clases pueden agruparse convenientemente los elementos a que se hace referencia.

Clase A.—*Las aguas.*

Clase B.—*Los suelos agrícolas.*

Clase C.—*Las plantas.*

Clase D.—*Los animales.*

Cada uno de estos temas exigiría la extensión de un libro para su mediano desarrollo. En las páginas que siguen se intenta apenas pre-

---

(1) Véanse los números anteriores de esta revista.

sentar un breve estudio, en forma sintética, que sirva al lector para análisis más profundos.

### Clase A.—Las aguas

La vida sobre el planeta sería imposible si faltara el agua, mineral líquido que utilizan el hombre y todos los demás seres organizados, de mil maneras.

En la *economía doméstica* sirve para bebida, para acondicionar los alimentos, para la higiene del cuerpo y para la limpieza de habitaciones y vestuarios. Sin agua potable, en cantidad suficiente, las comunidades humanas, grandes o pequeñas, son focos de infección que diezman la población y conducen a la degeneración de la raza. Antes que otras comodidades, debería primar ésta siempre, pues es signo seguro de atraso y de criminal indiferencia, el no tenerla. Con los adelantos de la ciencia moderna, es posible ya suministrar agua potable, en donde quiera que se presente el precioso líquido, dentro de ciertos límites —cada día más reducidos— de contaminación bacteriana y de sustancias en solución o en suspensión. Por lo tanto, la riqueza en aguas potables es factor climático de carácter económico, de primera categoría, ponderable en no menos de 60 a 80 litros por persona, diariamente. Los animales de toda especie la necesitan también para subsistir, aunque por lo general son menos exigentes que el hombre en cuanto a la calidad. Lo mismo pasa con las plantas.

Para muchas *industrias*, el agua o el vapor comprimido en calderas, son elementos indispensables, como ocurre en las plantas siderúrgicas, en las tintorerías, en las fábricas de tejidos, de papel, de bebidas artificiales etc., las cuales demandan grandes volúmenes. La escogencia del sitio adecuado para instalaciones de esta clase, implica un estudio prolijo al respecto. Así, a medida que las ciudades se van convirtiendo en centros industriales, aumenta el consumo de agua hasta 500 y más litros diarios, per cápita, como sucede ya en algunas ciudades de los Estados Unidos.

Ya se vió atrás que existen considerables extensiones de tierras propias para la agricultura en cuanto concierne a la composición química de los suelos, pero escasas en lluvias que den a esos suelos la virtud de alimentar las plantas. Se estima que no es posible obtener cosechas de alimentos para el hombre y los animales, sin que la tierra reciba una capa de 50 a 150 cms. de agua por año, según la clase de cultivos. Por consiguiente, las zonas desérticas o semi-desérticas, privadas de este beneficio natural, parcial o totalmente, no pueden ser utilizadas por el hombre sin acudir a la irrigación,

usando para ello aguas subterráneas libres de sales dañinas para las plantas, mediante el empleo de instalaciones mecánicas, o las aguas corrientes naturales que faciliten la construcción de canales de riego. En el mundo falta mucho por hacer a este respecto. En Colombia, por ejemplo, comarcas extensas en el Tolima, el Huila, el Magdalena, la Guajira etc., darían opimos frutos que redimirían el país de la escasez de alimentos, si se beneficiaran con sistemas de irrigación adecuados. Las bananeras de Santa Marta deben su existencia al empleo científico de las aguas de la Sierra Nevada.

Al ser posible la generación de *fuerza motriz hidráulica*, el agua—llamada por algunos la *hulla blanca*—contribuye poderosamente a la economía humana, con lo cual determina un factor económico del clima, de gran valor. Pueblos enteros deben su bienestar, su progreso, su personalidad, a la riqueza en corrientes de agua por lechos en descensos apropiados para encadenar la energía gravitativa que llevan almacenada, derivada del calor solar, como consecuencia del cumplimiento del ciclo de evaporación, condensación y precipitación en forma líquida o sólida. Es bien sabido que la cantidad de energía mecánica obtenible en instalaciones hidráulicas puede ser una misma, aunque se alteren los factores de volumen y de caída, siempre que el producto de ellos sea una constante. En general, se prefieren, por razones económicas, los volúmenes medianos con caídas moderadas. Estas condiciones se obtienen en las laderas de las montañas. En cuanto a la cantidad de agua, son de mayor valor las regiones en que la lluvia cae distribuida con alguna regularidad durante todo el año, por cuanto así se hace menos preciso el almacenaje en costosos estanques amurallados. Por lo demás, la ciencia eléctrica ha avanzado tanto, que ya es posible aprovechar comercialmente plantas hidroeléctricas situadas a 500 ó 600 kms. de distancia de los centros de consumo. La riqueza mundial en fuerza hidráulica es enorme, pero en su mayor parte está aún sin empleo: es una gran reserva para el porvenir. En números redondos, y como mínimo fácilmente obtenible, se puede estimar como sigue: El continente africano, con sus grandes ríos alimentados por las lluvias tropicales, que caen a las llanuras costaneras en voluminosos saltos y cascadas desde la gran meseta central, tiene en potencia 200 millones de caballos de vapor. La sigue Norteamérica con cerca de 90 millones de caballos, de los cuales 70 corresponden al Canadá, Alaska y los Estados Unidos, 10 a Méjico y otro tanto a Centroamérica. Asia tiene 25 millones en potencia en la India, casi otro tanto en China, 20 millones en Siberia y el Japón, 10 en la Indo-

China y unos dos millones en los demás países, o sea en total, alrededor de 80 millones de caballos. La América del Sur tiene unos 15 millones al sureste del Brasil; 5 en cada una de las repúblicas de Colombia, Perú y Argentina; 4 millones en Venezuela y unos 11 millones en el resto del continente, o sea aproximadamente, un total de 45 millones de caballos. En Europa cuentan con 10 millones en Noruega, otro tanto en Rusia, 5 en Francia, 4 en España, 3 en Italia y unos 18 millones en los demás países, lo que da un total de cerca de 50 millones de caballos. Por último, en Oceanía, especialmente en las islas de Borneo, Nueva Guinea, Sumatra, Filipinas, Nueva Zelandia, Java y Célebes, unos 35 millones de caballos de vapor, de los cuales al continente de Australia apenas le corresponden cerca de 2 millones. En resumen, la reserva mundial de fuerza motriz hidráulica pasa de 500 millones de caballos de vapor, que no representarían menos de cien mil millones de dólares, al ser utilizados totalmente. Debe tenerse en cuenta que en los cálculos anteriores no queda incluida la energía que podría obtenerse almacenando los excedentes de las aguas —que son enormes— durante las épocas de las grandes lluvias.

Para la *navegación mediterránea* y la universal por excelencia en los mares que separan los continentes y las islas, el agua presta a la humanidad servicios invaluables, a precios los más bajos conocidos. El poderío, la riqueza, la grandeza, el bienestar y en una palabra, la civilización material de los pueblos, están íntimamente ligados a la navegación fluvial, lacustre y marina. Las razas primitivas idearon desde sus principios rudas embarcaciones para su escaso comercio y para sus guerras. En los tiempos modernos los ferrocarriles, las carreteras y los aviones van relegando a segundo término la navegación mediterránea, y poco a poco la marítima va perdiendo terreno, también, para ciertos servicios, con el uso de las naves aéreas. Para el desenvolvimiento de países nuevos y para la rudimentaria vida comercial de los atrasados, las vías fluviales son irremplazables. En las cuencas del Yangtzé y del río Amarillo por ejemplo —las partes más densamente pobladas de la China— los habitantes viven en constante movimiento en las típicas embarcaciones que surcan las ondas amarillentas de sus dos grandes ríos. Colombia le debe a la navegación del Magdalena la escasa civilización material de que disfruta y no poco de su cultura y personalidad como nación. Las grandes ciudades de la tierra se encuentran en las orillas de los ríos navegables o en las playas de los mares. En esos lugares se dan cita los pueblos de todas las latitudes; allí convergen los productos que alimentan el intercambio comercial. Los ríos tienen sus in-

convenientes para la navegación, tales como las variaciones sustanciales en el volumen de las aguas; la existencia de rápidos o saltos que interrumpen el camino; la movilidad de los canales de mayor profundidad; la congelación de las aguas en elevadas latitudes, durante lapsos más o menos largos de tiempo etc. Además, la marcha de las embarcaciones es lenta, especialmente al remontar las corrientes. En cambio, los lagos y mares, fuera de los arrecifes y peñascos que se ocultan insidiosos bajo la superficie, de los témpanos de hielo flotantes y de las tempestades que los barren a menudo, son ideales para la navegación. Sería tarea prolija tratar de enumerar siquiera las arterias fluviales, los canales artificiales, las cuencas lacustres y las extensiones marinas apropiadas para ser surcadas por la gran variedad de tipos de embarcaciones de que dispone el hombre, desde las canoas rudimentarias de los salvajes hasta los grandiosos palacios flotantes y los potentes mecanismos guerreros de nuestros días. Basta, para ilustrar la cuestión, con algunos ejemplos.

En Norteamérica, el sistema *Missouri-Mississippi*, eje de la vida estadounidense, drena una cuenca de 3.250.000 kms. cuadrados de superficie; es el de mayor curso en el mundo —7.000 kms.—; arroja al mar 18.000 metros cúbicos de agua por segundo, y forma una red navegable de 40.000 kms. En Suramérica, el *Amazonas*, con 6.300 kms. de recorrido —el segundo en las Américas— y cuya cuenca, casi desierta, pasa de 4.500.000 kms. cuadrados, arroja al mar el mayor volumen de agua dulce en el planeta, el cual, en promedio, no es menor de 100.000 metros cúbicos por segundo y alcanza hasta 300.000 durante las grandes avenidas. La red navegable que forma con sus afluentes llega a 70.000 kms. para barcos grandes, y para toda clase de embarcaciones pasa de 100.000 kms. El mayor río europeo es el *Volga*, con 3.400 kms. de curso y un volumen que oscila, según las estaciones, entre 7.000 y 30.000 metros cúbicos por segundo. Cubre su cuenca 1.460.000 kms. cuadrados, y con sus afluentes forma una red importantísima para la navegación, de más de 35.000 kms., aunque no utilizable durante los rigores del invierno. A este río le debe el pueblo ruso, en gran parte, su idiosincrasia. En Asia, el *Yangtzé* o *Yang-tzé-Kiang* —el mayor del continente— es una de las más grandes arterias fluviales de navegación en el orbe, usada por millones de habitantes del Imperio Celeste. Su curso se aproxima a 5.000 kms., descarga más de 15.000 metros cúbicos de agua por segundo, recogida en una cuenca de poco menos de 2 millones de kms. cuadrados. No se conoce aún la longitud navegable

de todos sus afluentes, pero por el canal principal suben toda clase de barcos marítimos hasta 1.000 kms. de su desembocadura, durante la época de las crecientes. El segundo río de la tierra, en cuanto a longitud, es el *Nilo*, fuente de civilizaciones africanas que han hecho época en la historia del hombre. Su curso es de unos 6.500 kms. y su cuenca, aunque inferior a la del Congo, abarca alrededor de 2.700.000 kms. cuadrados. El volumen de sus aguas es inferior a la de muchos otros ríos, por atravesar extensos desiertos, y en sus crecidas fecunda las planicies y el famoso delta en su desembocadura. En todo tiempo se puede remontar en embarcaciones hasta 1.700 kms. y en la época de las grandes lluvias, se llega a 4.600 kms. del Mediterráneo. No se conoce bien la longitud de la red navegable que forma con sus afluentes, y en general la navegación tiene tropiezos en cataratas y sequías. En las islas de Oceanía, fuera del *Murray*, en Australia, que puede ser navegable, en ciertas épocas del año por más de 3.000 kms., pero que se destina, más que todo, para riego, no hay grandes arterias fluviales, pero sí innumerables corrientes en casi todas las islas de mayor cuantía, las cuales prestan invaluables servicios a los nativos y a los colonizadores, para penetrar desde las costas hacia el interior.

En todas las vías navegables, las condiciones y facilidades que tengan en sus márgenes para la construcción de puertos, deciden del valor que les corresponda. Nueva York, Riojaneiro, Buenos Aires, Londres, Hamburgo, Shangai etc., deben su existencia y gran importancia a la profundidad de las aguas, al abrigo de las costas etc. A veces las condiciones comerciales imponen fuertes desembolsos para acondicionar puertos artificialmente, como ha sucedido en Colombia con Barranquilla

Finalmente, las corrientes de agua, los lagos, los mares, los grandes océanos, los nevados, los ventisqueros, los mantos helados, las lluvias, las nubes, las nieblas etc., deleitan la vista, exaltan el espíritu y proporcionan al hombre gratísimas fruiciones que hacen amar la vida, como sucede con la pesca, la natación, la patinación, la navegación; con la contemplación de las cataratas, de las coloraciones de las aguas, de los tremendos oleajes en las tormentas etc. Cuántos lugares terrestres serían rincones desconocidos sin estos atractivos y en cambio comarcas enteras, como la Suiza, que los tiene en alto grado, prosperan y atraen turistas de todo el mundo.

#### Clase B.—Los suelos Agrícolas

El hombre y la gran mayoría de los animales no pueden vivir sin los vegetales, y éstos, a su turno, sin el reino mineral no exis-

tirían. El *agua* —de suyo un mineral—y las mezclas de ciertos elementos inorgánicos y orgánicos que se encuentran en la superficie terrestre, conocidas con el nombre de *suelos*, son los dos factores esencialmente capaces de sostener la existencia vegetal. Por consiguiente, las comarcas en que falte o sea escaso uno de ellos, no servirán o serán mediocres para dicho fin, afectándose profundamente su valor comercial, su papel determinante en la caracterización de un *clima terrestre*, bajo el punto de vista económico.

Dejando a un lado el agua —considerada en páginas anteriores— nos concretamos ahora a un breve análisis de las partes que constituyen *los suelos agrícolas*, las cuales son de dos categorías: materias de origen orgánico y elementos minerales derivados de las rocas terrestres por alteración, conforme se vió atrás. Sin la conveniente incorporación de materia orgánica en la masa mineral, no puede existir en realidad un suelo efectivo, propio para la sustentación de la vida vegetal. Esa incorporación se inicia y efectúa principalmente por la acción de ciertos microorganismos vivientes, de naturaleza vegetal o animal. El proceso, a grandes rasgos, es como sigue: tan pronto como una roca innata evoluciona en el sentido de la alteración, y van resultando los productos correspondientes, *aparecen* sobre ellos organismos vegetales microscópicos, de varias clases, según el carácter de la roca, que se alimentan de esos productos y de gases atmosféricos. Al morir esas diminutas plantas, sus restos se van mezclando con los detritos de las rocas, enriqueciéndolos cada vez más en materia orgánica hasta constituir un *suelo naciente*, apto para sustentar vegetales de vida más avanzada o exigente. Los despojos de éstos, a su turno, aumentan la proporción de materia orgánica en la mezcla, la cual poco a poco va siendo adecuada para alimentar las más vigorosas plantas que han poblado la tierra en las diversas edades geológicas, hasta nuestros días. En condiciones adecuadas de calor, humedad, naturaleza de los fragmentos minerales y composición de la atmósfera, al fin se forman grandes capas de esa mezcla que ocultan el subsuelo de naturaleza exclusivamente mineral.

El aporte de las plantas a los suelos, en materia orgánica, es grande. Basta considerar que no continenen sino alrededor de 5% de su peso en materia mineral. El resto son gases que vuelven a la atmósfera o sustancias que se incorporan al suelo en proporciones que varían desde simples trazas hasta 6% en buenas tierras, 10 ó 12% en arcillas aluviales, 25% en campos abonados o 70% en las turberas. Sin embargo, para los usos comunes de la agricultura, es

suficiente con 1 ó 2% para la cebada, el centeno y otras plantas semejantes —que son las menos exigentes entre las corrientes— o con 5 a 8%, para el trigo, el tabaco etc.

El *humus* de los agrónomos no es otra cosa que un producto intermedio, semicoloidal, de composición variable, que resulta de la descomposición, o sea la lenta combustión, de la materia orgánica, hasta convertirse en agua, en ácido carbónico y en un residuo mineral —especie de ceniza— que vuelve a la tierra después de haber estado incorporado en las células de las plantas. Por consiguiente, si no se renueva constantemente el acopio de materia orgánica o si se le destruye por medio del fuego o de cualquiera otra manera, el suelo se empobrece infaliblemente. Las cosechas mismas de plantas o de sus frutos, producen el mismo resultado, como lo sabe muy bien, hasta el labriego más ignorante.

El acceso libre de aire, la humedad, el calor, los álcalis cáusticos, los carbonatos alcalinos etc., avivan la *humificación*.

Si la materia orgánica contiene albuminoides o proteínas, la descomposición por fermentación se convierte en una verdadera *putrefacción* en que se generan gas amoníaco y compuestos de hidrógeno con carbono, ázoe, fósforo etc. El amoníaco se combina con los ácidos que encuentre para formar sales amoniacales, de las cuales solamente el carbonato es volátil y pasa a la atmósfera; las demás permanecen en el suelo, sujetas a una nueva descomposición que efectúan microorganismos oxidantes, denominada proceso de *nitrificación*. La asimilación del ázoe por las plantas, en la nueva forma de ácido nítrico, o mejor, de los nitratos que genera, es más eficaz que en la forma amoniacal.

Además de los despojos vegetales que contribuyen a enriquecer los suelos en materia orgánica, los provenientes de los animales desempeñan un papel semejante, o si se quiere más avanzado, por cuanto los animales se aprovechan del trabajo hecho por los vegetales en su función vital de sustraer sustancias principalmente carbonáceas de la atmósfera o del suelo, al paso que los animales devuelven en excrementos o en sus cuerpos cuando mueren, materias esencialmente nitrogenadas, listas para el proceso de la nitrificación, al entrar en putrefacción. La acción de los animales que escarban la tierra, de las lombrices etc., es enorme.

En forma resumida, los suelos agrícolas son una mezcla de compuestos orgánicos, sustancias minerales, organismos vivientes, aire y agua. Se comprende, desde luego, por qué el fuego, al evaporar el agua y destruir la materia orgánica y los seres vivos, perjudica



los suelos. Las *quemadas* que los campesinos llevan a cabo para sembrar sus cosechas, deberían considerarse, en la mayoría de los casos, como actos punibles, previstos por el legislador.

*Compuestos orgánicos.*—Los principales elementos derivados directa o indirectamente de la atmósfera, que se encuentran concentrados en el *humus*, en proporciones variables, son: ulmina, ácido úlmico, humina, ácido húmico, y los ácidos crénico y apocrénico, los cuales al combinarse con álcalis, potasa, soda o amoníaco dan compuestos solubles en el agua que entran en la alimentación del reino vegetal.

El *nitrógeno* de los suelos se encuentra en forma de sales amoniacales —alimento directo de las plantas— en ácido nítrico o en combinaciones orgánicas con carbono, hidrógeno, oxígeno etc., que requieren posteriores transformaciones para serlo. En promedio, no pasa de 0.2% el contenido en ázoe de los suelos agrícolas.

El *amoníaco*, convertido en sales amoniacales, de las cuales el carbonato es la más importante, proviene de la atmósfera por la acción de las descargas eléctricas sobre el ázoe, o del suelo mismo como producto de la putrefacción. La proporción de amoníaco en los suelos no pasa de 0.0006%.

El *ácido nítrico*, producto de la acción de ciertos microorganismos sobre el amoníaco, en el proceso denominado *nitrificación*, no queda libre, sino convertido en sales —los valiosos y asimilables nitratos de potasio, sodio, amonio, calcio etc.— El promedio de dicho ácido en los suelos agrícolas puede estimarse en 0.015%. Ciertas especies de microorganismos, que viven en colonias, en las raíces de las plantas leguminosas, tienen la capacidad de convertir el nitrógeno del aire en nitratos propios para alimento vegetal. Por eso son tan valiosas dichas plantas en los campos de cultivo.

*Elementos inorgánicos.*—Aparte del amoníaco y del ácido nítrico —que son ciertamente materia inorgánica— pero que en relación con los suelos se clasifican entre las orgánicas por ser derivadas de ellas, entran en los tejidos vegetales alrededor de doce sustancias minerales, provenientes de la alteración de las rocas terrestres, las cuales forman con otras, inactivas para el caso, el llamado *regolito* o *mantillo* de los agrónomos. El espesor de dicho mantillo, hasta tocar la roca viva del subsuelo, es muy variable, y rara vez pasa de unos dos metros. Tanto en los suelos como en las plantas, se encuentran los expresados minerales en forma de ácidos o de óxidos, casi siempre, y la lista de ellos es como sigue: óxidos de potasio, de sodio, de magnesio, de calcio, de aluminio, de hierro

y de manganeso, y los ácidos sulfúrico, fosfórico, carbónico y silícico. Además, cloro.

Hay unos siete *elementos críticos* que suelen faltar en la constitución de un suelo adecuado para la agricultura, a saber: calcio, fósforo, potasio, azufre, magnesio, hierro y ázoe. Los tres primeros y el último son los más interesantes, pues de ellos depende casi del todo, la bondad o esterilidad de una zona terrestre, y por consiguiente, su valor económico, bajo el punto de vista agrícola.

No está por demás dar una idea sucinta del papel que desempeñan algunos de los ingredientes minerales de los suelos. El *calcio*, en forma de carbonato, mantiene adecuadas las condiciones físicas y químicas y es alimento esencial para las plantas. El *potasio* lo necesitan especialmente ciertas variedades de vegetales y se encuentra en los suelos casi siempre combinado con ácidos, notoriamente con el silícico, en forma de silicatos. El *sodio*, semejante en un todo al potasio, entra, además, en combinación con el *cloro* para formar la sal común. El *magnesio* acompaña generalmente al calcio. En cuanto al *aluminio*, se puede decir que no falta nunca en forma de silicatos, o sea las arcillas. Se estima que la corteza terrestre contiene alrededor de 17% de alúmina, la cual desempeña principalmente un papel de carácter físico en la constitución de los suelos. El *hierro* se presenta generalmente oxidado en protóxido o sesquióxido, con predominio del último, a menos que falte exceso de aire o que se verifique la reducción del sesquióxido por compuestos orgánicos, con detrimento para las plantas, pues el protóxido perturba su desarrollo. Por esta razón son benéficos los tiempos secos que agrietan la tierra o el arado que las desmenuza, para darle acceso al aire. Los principales compuestos ferruginosos de los suelos son los sulfatos, los carbonatos, los fosfatos, los crenatos etc. El *manganeso* se asemeja al hierro en sus relaciones con el suelo. En cuanto a la *sílice* o ácido silícico, se estima que representa por lo menos el 66% del peso de la corteza terrestre, y se encuentra libre en forma de cuarzo, o en gran variedad de combinaciones, especialmente silicatos. El *ácido fosfórico*, tan importante para las plantas, es escaso, pues apenas llega a 0.5% de la masa del suelo. Se presenta siempre combinado, en los fosfatos de cal, de magnesia, de hierro, de alúmina etc. El *azufre* entra en pequeñas dosis en los suelos, generalmente en forma de sulfato de calcio. El *cloro*, presente en los suelos apenas en la proporción de 0.01% de su peso, se encuentra en forma de cloruros de sodio, de potasio, de magnesio etc.

Por lo visto, aparte de los elementos que provienen de la atmósfera para generar un suelo agrícola, los demás son hijos de las rocas que afloran en la superficie, en gran variedad, conforme se vio en otro lugar. Por lo tanto, el proceso formativo de los suelos marcha paralelamente al de la alteración de las rocas, y la naturaleza propia de cada uno está en armonía con la composición mineralógica que aquéllas tengan. Pero como la composición de la atmósfera ha sido variable en los tiempos geológicos y las rocas superficiales van pasando a básicas con el correr de las edades, es natural esperar evolución constante en la composición de los suelos, tanto en espacio como en tiempo. Comarcas enteras van sufriendo esta metamorfosis, con el resultado de que sus mantillos se enriquecen o se empobrecen, ya por la caída de polvos volcánicos, por intrusiones o derrames de lavas fundidas, por agradación o degradación de los terrenos, por despoblación o repoblación forestal etc. Un hecho, sin embargo, queda en pie: la calidad de un suelo agrícola depende de la naturaleza de las rocas y de la atmósfera que lo producen, y de las condiciones que existan en materia de calor, luminosidad, humedad, vientos, electricidad atmosférica y de la acción del hombre cuando perturba el cumplimiento de las leyes naturales.

Sin pretender entrar a considerar los suelos agrícolas en todos los aspectos —por demás interesantes— que presentan para los agrónomos, nos limitaremos a anotar, de paso, los siguientes puntos:

**SUELOS ACIDOS O BASICOS.**—El agua que empapa los suelos es, casi siempre, ligeramente ácida, principalmente por llevar en solución bióxido de carbono atmosférico, ciertas sales orgánicas mencionadas atrás y algunos productos de la descomposición de ciertos minerales de las rocas, como los sulfuros al pasar a sulfatos. En cambio los minerales alcalinos al descomponerse dan soluciones básicas. Por consiguiente, un suelo será más o menos ácido o básico, según el predominio cuantitativo de uno de estos factores. Las diversas especies de plantas exigen para su desarrollo normal, suelos neutros, o más o menos ácidos o alcalinos; de donde se deduce que el valor económico que les corresponda depende del cultivo a que se destine o de las facilidades que se tengan para corregir la alcalinidad o la acidez hasta el grado que se desee. Naturalmente, la cantidad de lluvia anual o el agua que se use para riego, en cada localidad, es el factor por excelencia que determina el carácter del suelo, en este sentido.

**CONDICIONES FISICAS DE LOS SUELOS.**—Para que los vege-

tales cumplan su ciclo vital normalmente, necesitan que los suelos en que arraiguen, posean ciertas características físicas, exigidas por la naturaleza de sus organismos, las cuales pueden agruparse en seis categorías: peso específico, textura, humedad, estructura, temperatura, color y electricidad.

El *peso específico* depende de la clase de elementos orgánicos e inorgánicos que constituyan el suelo y del estado de división en que se encuentren, esto es, del tamaño y forma de cada partícula. Generalmente oscila entre 2.50 y 2.70.

La *textura* se refiere a la proporción que tengan entre sí, en tamaño, las partículas que lo constituyan. Es una cualidad muy interesante, porque para la nutrición de las plantas no son iguales, aunque tengan una misma composición química, los suelos compuestos de partículas gruesas, de tamaño medio, finas o variedad de mezclas de todas ellas, como así mismo la abundancia o escasez de materias coloidales orgánicas e inorgánicas pues de todo esto depende la absorción y retención de agua, la permeabilidad del aire y la facilidad para arraigar.

Por medio de la circulación de soluciones ácuas incorporan los vegetales en sus tejidos los alimentos que necesitan. Se estima que una planta requiere para llegar al estado de sazón de 300 a 1000 veces su propio peso en agua, la cual se encuentra disponible para el caso, en la humedad del aire y en la que cae a la tierra. La primera —el *agua higroscópica*— se adhiere en finas moléculas a las partículas del suelo o es absorbida por la materia coloidal, dejando espacios llenos de aire. Cuando los filamentos higroscópicos aumentan en volumen, se inicia el juego de las fuerzas de la *capilaridad*, mediante las cuales, según los vacíos que existan entre los granos del suelo, el agua se puede mover en todos sentidos, hasta que llega un momento en que la *gravitación* prima, impulsándola solamente hacia abajo, expulsando totalmente el aire. Se comprende, desde luego, que en las zonas de escasa lluvia o sin riego no existe el agua gravitativa, y que cuando ésta está presente, puede ascender por capilaridad e higroscopia hasta la superficie del suelo, al llegar las estaciones secas.

La *estructura* se refiere a la porosidad del suelo, esto es, a la mayor o menor permeabilidad del agua y del aire, a su condición de apretamiento o flojedad. La asociación en núcleos, de partículas del suelo, que se comportan como unidades —*flóculos*— proporciona espacios vacíos pequeños dentro de los flóculos mismos, y otros mayores entre estos núcleos. La formación de tan interesante

tipo de suelos se estimula por la acción de la cal, de las materias orgánicas naturales o artificiales y de los coloides. En los suelos arenosos no existe la floculación: prácticamente carecen de estructura.

La *temperatura* del suelo ejerce una acción decisiva sobre la vida vegetal, recorriéndose una escala enorme entre el calor máximo y el mínimo en que puede desarrollarse. Cada especie de planta demanda su factor propio, característico, de calor, el cual oscila entre ciertos límites, fuera de los cuales no le es posible vivir. De aquí que existan vegetales autóctonos de las diversas zonas térmicas terrestres. Por lo demás las fuentes de calor en el suelo son: los rayos solares, las reacciones químicas dentro del suelo mismo, la radioactividad y el residual propio del planeta.

En cuanto al *color* de los suelos, depende de su composición. El humus, por ejemplo, es más o menos negro; los óxidos ferruginosos, rojos; los margosos, claros o grises etc. A veces se puede juzgar de la bondad de un suelo por su color, ya que éste representa hasta cierto punto, la composición química que lo caracteriza. Además, el color influye en el calor del suelo, según el poder absorbente térmico que tengan las sustancias coloreadas. Los oscuros, por ejemplo, absorben mayor cantidad de calor solar que los claros, y por consiguiente tienden a ser más calientes, procurando la madurez de los frutos anticipadamente.

Finalmente la *electricidad* de los suelos es un hecho bien conocido y sus efectos sobre las plantas —y también sobre los animales— principia a estudiarse a fondo. Se ha comprobado que vigoriza y acrecienta los fenómenos vitales: activa la solubilidad de los elementos que contiene el mantillo, para ser luego asimilados por los vegetales, y determina la formación del ozono, gas mucho más eficaz que el oxígeno en el papel que desempeña en los suelos. Las cargas eléctricas las reciben de la atmósfera, con las lluvias tormentosas, y se genera en el suelo mismo por fricción.

**CLASIFICACION DE LOS SUELOS.**—Es fácil comprender las dificultades que se encuentran para formular clasificaciones satisfactorias de los suelos, si se tiene en cuenta la infinita variedad de condiciones en que se forman y la mutabilidad constante a que están sujetos. Para el objeto de este estudio elemental, que tiende únicamente a dar a conocer el panorama terrestre como morada del hombre, con sus atractivos y desventajas para agruparse a vivir en colonias, más o menos densas y prósperas, nos concretaremos a bosquejar las más sencillas.

En general, y en relación con su origen o modo de formación, hay suelos *sedentarios* y suelos de *transporte*. Los primeros quedan in situ, donde mismo se generan; los segundos derivan sus materiales desde largas distancias.

Los suelos *sedentarios* se relacionan íntimamente a las rocas subyacentes, y por consiguiente son bastante uniformes en su composición y demás características. Además, quedan afectados por el relieve del terreno y por las condiciones atmosféricas de humedad, calor etc.

Los de *transporte* comprenden los situados en las áreas sujetas a los procesos de gradación terrestre, anotados en otro lugar. Se distinguen dos clases: *diluviales* y *aluviales*. Los primeros son una mezcla de fragmentos poco pulidos de rocas y de tierras acarreadas por glaciares, o movidas por gravedad al derrumbrarse porciones de las laderas de las montañas para formar las llamadas brechas de talud. Los segundos comprenden todos los depósitos acuáticos de naturaleza esencialmente sedimentaria. En su composición entran materiales de las rocas que se encuentran en la zona sujeta a la erosión, que se canalice en una corriente de agua que los arrastre. Por lo común estos son los mejores suelos, por contener casi siempre elementos heterogéneos, que se complementan entre sí para dar un buen alimento a las plantas, y por encontrarse en un estado de división física mucho más avanzado, hasta llegar a lodos impalpables. Se distinguen los suelos *cascajosos*, con 30% o menos de material menudo; los *arenosos*, con no menos de 80% de arena pura, generalmente de carácter cuarzoso, calcáreo o pétreo; los *arcillosos*, con 60% por lo menos de arcilla; los *suelos o barro*sos, mezclas variables de los arenosos y arcillosos; los *margosos* o arcillas calcáreas, con no menos de 15% de cal y 75% de arcilla; los *calcáreos*, con 40 a 70% de cal; los *salinos*, con excesos de sales de potasa, soda etc., y por último los suelos *humíferos*, con abundancia de materia orgánica hasta alcanzar 70% de su peso.

Además, los suelos agrícolas pueden agruparse bajo otros puntos de vista más prácticos, más amplios, que sirvan para orientar las masas humanas en la escogencia de ambientes ventajosos, apropiados para el desarrollo de nacionalidades vigorosas que puedan bastarse a sí mismas, sin violentar con constantes zozobras su modo de ser y de vivir. En efecto, si se considera que la formación de los suelos depende, en gran parte, del calor, de la humedad y del relieve del terreno, resultan suelos característicos de las regiones planas, en colina o en montaña, sujetos a abundantes lluvias; suelos en condiciones topográficas semejantes, pero con escasas lluvias o

sín ellas, y suelos en las zonas térmicas terrestres, esto es, en el trópico, en las latitudes medias o en las regiones polares.

Lo suelos típicos de las comarcas lluviosas tropicales, de relieve suavemente ondulado, se denominan *lateritas*, las cuales están constituidas por una masa granular, porosa, altamente permeable, que avanza a veces bastante en profundidad, y son el resultado de la alteración de las rocas subyacentes, al abrigo de selvas seculares. En esas condiciones, inadecuadas para la erosión, las sustancias solubles, ya sean de origen orgánico o inorgánico, que se van formando, desaparecen disueltas en las aguas que se filtran por entre la masa, para ir a alimentar manantiales que surgen en las partes bajas, dejando atrás un *residuo mineral*, generalmente de color claro si se trata de rocas ácidas, o rojizo si de rocas ferromagnesianas. Se comprende, desde luego, que suelos de esta clase no pueden ser valiosos para la agricultura y deben conservarse únicamente para explotar los bosques que en ellos prosperen, pues la escasa capa de humus y las pocas sales aprovechables por las plantas que contienen, desaparecen a poco que se derriba la selva, y más rápidamente aún, si se le somete a la acción del fuego. Suelos de esta naturaleza no se prestan, tampoco, para los abonos, porque el calor intenso de la zona tropical, que activa la acción bacteriana, y la permeabilidad del suelo, dan buena cuenta, rápidamente, de las sustancias que se les agreguen. En las fuertes pendientes de las montañas de tierra caliente, a niveles bajos, las lateritas son todavía más pobres, porque a lo ya anotado se agregan los efectos de la erosión. A medida que se sube en los montes, la acción bacteriana es más débil por la falta de calor y por consiguiente la *laterización* va desapareciendo, hasta encontrarse capas de humus más potentes; las materias minerales ruedan y se mezclan entre sí en masas heterogéneas y la cantidad de lluvia disminuye, todo lo cual da por resultado suelos mejores que las lateritas, pero completamente *indefinidos*, espaciados caprichosamente a *parches*, según las circunstancias, y sujetos a profunda degradación. Por lo tanto, al cabo de poco tiempo el valor agrícola de esos suelos va disminuyendo, hasta resultar completamente antieconómica su utilización. No es, pues, asunto de poca monta, señalar las zonas tropicales apropiadas para una provechosa colonización. En Colombia, por ejemplo, se han cometido y se están cometiendo errores fundamentales a este respecto, y no son escasos los fracasos aislados, o colectivos de pueblos enteros, lanzados a abrir selvas sin discernimiento, por el solo atractivo de tratarse de *bosques vírgenes*.

Los *lateristas* se presentan en una pequeña zona al suroeste de Australia; en una gran zona en el corazón de Africa, atravesada por la línea equinoccial, hasta salir al Atlántico, la cual abarca buena parte de Nigeria, Dahomey y Ashanti; en pequeñas porciones de las costas del Caribe, en Centro América; en casi todo Panamá; en el Chocó; en parte de las Guayanas, y finalmente en casi toda la amazonia colombiana, ecuatoriana, peruana, boliviana y brasilera hasta las márgenes del Xingu. Casi todos estos territorios están escasamente poblados, y serán siempre de poco valor económico para el agricultor.

En las regiones subtropicales húmedas la laterización de los suelos es incompleta, debido principalmente a menos calor, a lluvias más moderadas y a alternabilidad estacional, todo lo cual es favorable a la conservación en los suelos, en proporciones mayores, de los elementos críticos que los constituyen. El color de estos suelos es *amarillo* o *rojo*, con matices intermedios. En los rojos predominan los óxidos de hierro y en los amarillos los hidróxidos. Por lo general son ricos en arcilla, escasos en sustancias alcalinas y en materia orgánica, pero varían grandemente en composición, según las rocas del subsuelo. El agricultor encuentra, para establecerse en esta clase de tierras, mejores oportunidades que en las lateríticas, pero se agotan, también, al cabo de pocas cosechas, y los abonos resultan costosos porque se los llevan las aguas, en solución, fácilmente. No es siempre fácil diferenciarlas de las verdaderas lateritas, pues se pasa insensiblemente de unas a otras. En el valle del Magdalena, por ejemplo, gran parte de los suelos de la zona comprendida entre Gamarra y La Dorada, son de naturaleza laterítica. Lo mismo pasa con los de la cuenca del río Catatumbo.

Las tierras *rojas* y *amarillas* ocupan considerables extensiones en la superficie terrestre y avanzan en menor escala, hasta las regiones subtropicales. Son comunes en las costas occidentales de México, Centro América, Panamá y Ecuador; en el sureste de los Estados Unidos, en las Antillas y en Yucatán; en la parte baja del Magdalena, en casi toda la cuenca del Orinoco y en enorme extensión de los territorios bañados por los afluentes de la banda derecha del Amazonas hasta las comarcas del Plata a linde con Paraguay; en porciones de Abisinia, Sudán, Tangayika, Mozambique y el Congo; en las costas mediterráneas de España y en gran parte de Italia y Grecia; en el sur de la India, en Malaca, en la hoya del Mekong y en casi todo el oriente y el centro de la China; en el norte de Australia y en considerables extensiones de las islas menores de Oceanía.



Un tercer grupo de suelos, denominado *podzol*, que quiere decir *cenizas enterradas*, en lengua rusa, se forma especialmente en las comarcas sub-árticas en que dominan los bosques de coníferas, aunque a veces se encuentra también en las zonas tropicales o subtropicales húmedas, pobladas de vegetación, cuyos restos no alcanzan a formar verdadero humus. Los despojos de los pinos que van cayendo al suelo experimentan una lenta acción bacterial, al abrigo de prolongados y fríos inviernos, con lo cual se va acumulando paulatinamente una capa de materia orgánica, parcialmente descompuesta, esto es, un humus en vía de formación, de color gris-moreno, más o menos acentuado, según el avance del proceso de la podzolización. La pausada descomposición de la materia orgánica, acidula el agua retenida en la masa de los despojos, y al descender las soluciones ácidas hasta el piso constituido por materia mineral, sustraen en diversas formas el hierro y el aluminio que encuentran, en vez de oxidarlos como sucede en los suelos tropicales típicos. Naturalmente, las porciones más empobrecidas en compuestos ferruginosos y aluminosos y en sustancias coloidales, se superponen a las menos atacadas que les siguen en profundidad, y el resultado final es un suelo agrícola pobre, de poco rendimiento y costosamente mejorable por medio de abonos. Por lo tanto, las grandes superficies terrestres en que dominan estos suelos, son de escaso valor económico para los cultivos corrientes que necesita el hombre para su subsistencia, pero utilizables en el beneficio de los bosques sui-géneris que los pueblan. Sin embargo, los suelos de color *moreno*, tan comunes en las comarcas húmedas de las altas latitudes cubiertas de bosques, constituyen un tipo intermediario entre los verdaderos podzoles y las tierras rojas y amarillas de las bajas latitudes, el cual se presta más para los abonos y es de mucho mayor valor para el agricultor.

Los suelos podzólicos y morenos intermediarios son abundantes en el nordeste de los Estados Unidos y en casi todo el territorio de los Dominios del Canadá, al oriente de las montañas Rocallosas. En Suramérica apenas si existen en la costa chilena, al sur de Valparaíso; en Africa se conocen en los montes Atlas y en la Colonia del Cabo, y en Oceanía aparecen en los extremos meridionales de Australia, y en Nueva Zelandia, en pequeñas extensiones. En cambio, en Eurasia son comunes en casi toda Europa, excepto en la parte sur de España, Italia y Grecia, prolongándose en ancha faja por la Rusia europea y Siberia, a linde con la zona de las tundras, hasta Mongolia, Corea y Japón.

En cuanto a los suelos de las tierras en sabanas o desérticas, es

lógico esperar que se diferencien radicalmente de los anteriores. La falta de bosques en los primeros y la aridez característica de los desiertos y de las estepas, junto con el ambiente atmosférico que domina en esas regiones, son factores que determinan una formación distinta de los suelos que les corresponden.

En las zonas de sabanas, la muerte de las plantas herbáceas va dejando residuos orgánicos de la parte externa de las mismas y de las raíces fibrosas que penetran hasta más de un metro de profundidad en el piso, y como la humedad, periódicamente, es muy escasa, la acumulación del humus es abundante, y éste se va cargando de compuestos coloidales calizos, libres de acidez, y de color oscuro— casi negro— que forman un suelo agrícola excelente para los cultivos, en mayor o menor grado, según la distribución estacional de las lluvias, las condiciones de temperatura y los tipos vegetales a que pertenezca la yerba. Los mejores, denominados por los rusos *chernozem* (suelos negros) se forman cuando las lluvias son escasas, apenas suficientes para llevarse en solución los minerales más solubles, dejando la cal y otros elementos valiosos en el suelo. En tierras de esta clase, las cosechas más exigentes son abundantísimas, sin necesidad de abonos por largo tiempo. En las comarcas tropicales semi-húmedas, de fuerte calor, la activa acción bacteriana acorta su duración y merma su espesor, pero cuando la humedad es abundante, resultan los magníficos *suelos negros de las praderas*, intermediarios entre los *chernozem* y los derivados de los bosques, un tanto más pobres en sustancias alcalinas, a menos que el subsuelo sea rico en calizas, en cuyo caso se forma el suelo denominado *rendzina*, especial para ciertos cultivos.

Por cuanto en las estepas la escasez de humedad no puede provocar sino una vegetación raquílica, los despojos orgánicos que tienden a formar el humus, provienen principalmente de las raíces de las yerbas y de los arbustos, y la acumulación de sustancias alcalinas se aproxima más a la superficie del suelo que en los genuinos *chernozem*. Por consiguiente, los suelos de las estepas, generalmente de color moreno, aunque aptos para la agricultura en cuanto se refiere a la composición química, suelen destinarse para el pastoreo, a menos que sean susceptibles del empleo de sistemas de riego adecuados.

En los desiertos, naturalmente escasos en vegetación, los suelos carecen de la necesaria materia orgánica, y no son, en resumen, sino los despojos minerales de las rocas del lugar, al alterarse por la acción de los agentes atmosféricos característicos de la región, conforme se vió en otro lugar. Su color predominante es gris, debido a la fuerte concentración —muchas veces en capas endureci-

das— de las sustancias alcalinas que se generan al descomponerse ciertos minerales de las rocas, sin la humedad del caso para ser sustraídas del sitio en que se forman. Los arenales de transporte o in-situ que se originan por la acción de los vientos, y las fuertes concentraciones salinas, son prácticamente inutilizables para la agricultura; pero los suelos mixtos de los desiertos suelen tener algún valor, sometidos a los sistemas de riego.

Finalmente, en las zonas árticas de las tundras, los suelos tienen exceso de humedad, debido a la lenta evaporación del agua en esas elevadas latitudes, y la materia orgánica se va acumulando, como sucede en los pantanos, en especie de turberas. Si el drenaje es factible —lo que no es común— se pueden utilizar esos suelos para cultivos mediocres de plantas herbáceas. Por consiguiente, su valor económico es casi nulo.

Las regiones más notables en que dominan los suelos negros de sabana (chernozem) se encuentran en Tejas y en Kansas, en los Estados Unidos; en el centro de las cuencas del Plata y del San Francisco, en Suramérica; en pequeñas extensiones del África central y austral; en extensa zona de Siberia, de Manchukuo y centro de la India, y finalmente, en algunas comarcas del sudeste de Australia. Los valiosos suelos de pradera son comunes en el interior de los Estados Unidos y en el centro de Méjico; en Uruguay y los territorios colindantes al norte y al sur, y en ancha faja en el África ecuatorial. En cuanto a los suelos morenos de las estepas, se encuentran en el oeste de los Estados Unidos, al pie de las montañas; en porciones meridionales del mismo país y setentrionales de Méjico; en la cuenca occidental del Plata y en gran porción de la Patagonia occidental; en considerable extensión del África central y austral; en Marruecos, Portugal, España, el sur de Siberia, Anatolia, Persia, Afghanistan y norte de la India y en algunas zonas al norte y al sur de Australia, lo mismo que en otras islas de Oceanía. Los suelos grises de los desiertos y los de las tundras aparecen en casi todas las regiones de esta clase anotadas al tratar de los climas.

Por lo expuesto hasta aquí, se podrá formar una mediana idea de la grandísima variedad de suelos agrícolas que cubren la parte enjuta del planeta, y de las características que los distinguen para ser utilizados por agrupaciones humanas, con mayor o menor facilidad y resultados, todo lo cual se traduce en factores climáticos económicos que se reflejan en el modo de ser y de vivir de las gentes.

El arte de saber conocer, buscar y aprovechar tan valioso don natural, es tarea que incumbe a los agrónomos, dirigidos y soporta-

dos por el Estado. Al numeroso gremio de labriegos que le es imposible discernir, con juicio y acierto, en estas materias, por falta de conocimientos que no puede adquirir, y los errores que a diario se cometen, malgastando riqueza pública irreemplazable fácilmente, culpa son de los dirigentes. Ya se ha hecho notar la manera como las fuerzas de gradación alteran la superficie terrestre. En ese proceso natural e incesante, los suelos agrícolas llevan la peor parte. Los desmontes injustificados, el fuego, las corrientes de agua, los riegos mismos cuando no son científicamente establecidos, las lluvias, los vientos etc., son factores que se combinan para la destrucción en un *momento* de lo que la naturaleza ha preparado *en millones de años*. Además, las plantas mismas incorporan en los frutos de las cosechas que van a otra parte, gran cantidad de los elementos críticos constitutivos de los suelos, con lo cual éstos se van empobreciendo, hasta llegar a la esterilidad. Las lluvias, sobre todo, arrastran mecánicamente y en solución, cantidades fabulosas de valiosos suelos. Por ejemplo, en la zona algodonera del sur de los Estados Unidos, según cálculos del Departamento de Agricultura de ese país, la lluvia anual —alrededor de 1 m.— sustrae del suelo elementos críticos fertilizantes por un valor de más de 300 millones de dólares. Qué diremos en Colombia (y lo mismo pasa en muchos otros países) en donde la agricultura está limitada, casi exclusivamente, a las zonas de ladera, y es practicada caprichosamente por campesinos ignorantes, sin dirección alguna? Los hechos van demostrando que si se continúa como hasta ahora, no pasará mucho tiempo sin ver convertidas en yermos inhospitalarios grandes zonas del país, con lo cual la población se verá obligada a desplazarse de sus lares, iniciándose así la decadencia de la nacionalidad.

(Continúa)

