

## LECCIÓN DÉCIMOQUINTA.

### ANÁLISIS FÍSICO DE LAS TIERRAS.

Definido ya este análisis en la página 624; dicho cuanto concierne al interés de este método al ocuparnos de las cualidades físicas del suelo que influyen en las distintas fermentaciones y de lo expuesto en las páginas citadas al principio de la lección anterior así como de lo consignado en las páginas 650, 651 y 652, entremos ya en el examen é influencia agrícola de cada una de las propiedades físicas de los terrenos de labor, no sin antes dejar anotado que estas cualidades dependen de la constitución mineralógica ó naturaleza de los *principios dominantes de la tierra*, de la composición química, del grosor y dirección de las diversas capas yuxtapuestas del terreno y también de las condiciones del aire, todo según podremos demostrar en adelante.

En el estudio de las propiedades físicas seguiremos los trabajos de Otth, Dawi, Schübler, Girardín y Schloesing, quienes especialmente se

han dedicado á la demostración, efectos é importancia de estas cualidades de los suelos.

**Densidad.**—*Densidad ó peso específico* es el peso de la tierra en igualdad ó unidad de volumen con el agua destilada á la temperatura de 4°.

Hallado el peso (P) de la tierra y el peso (p) de un volumen igual de agua á 4°, el cociente  $\frac{P}{p}$  señala la densidad comparativamente á la unidad ó igualdad de volumen.

El peso de un litro de tierra es, como dijimos en la desecación, de 550 á 1.600 gramos, según la composición del terreno, y se averigua llenando con tierra desecada al aire un vaso métrico de un decímetro cúbico (un litro), *apretándola ligeramente*. Pesando esta tierra en una balanza y descontando el peso del vaso, se tendrá el peso específico aparente del suelo seco, como si antes de ser desecada la tierra al aire se pesó, se sabrá ahora por diferencia el agua que contiene.

Pero ya se comprenderá que el peso de un volumen dado de tierra variará según esté seca ó húmeda, y según se recalquen y se aprieten más ó menos las partículas componentes. De aquí que el *peso relativo directo* de un litro de tierra sea poco mayor de un kilogramo y corresponda generalmente á dos kilogramos y medio en peso específico; por lo que para los transportes de tierra la equivocación es positiva á no recurrir á coeficientes experimentales conocidos y poco exactos.

Un medio práctico y de aproximación para hallar el peso específico de las tierras (usado por

Dawi), consiste en escoger dos frascos de dos decilitros de capacidad (por ejemplo) cada uno; en uno se echa agua destilada hasta la mitad de su cabida, y en el otro se echa á la mitad agua pura y se completa con tierra bien seca hasta que enrase con el borde. En este caso, para llenar el frasco 2.<sup>o</sup> ha sido necesario un volumen igual de tierra que de agua, y el aumento de peso en este frasco con agua y tierra respecto del otro 1.<sup>o</sup> con agua sola, nos indica la densidad de este volumen de tierra comparativamente con igual volumen de agua y toda vez que el peso de cada decilitro del agua pura equivale á 100 gramos.

Un medio más exacto de laboratorio agrícola se aconseja para hallar la densidad de la tierra partiendo del principio físico de Arquímedes que, como es sabido, dice: «todo cuerpo sumergido en un líquido, pierde de su peso lo que pesa el volumen del líquido desalojado».

Pesada la tierra en el aire ( $P$ ) y luego en el agua ( $P'$ ), la diferencia entre estas dos cifras ( $P - P'$ ) da el valor de  $p$ , ó sea el peso de un volumen de agua igual al volumen de la tierra.

Veamos cómo: Se coge un frasco esférico terminado por un cuello largo, lleno de agua pura, y á la boca de este frasco se acomoda un tapón de corcho con un agujero central, á través del que pasa un tubo delgado, por cuyo tubo penetra el agua hasta una marca conocida. Echando gota á gota agua con una pipeta, se enrasa el menisco del líquido con la señal del tubo y se toman 100 gramos de tierra seca; esta muestra de tierra y el frasco con el agua se ponen en uno de los platillos de una balanza, y en el otro

platillo se van echando granos de plomo hasta equilibrar los pesos; luego se retira la muestra de tierra (dejando los pesos), y del frasco destapado se va extrayendo cierta cantidad de agua con la pipeta; se echa la tierra en el frasco, se tapa con el corcho y se enrasa el líquido otra vez, echando (si hace falta) agua con la pipeta. El frasco con la tierra se lleva al mismo platillo de la balanza en que antes se pesó, y se notará que ahora tiene menos peso que antes por el volumen de agua desalojado, como lo revela el platillo ~~of~~ puesto que baja; se van echando granos de plomo en el platillo del frasco hasta lograr el equilibrio, y estos granos ( $p$ ) representan el peso del volumen de agua desalojado.

Como ya conocemos el peso en el aire de la tierra seca ( $P$ ) y el peso del volumen de agua ( $p$ ), la densidad de la tierra ó sea  $d$  es igual á  $\frac{100}{p}$ , lo que comprueba lo dicho anteriormente, como se deduce de la sencilla proporción siguiente: peso ( $p$ ) del volumen de agua, es al peso ( $P$ ) de la tierra en el aire, como la densidad del agua ( $1$ ) es á la densidad de la tierra ( $x$ )

$p : P :: 1 : x$ . De donde

$$x = \frac{P \times 1}{p} = \frac{P}{p}$$

Según estos ensayos de Dawi, resulta:

- 1.º Que la arena es el principio más pesado.
- 2.º Que las arcillas son tanto menos densas cuanto menos arena contienen.
- 3.º Que la caliza fina, el carbonato de

magnesia y el *humus* disminuyen el peso específico de las tierras, haciéndolas ligeras, pulverulentas y secas.

4.º Que las tierras de labor son, por consiguiente, tanto más densas cuanto más arena contienen, y más ligeras cuanto más arcilla, caliza fina y *humus*.

5.º Que por la densidad de los terrenos se puede deducir su *constitución mineralógica* ó predominio de los principios *abundantes*, indicando el peso específico 2,60 á 2,80 bastante proporción de arena, y 1,50 á 2,25 predominio de *humus*. Como generalmente abunda la arena (páginas 644 y siguientes), la densidad de las tierras está en relación con este principio (2,75), y

6.º Que las denominaciones de *pesadas* y *ligeras* que los prácticos usan no se refieren á la densidad sino á la cohesión y tenacidad de las tierras, propiedades que estudiaremos en seguida.

El peso de un metro cúbico de tierra recién removida y poco comprimida es de 1.200 á 1.300 kilogramos, aumentando mucho esta cifra si la tierra está muy apelmazada ó apretada ó muy húmeda. La humedad escasa influye poco en el peso; así, una tierra seca y una tierra con el 8 ó 10 por 100 de agua pesan casi lo mismo, y hasta menos la húmeda; y aunque parezca extraño esto, se explica teniendo en cuenta que al humedecerse la tierra, y por los gases que producen las fermentaciones que experimenta, aumenta de volumen aparente (*se esponja*) en mayor grado que aumenta de peso.

El conocimiento de la densidad de la tierra es de útil aplicación práctica para el cálculo de

volumen, de peso y de tracción en los transportes de terrenos.

**Cohesión y tenacidad.**—Cohesión se llama á la consistencia de las tierras ó á la mayor ó menor fuerza que mantiene unidas las partículas terrosas (*trabazón*); como se llama cohesión la atracción entre las moléculas de los cuerpos ó fuerza que mantiene unidas las moléculas de los cuerpos (1) según las *acciones* ó *fuerzas moleculares* que la Física enseña.

*Tenacidad* es la fuerza ó esfuerzo necesarios para destruir la unión molecular de la tierra ó la resistencia que opone la tierra á ser disgregada por una fuerza (choque, presión, tracción, etcétera).

Por estas definiciones se comprenderá la posible y general confusión de estas propiedades y la necesidad de estudiarlas juntas para distinguir las, pues que *la tenacidad viene á ser la medida de la cohesión*.

*La cohesión* se determina artificialmente, amasando muestras de tierra á las que se da la forma de bolitas de 3 centímetros de diámetro; luego se las deseca al sol ó al calor moderado, y después se las somete á la presión.

Las bolitas de *tierras arenosas* (*ligeras* ó *frágiles*), si se logra moldearlas, *son de tan poca consistencia que se desmoronan por sí solas ó se pulverizan por leve presión de los dedos*; las *buenas tierras añables* resisten algo á la presión de la mano ó de los dedos, pero *se reducen á polvo*

---

(1) Páginas 438, 439, 440 y 441.

por un pequeño esfuerzo ó choque, y las tierras arcillosas fuertes requieren el choque de un cuerpo duro para deshacerse en fragmentos que no se desmenuzan más entre los dedos.

También se aprecia la *cohesión* moldeando las mismas bolitas con las tierras de ensayo, calentándolas después al rojo cereza, dejándolas enfriar y echándolas inmediatamente en agua. Las tierras *silíceas se disgregan inmediatamente*; las *muy calizas se deslien más pausadamente* y hasta exigen alguna presión entre los dedos, y las *arcillosas conservan sus formas* y aún son más duras que antes de calentarlas.

He aquí el grado de cohesión de las tierras según Schübler:

	Grados
Arcilla pura . . . . .	100
Tierra arcillosa . . . . .	83,3
Carbonato de magnesia. . . . .	11,5
Humus. . . . .	8,7
Tierra de jardín. . . . .	7,6
Yeso. . . . .	7,3
Caliza fina. . . . .	5,9
Arena silícea ó calcárea. . . . .	0,0

*La tenacidad* se ha determinado fabricando prismas (ladrillitos) de 5 centímetros de largo y ancho por  $1\frac{1}{2}$  de grueso, en moldes de madera, cuyos prismas se desecan y después se ponen sobre dos soportes de madera que equidisten por arriba unos 4 centímetros; se rodea á los prismas con un hilo del que pende un platillo; sobre este platillo se van echando pesos hasta romper los prismas. De este modo Schübler ob-

servó que con las tierras *arenosas* no se podían hacer prismas después de secas, siendo *nula su tenacidad*; que las tierras *calcáreas* sostenían *más pesos*, y *muchos más las arcillosas*, confeccionando la siguiente escala de tenacidad:

	Kilogramos.				
Tierras arenosas (silíceas ó calizas)	0,00				
Idem calizas . . . . .	0,55				
Idem calizas <sup>7</sup> finas . . . . .	1,00				
Idem yesosas . . . . .	1,23				
Idem arcillosas puras . . . . .	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="padding-left: 5px;">11,01 á</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding-left: 5px;">18,22</td> </tr> </table>	}	11,01 á		18,22
}	11,01 á				
	18,22				

No puede dudarse que por estas manipulaciones las partículas terrosas se agregan de modo distinto á como están naturalmente, porque la cohesión de las tierras agrícolas está modificada (en el estado natural) por la sequedad, la humedad, el calor, el frío (heladas), etc. Por esto los campesinos ó braceros tienen una regla útil positivamente para estimar la tenacidad de las tierras con más evidencia, por la fuerza que tienen que hacer en uno ó varios golpes de azada ó de pala; y por esto también el Conde de Gasparín para evaluar la tenacidad ó el esfuerzo necesario para vencer por los instrumentos de cultivo la resistencia que los suelos oponen á la disgregación de sus partículas en la época de ejecución de las labores necesarias, recomienda el uso de la *pala dinamométrica* ó de medida de este esfuerzo, instrumento de 2,75 kilogramos de peso, de 15 centímetros de anchura y dividido en milímetros de abajo arriba en un lado, para apre-



ciar, igualmente en todos los casos, lo que penetra en el suelo cuando se deja caer desde un metro de altura.

Aparte de otras condiciones la proporción de arcilla y de humatos influye directamente en la cohesión y tenacidad de las tierras.

Importa sin embargo recordar ahora lo expuesto acerca de la influencia del *humus* y de la caliza sobre la arcilla (páginas 530, 533 y 534) para que se comprenda aquí cómo contribuyen también á disminuir la cohesión de las tierras muy fuertes. Hay que tener presente además que en la cohesión influye el grado de división molecular de los componentes de la tierra, haciéndose los suelos tanto más consistentes cuanto más finas son las partículas terrosas, endureciéndose en tiempo seco y encenagándose en tiempo húmedo ó lluvioso (á igual dosis de arcilla y humatos).

Los terrenos sueltos (arenosos) ganan en cohesión por la humedad. La denominación de *fuertes ó pesados* y de *ligeros ó sueltos*, que se dá vulgarmente á los terrenos, se aplica á la mayor ó menor cohesión y tenacidad respectivamente.

La cohesión de las tierras fuertes (arcillosas) se disminuye, del otoño al invierno, por las heladas, porque al congelarse el agua de la tierra aumenta de volumen y disasocia las partículas.

El fuego evaporando el agua de las tierras arcillosas cambia la naturaleza de los suelos y disminuye también la cohesión (páginas 524 y 525).

Las labores, disgregando las partículas te-

rrosas, aminoran también la cohesión del terreno.

**Adherencia ó adhesión.**—Es otra fuerza física ó acción molecular que corresponde á una modalidad de la cohesión y que consiste en la atracción entre las superficies de dos cuerpos.

Esta cualidad se observa en algunas tierras húmedas que se adhieren, se pegan á los pies y á los instrumentos de labor ó aratorios.

Para comprobar esta cualidad se toman muestras de tierra, se las deslíe en agua, se las coloca en un tamiz hasta que no goteen y luego se las extiende sobre un molde, y se ponen en contacto, primero con un disco de madera y después con otro de hierro de un decímetro cuadrado, suspendido del extremo de una balanza muy sensible, la cual lleva un platillo en el otro extremo. Establecida la adherencia entre la tierra y cada uno de los discos, se van echando pesos en el platillo, hasta que se logra separar la superficie del disco de la superficie de la tierra, indicándonos estos pesos el grado de adherencia de la tierra ensayada.

Según estos experimentos resulta que la *arcilla* es el componente de *más* adherencia, *sigue la caliza*, siendo las *arenas* (calcárea y silíceas) las *menos* adherentes.

Con instrumentos de labor por decímetro cuadrado, Schübler hizo la siguiente escala de adherencia:

Kilogramos

	Instrumen- tos de hierro.	Instrumen- tos de ma- dera de haya
Arcilla pura . . . . .	1,220	1,320
Tierra arcillosa . . . . .	0,780	0,860
Tierra caliza fina . . . . .	0,650	0,710
Tierra yesosa . . . . .	0,490	0,530
En el humus . . . . .	0,400	0,420
Tierras de jardín . . . . .	0,290	0,340
En el carbonato de magnesia.	0,260	0,320
En las arenas calcáreas . . . .	0,190	0,200
En la arena . . . . .	0,170	0,190

A las tierras adherentes se las llama también *pesadas*.

En el grado de adhesión influye la naturaleza de los cuerpos, siendo así mayor la adherencia de la tierra con la madera que con el hierro, como influye también el pulimento y la extensión de las superficies y si parece que los instrumentos armados de púas de madera (*gradas ó rastras*) disgregan mejor las tierras arcillosas humedecidas que los de hierro, débese á que los instrumentos de hierro por su mayor peso profundizan más y ofrecen más superficies (cubo) al rozamiento.

Se puede además conocer la tenacidad y la adherencia para calcular el gasto de tracción animal (número y calidad de animales de tiro y raciones alimenticias necesarias por las labores) usando el dinamómetro, colocado entre el instrumento aratorio y los animales que tiran y aplicando las teorías que se consignaron en el

artículo del trabajo (1). Y por más que los agricultores hacen estos cálculos prácticamente, tén-gase en cuenta que puede haber falta de esfuer-zo con perjuicio para la salud de los animales, aun estando bien alimentados, ó puede sobrar fuerza que paga inútilmente el cultivador con el *sostenimiento* de los animales que no desplegan todo el trabajo que pueden proporcionar.

**Higroscopicidad.** — Es la propiedad de absorber y retener las tierras entre sus par-tículas cierta cantidad de agua que no dejan es-capar.

Esta cualidad es importantísima, porque sin ella los terrenos carecerían del agua necesaria á la vegetación y que las plantas toman del suelo por las raíces.

La higroscopicidad depende de la naturaleza de los elementos constitutivos de los suelos, de la afinidad (págs. 440 y 441), de las tierras se-gún su composición para con el agua y del gro-sor de las partículas terrosas (págs. 520 y 528).

Se demuestra esta cualidad viendo el aumen-to de peso que adquieren muestras de tierra de-secadas y pesadas, á las que luego se añade agua en cantidad bastante para hacer una pasta clara que se pone sobre un filtro de papel previamen-té humedecido y pesado, y después de que ya no gotea más, se pesa el filtro con su contenido, indicándonos el aumento de peso la cifra de agua retenida por la muestra; cifra que se consi-dera como la medida de la higroscopicidad, ha-biéndose establecido por Schübler la escala si-guiente:

---

(1) Páginas 106 á 116.

Aumento de  
agua por 100 de  
peso de la tierra

Arena pura. . . . .	25
Yeso. . . . .	27
Arena calcárea. . . . .	29
Greda suelta . . . . .	40
Greda fuerte . . . . .	50
Tierra arcillosa . . . . .	60
Arcilla pura . . . . .	70
Caliza fina. . . . .	85
Tierra de jardín . . . . .	89
Humus. . . . .	190
Carbonato de magnesia. . . . .	456

Schloesing y Risler tachan de errónea esta determinación de la higroscopicidad, porque en el estado natural las tierras no contienen el *máximum* de agua correspondiente á estas cifras, efecto de que el escurrido de las capas superficiales del suelo agrícola (aparte excepciones contadas que daremos á conocer) es más completo que sobre los filtros indicados, con los que el agua ocupa y llena los intersticios de la tierra. El agua que ciertamente retiene la tierra se averigua sacando muestras de tierra á 10 centímetros de profundidad, después de las lluvias y ya que el escurrido del agua se ha efectuado, y desecando estas muestras como sabemos.

Y así se observa que las tierras arables contienen del 30 al 45 por 100 de agua, y las arenosas gruesas del 3 al 4 (10 veces menos).

La higroscopicidad está en razón directa de la finura ó tenuidad de las partículas terrosas, como depende de la carencia de cemento mineral ú orgánico (arcilla, caliza ó *humus*, según la

naturaleza de los suelos). Así, pues, las tierras de partículas finas que carezcan de cemento serán higroscópicas y se harán barro ó cieno, por no conservar su división en moléculas (páginas 530, 533 y 534).

Conviene hacer notar que no hay relación entre la tenacidad y la adherencia y la higroscopicidad, porque la caliza fina y el mantillo son muy higroscópicos y son menos tenaces y adherentes (más sueltos ó ligeros) y fáciles de trabajar.

### ***Permeabilidad y capilaridad.*—**

*Permeabilidad* es la propiedad que tienen las tierras de dejar pasar más ó menos fácilmente el agua á través de su masa de arriba abajo, y *capilaridad* es la cualidad que tienen las tierras de dejar pasar el agua más ó menos fácilmente á través de su masa de abajo arriba y lateralmente.

Por estas dos propiedades (que dependen de la porosidad de las tierras), el agua necesaria á la vegetación circula por el suelo. Por la capilaridad, el agua baja á las capas profundas, donde se deposita (pág. 524), y por la permeabilidad, el agua sube pausadamente á medida que se evapora en las capas superficiales.

La permeabilidad permite el acceso de los gases y del aire, que con la humedad circulante aumenta las fermentaciones con el aumento consiguiente de calor.

Los medios de disminuir la cohesión de las tierras (heladas, fuego y labor) favorecen la permeabilidad, y las acciones radiculares (páginas 243, 568 y 569).

Se comprueba la permeabilidad tomando muestras de las diferentes tierras en peso fijo; se desecan estas muestras á igual temperatura y se deslien luego en agua; después se colocan sobre un tamiz fino (de crin) ó sobre un lienzo que se coloca sobre una pasadera ó embudo de fondo llano; se riega cada muestra con una cantidad conocida de agua, y observando el tiempo que tarda en pasar y el modo como pasa ó cuela el agua, se deduce la permeabilidad de la muestra.

En general, las *arenas son las más permeables*, dejando pasar el agua á medida que la reciben (á chorro), pero las *tierras arcillosas* sólo dejan pasar el agua gota á gota.

El Conde de Gasparín ha hecho un estudio detenido de la capilaridad, deduciendo:

1.º Que la arena gruesa y sin caliza es la tierra más permeable.

2.º Que la arena silíceá fina tarda algo más en la filtración y tarda lo mismo que la arena gruesa mezclada con caliza.

3.º Que las arenas de ciertos bosques y la tierra caliza con 11 por 100 de mantillo presentan aumentado el tiempo de filtración en 5 veces aproximadamente respecto á la arena fina, y en 6 veces respecto á la arena gruesa.

4.º Que en la magnesita (silicato de magnesia hidratado) el aumento de tiempo en la filtración es 10 veces más que el de la arena fina y 12 veces más que el de la arena gruesa y con relación á la arena grosera, la caliza (mármol blanco pulverizado), el aumento dicho es de 70 veces, y

5.º Que la creta blanca (carbonato de cal terroso y poco coherente) y algunas arcillas son

muy poco permeables, tardando en filtrar 166 veces más que la arena gruesa, y aun 200 veces más que la arena basta, la arcilla de alfareros.

Esta propiedad también depende (como se ve) de la constitución mineralógica del suelo, y además, y principalmente, del grosor de las partículas terrosas, por razón de las dimensiones correspondientes á los intersticios que dejan entre sí.

La capilaridad se aprecia amasando separadamente varias muestras de tierras con las que, una vez secas á la acción del fuego, se confeccionan cilindros que se introducen por una de sus bases en agua ó colocando las muestras en tubos de cristal cerrados por una de sus bases con tela metálica, cuya base se pone en contacto con una superficie líquida. Por la altura á que el agua llega y por la velocidad con que sube, se deduce la capilaridad.

La capilaridad depende también de la naturaleza de las tierras, pero más aún de los diminutos intersticios intermoleculares que hacen de tubos capilares, que aunque sinuosos, producen la acción expuesta y conocida por la Física.

Se comprenderá ahora bien que la *relación* existente *entre la permeabilidad y la capilaridad* se halla entre ciertos *limites medios* con partículas pulverulentas en determinado estado de incoherencia (págs. 530, 533 y 534), porque en las arenas gruesas los espacios intermoleculares son muy grandes y no se efectúa la capilaridad (sino la evaporación por el calor solar), y en las arcillas simples é impermeables (pág. 524) los intersticios intermoleculares son tan diminutísimos que no hay condiciones convenientes para



la formación de tubos capilares, constituyendo, digamos así, una lámina continua (pág. 524).

Por supuesto que la conveniente relación entre la permeabilidad y la capilaridad sólo es propia de las tierras dotadas del cemento mineral ú orgánico aludido (págs. 530, 533 y 534) según una constitución mineralógica adecuada (página 535).

Del conocimiento comparativo de la permeabilidad y de la capilaridad, el Conde de Gasparin formuló estas conclusiones:

1.º La arena fina es muy permeable y muy capilar.

2.º El mármol pulverizado y la creta (caliza) son poco permeables pero muy capilares.

3.º El mantillo es aún menos permeable y muy capilar.

4.º La magnesia y las arcillas son poco permeables y poco capilares.

**Desecabilidad y contracción de las tierras por el calor.**—

Las tierras se desecan más ó menos al influjo del aire, es decir, pierden por evaporación más ó menos humedad por el calor atmosférico, no como se realiza el fenómeno sobre la superficie de las aguas, porque la tierra retiene el agua en más ó menos proporción (higroscopicidad). Por consiguiente, la desecabilidad ó evaporación de las tierras está en razón inversa de su higroscopicidad, lo que influye en la vegetación decididamente, siendo *fríos y húmedos* los terrenos poco desecables y muy higroscópicos, y *secos y cálidos* los desecables y poco higroscópicos, con todas las consecuencias inconvenientes, ya en unos como en otros, para la nutrición de las plantas.

*La desecabilidad* de las tierras se demuestra sencillamente humedeciendo muestras de tierra hasta la imbibición y filtrando después el excedente del líquido. Satisfecha así la capacidad de saturación por la higroscopicidad, se pone cada una de las muestras uniformemente esparcidas sobre un disco de latón ó de porcelana de un decímetro cuadrado; se pesan los discos con las tierras y luego se ponen á desecar á  $30^{\circ}$  de calor (ó á más ó menos temperatura) al sol ó á desecar en locales cerrados y cuya atmósfera se deseca también con trozos de cloruro cálcico ó recipientes con ácido sulfúrico distribuídos convenientemente; transcurrida una hora se pesan otra vez los discos con las muestras, señalando la pérdida de peso el agua evaporada ó la desecabilidad de las tierras. Si se quiere saber la cantidad de agua retenida por las muestras, se lleva la desecación al extremo por los análisis sabido (pág. 529 á 536).

*Se desecan pronto las arenas y el yeso* (que pierden  $\frac{3}{4}$  y más de humedad); *luego las gredas* (que pierden  $\frac{1}{2}$  de agua); *después la arcilla* pura que sólo pierde  $\frac{1}{3}$  de humedad); el *humus* evapora solamente  $\frac{1}{5}$ , y el *carbonato de magnesia*  $\frac{1}{10}$  de su humedad, según Schübler obtuvo por la siguiente gradación, con tierras desecadas á  $18^{\circ},75$  durante 4 horas y 4 minutos, y partiendo de 100 del agua propia de la muestra:

La arena pura perdió . . . . .	88,4
La arena calcárea. . . . .	75,9
El yeso. . . . .	71,7
La greda suelta . . . . .	52,0
La greda fuerte . . . . .	45,7
La arcilla pura . . . . .	31,9
La caliza fina. . . . .	28,0
La tierra de jardín . . . . .	24,3
El humus. . . . .	20,5
El carbonato de magnesia. . . . .	10,8

Con estos datos y los que proporcionan las propiedades precedentes se puede deducir el grado de humedad de las tierras.

La evaporación depende de la intensidad calórica y luminosa (según el clima, exposición, estación y hora del día), compensando en ocasiones los rocíos (págs. 364, 365 y 367) las pérdidas de humedad que el sol produce en las tierras durante el día por la evaporación.

Se dice que en una parte de tierra cubierta de plantas la evaporación hace perder en un año la cantidad de agua equivalente á una capa de 27 centímetros de altura, y que sin plantas, la misma tierra, pierde agua equivalente á una capa de 24 centímetros, resultando *más seca la tierra con vegetación*. Si se tiene en cuenta que por su gran superficie las plantas vienen á perder dos tercios del agua que absorben por las raíces, si se repara en las cifras precedentes y si se piensa en que la sombra que las plantas proyectan sobre el suelo impide la influencia solar y la evaporación consiguiente, vendremos á deducir que *el suelo con vegetación es más húmedo que el despoblado*, máxime si se acepta que las

tierras y las plantas se reponen de la humedad perdida con los rocíos (págs. 364, 365 y 367).

La aptitud de las tierras para desecarse al aire se halla subordinada á la relación en términos medios entre la permeabilidad y la capilaridad. En efecto, para una misma humedad, cierto grado de capilaridad proporciona el agua necesaria á las plantas, mientras que una tierra de tenuísimas partículas no ofrecerá tubos capilares que *transporten* el agua á la superficie.

Así, Sachs ha visto marchitarse el tabaco en tierras arcillosas de finísimas moléculas con 8 por 100 de agua, mientras que en tierra arenosa la misma planta no se secó hasta que la humedad llegó á 1,5 por 100, lo que demuestra la variable circulación del agua por la capilaridad.

La *contracción*, la disminución de volumen que en las tierras determina el desecamiento, está subordinada á la naturaleza de sus componentes y al estado de división molecular.

Se logra comprobar aproximadamente la disminución de volumen de las tierras, por la desecación, moldeando pequeñas figuras cúbicas de dimensiones conocidas, exponiéndolas á la temperatura que se desee y viendo luego (con el Nonius ó Vernier) el número de milímetros ó fracción de milímetros que las figuras han perdido en una arista por la contracción.

De estos ensayos de laboratorio se sabe que las *arenas* (silíceas y calizas) y el *yeso*, *no se contraen apreciablemente* con el tránsito de la humedad á la sequedad; que las *calizas* pulverulentas *acortan 5 centésimas*; *algo más las gredas*; las *tierras arables* 10; la *arcilla pura* 18, y el *mantillo* 20, lo que corresponde á las pérdidas

expresadas en la siguiente tabla de Schübler, según 1.000 partes en volumen de la muestra:

	Pérdida.
Arena pura y yeso . . . .	Nada ó muy poca.
Tierra caliza fina. . . .	50
Greda suelta . . . .	60
Greda fuerte . . . .	89
Tierra arcillosa . . . .	114
Tierra de jardín, . . . .	149
Carbonato de magnesia. . .	154
Arcilla pura . . . .	183
Humus. . . .	200

Como se puede ver, esta propiedad no guarda relación con la higroscopicidad (carbonato de magnesia y arcilla), ni con la tenacidad (humus y arcilla).

Los perjuicios de la desecabilidad se explican con la indicación de los excesos de humedad ó sequedad, de calor ó de frío, que las tierras y las plantas experimentan en las diversas clases de terrenos y en los diversos climas; y los perjuicios de la disminución del volumen de las tierras se explican por la presión y rotura que sufren las raíces (superficies absorbentes) impidiendo su desarrollo, así como produciendo huecos ó grietas que ventilando las raíces las desorganizan, ya por evaporación de sus jugos (pág. 368 y sus citas), ya por descomposición de sus principios inmediatos orgánicos al influjo del calor y de la luz.

Las grietas pueden ser mayores ó menores, acentuando más ó menos sus efectos perniciosos sobre las más ó menos tiernas raíces.

Formada una grieta, quebrada ó curva, al producirse otra á su lado, la segunda se traza según la ley de menor resistencia que ofrezca la separación de los materiales del terreno, siendo perpendicular á la primera y formándose en conjunto un dibujo de líneas ó grietas curvas ó quebradas que así ordinariamente se cortan en ángulo recto.

Y á propósito: el menor coeficiente de contracción de las calizas finas, respecto al de la arcilla, explica también cómo se pulverizan las margas (compuestos de arcilla y carbonato de cal), al contacto de la atmósfera.

***Aptitud de los suelos agrícolas para absorber la humedad y los gases del aire.***—Las tierras se apropian la humedad del aire, á cuya cualidad se la ha llamado *facultad higrométrica de las tierras é higroscopicidad*.

También Schübler determinó esta propiedad poniendo 5 gramos de muestras de distintas tierras previamente desecadas y al estado pulverulento, sobre platillos circulares sostenidos por un pie ó soporte, bajo una gran campana de cristal que á su vez descansaba sobre un depósito ó vasija de agua, con lo que se confina en el interior de la campana una atmósfera saturada de humedad y á la temperatura de 15 á 18°. Al cabo de 12, 24, 48, 72 ó más horas de estar las muestras en estas condiciones expuestas al sol, se sacan y se pesan, y el aumento indica en cierto modo la cifra de vapor acuoso absorbido, notándose:

- 1.º Que las tierras absorben más al princi-

pio del experimento que después cuando llegan al punto de saturación.

2.º Que por la menor temperatura absorben más de noche que de día, y

3.º Que el *mantillo* y el *carbonato de magnesia* son las substancias que absorben mayor cantidad de vapor acuoso del aire (más el *humus* un 60 por 100); luego la *arcilla pura*, *tierras de jardín*, *calizas finas y gredas*; absorben poco las *arenas calizas*; casi nada el *yeso*, y nada la *arena silícea*, guardando esta propiedad casi relación directa con la higroscopicidad.

Escala según Schübler:

Arena pura. . . . .  
 Yeso puro . . . . .  
 Arena calcárea. . . . .  
 Tierra caliza fina. . . . .  
 Tierra arcillosa. . . . .  
 Tierra de jardín. . . . .  
 Arcilla pura. . . . .  
 Carbonato de magnesia . . . . .  
 Humus . . . . .

Humedad atmosférica absorbida

En 12 horas	En 24 horas	En 48 horas	En 72 horas
0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,5	0,5	0,5
1,0	1,5	1,5	1,5
13,0	15,5	17,5	17,5
15,0	18,0	20,0	20,5
17,5	22,5	25,0	26,0
18,5	21,0	24,0	24,5
34,5	38,0	40,0	41,0
40,0	48,5	55,0	60,0



La tierra agrícola fija humedad del aire ó cede humedad según el grado de tensión del vapor acuoso en el aire ó en la tierra, cediendo humedad el medio en el cual la tensión es mayor. Si las partículas de una tierra húmeda no tuvieran sobre el agua que las envuelve ninguna atracción, este agua tendría por tensión de vapor la tensión máxima correspondiente á su temperatura y se evaporaría en cuanto que la atmósfera no estuviese saturada (pág. 258), como ocurre en una vasija abierta llena de agua; pero en la tierra, por su higroscopicidad, no sucede esto.

La cantidad de agua absorbida así por la tierra, acrece con la superficie bajo peso igual y depende de la finura de sus moléculas, así como del estado de humedad y temperatura del suelo y del aire.

Esta propiedad se determina con más exactitud; se ponen muestras de tierra diferentemente húmedas en presencia del aire, y después de hallarse los dos medios en equilibrio de tensión acuosa, se ve cuál sea el estado higrométrico del aire, llegándose así á fijar, para cada temperatura, una relación constante entre este estado higrométrico y la cifra de humedad de la tierra, relación que significa la higroscopicidad del suelo y que consentirá predecir á qué cifra de humedad podrá la tierra tomar ó ceder humedad del aire cuando esta tierra se halle en contacto de una atmósfera de estado higrométrico y calor conocidos.

He aquí las conclusiones finales según esto:

1.<sup>a</sup> La higroscopicidad del suelo es poco intensa, bastando el 5 por 100 de humedad para que el agua tenga la casi máxima tensión, co-

respondiente á su temperatura y para que la tierra se deseque al contacto del aire no saturado, y en otro caso: con el 1 por 100 de humedad del suelo la tensión del vapor no es más que 2 ó 3 décimas de su tensión máxima y la tierra ahora fijará humedad del aire en cuanto el estado higrométrico de la atmósfera sea superior á 0,2 ó 0,3.

2.<sup>a</sup> La higroscopicidad de la tierra varía poco, de 9 á 35° de calor; lo que indica que un suelo en equilibrio de humedad con el aire conservará la misma cantidad de agua, á pesar de las variaciones de calor, si el estado higrométrico del aire es el mismo.

*Las tierras absorben directamente varios gases del aire* obedeciendo á la temperatura y presión consiguientes (nota de la página 243).

El aire penetra en los terrenos agrícolas tanto más cuanto que se hallen más disgregadas sus partículas (permeabilidad, labores). Demuéstrase que la tierra labrantía (como cuerpo poroso) contiene gases, tomando una muestra y echándola en agua, percibiéndose desprendimiento de burbujas.

Ya sabemos que el amoniaco es absorbido y nitrificado (págs. 573 y 574 y 610 á 617).

En los suelos mantillosos, la humedad, el calor, el oxígeno (permeabilidad de las tierras), con otras condiciones se efectúan la fermentación amoniacal, la fermentación nítrica y la fermentación de la celulosa por la acción de los microbios del suelo, en provecho de la nutrición vegetal, fermentaciones dificultadas ó realizadas de modo inconveniente cuando los terre-

nos no son permeables ó carecen de las condiciones estudiadas en la *Microbiología geológica*.

El calor moderado aumenta la absorción de oxígeno; el frío la impide, como la impide la sequedad.

Cuando el mantillo se halla muy húmedo y aun cubierto de agua, de moreno se torna ne-gruzco, y por la descomposición que operan los microbios anerobios, produce el *humus carbonoso* (tierras pantanosas, lagunas, etc., págs. 335, 533, 605 y 606).

En Geología (págs. 381 y 382) expusimos la existencia del oxígeno y del ácido carbónico en las tierras.

En general, y respecto á la absorción de todos los gases del aire, los materiales de la tierra muestran la siguiente escala: la arena silícea absorbe poco; algo más el yeso; más las tierras laborables; más la caliza y la arcilla, y en mayor proporción las tierras de jardín y el *humus*, á condición de tener todas las tierras cierto grado de humedad (:fenómeno físico-químico-microbiano?)

Respecto á la absorción de oxígeno, Sausure y Schübler han hallado por sus experimentos que en un mes: el *humus* absorbe hasta 20,30 por 100 de su peso de oxígeno; la tierra de jardín 18; el carbonato de magnesia 17; la arcilla pura 15,30; la tierra arcillosa 13,50; la caliza fina 10,80; la arena calcárea 5,60; el yeso 2,70; y la arena silícea 1,60 á 2.

La fijación de oxígeno por las tierras mantillosas y ferruginosas es un fenómeno químico que ya quedó expuesto en la primera lección de Geología (págs. 533 y 562), en el mantillo para

su fermentación, apropiándose oxígeno los microbios aerobios de la *putrefacción*, de la *fermentación amoniacal* y de la *nitrificación*, determinando directamente además las indicadas reacciones químicas, importantes á la nutrición de las plantas, como el oxígeno se fija en el hierro para sobreoxidarlo en las capas superficiales y desoxidarse en las profundas, como hemos dicho, en benéfico influjo para la vegetación (página 562), bajo la dependencia del calor y de la humedad, según sabemos.

En las tierras escasas de mantillo y de hierro, la caliza pulverulenta, por su porosidad, absorbe *fisicamente* el oxígeno (pág. 576).

Las labores, disgregando las partículas terrosas, favorecen en los suelos el acceso de oxígeno, de ácido carbónico y demás gases del aire, produciendo por combinaciones químicas directas ó por actos biológicos de los microorganismos fermentativos ó zimógenos del suelo, las reacciones que hacen solubles los materiales de la tierra en provecho de la alimentación vegetal (págs. 601 á 622).

La tierra *no condensa* ó *acumula* físicamente sin embargo los gases como el carbón y el musgo de platino, notándose las fijaciones enunciadas de gases por acciones principalmente químicas ó micróbicas.

Así es como las tierras arcillosas, la piedra lídica, las pizarras, el *humus*, el hierro y la arcilla blanca, se oxidan.

Y que esto es así, se prueba con 1 por 100 de aproximación, extrayendo los gases de una tierra, llenando inmediatamente con agua los espacios vacíos y observando la igualdad de vo-

lumen del agua y de los gases á la presión y temperatura de la tierra, á no ser que la tierra contenga crecida suma de restos carbonosos ó se haya calcinado, dotándola entonces del carbón resultante de la descomposición de la materia orgánica.

Según las experiencias de Schloesing, las tierras labrantías *secas* como *húmedas*, *calizas* y *no calizas*, fijan el amoniaco del aire; las tierras secas, de 12 á 30 kilogramos por hectárea al año, y las húmedas hasta más de 50 kilogramos por igual superficie y tiempo, proporcionando, si no todo, al menos una buena parte del nitrógeno que las plantas necesitan.

Es preciso desechar la creencia de que el amoniaco y sales amoniacales de la atmósfera proceden casi exclusivamente de la fermentación de las sustancias orgánicas (mantillo) del suelo.

También es menester analizar científicamente la opinión de que el carbonato amónico del aire es arrastrado por las aguas de lluvia casi completamente, sin pensar que esta sal, disuelta en el agua en muy poca cantidad, tiene su tensión propia, atribuyendo la fertilización de la lluvia, después de prolongadas sequías, á los arrastres de sales amoniacales emitidas por el suelo.

Conocido el poder absorbente del suelo con respecto á los compuestos amoniacales, diremos que nuestras opiniones acerca del asunto ya las expusimos en la *Atmosferología* (págs. 259 y 260) y en la *Meteorología* (págs. 344 á 397).

Ahora insertaremos aquí las teorías de Schloesing respecto á los cambios de amoniaco entre los mares, el aire y la tierra, según el gra-

do de tensión que ofrezca el amoniaco en cada uno de estos medios y siguiendo la ley general de que el medio en que haya más tensión cederá amoniaco al medio en que tenga menor tensión, hasta que el equilibrio se establezca; pero ocurre, como expone Schloesing, que este equilibrio no se establece nunca en la superficie de nuestro planeta.

Empecemos por decir con Schloesing, que el suelo no cede nunca el amoniaco que ha fijado. En las tierras secas que no tienen condiciones para la nitrificación, el amoniaco aéreo que el suelo pueda absorber del aire no se modifica y la absorción de amoniaco del aire por estas tierras se efectúa hasta que se establece el equilibrio de tensión entre el aire y la tierra; y no va amoniaco del suelo á la atmósfera por la sencilla razón de que no hay tampoco circunstancias convenientes para la fermentación amoniacal, es decir, no hay producción de amoniaco.

En las tierras húmedas puede haber fermentación amoniacal, pero pronto el amoniaco se transforma en nitratos, y mal puede ser emitido amoniaco al aire; sin perjuicio de que la tierra en este caso pueda seguir fijando amoniaco de la atmósfera, aunque los nitratos se acumulen en el suelo.

En síntesis; no hay emisión de amoniaco del suelo al aire (pág. 573). Ahora bien; la propiedad de las tierras de absorber el amoniaco, varía con sus propiedades físico-químicas.

Veamos la circulación del amoniaco en la superficie del planeta. Recordemos que el amoniaco atmosférico es absorbido por la tierra; que el amoniaco y los nitritos y nitratos amónicos

son arrastrados á la tierra por los hidrometeoros; que en el suelo se puede fijar mucho amoníaco; que el amoníaco procedente de las sustancias orgánicas, como el del aire ó el de los meteoros, ó se absorbe por las plantas (páginas 574 y 575) ó se nitrifica (págs. 612 á 617), y que los nitratos son poco retenidos por el suelo, y si no son absorbidos en seguida por las plantas, son filtrados con las aguas y al fin son llevados al mar. En el mar (medio poco oxigenado), los nitratos son reducidos (págs. 617 y 618) y se transforman en amoníaco, y como está en gran tensión se evapora con el agua, entra en la atmósfera, lo transportan los vientos, lo fija la tierra ó lo absorben las plantas ó lo condensan los hidrometeoros, para ir á parar al suelo.

Digamos, pues, imitando á Schloesing: *hay una corriente de ácido nítrico y nitratos de los continentes al mar, y otra corriente de amoníaco del mar á los continentes.*

El mar es, según Schloesing, la principal fuente de amoníaco atmosférico, amoníaco desaparecido en los continentes por absorción de la tierra y de las plantas.

Y aunque Berthelot califica esta circulación de hipótesis ingeniosa y bella conjetura, creemos con Schloesing (hijo) que es indudable que el mar contiene mucho amoníaco que, seguramente, provee al aire.

Respecto á la *fijación del ázoe por el suelo*, nos remitimos á lo dicho en las páginas 281 y 282, desechando las opiniones de Deherain, refutadas experimentalmente por Schloesing y aceptando con los autores citados (pág. 281) y con Gautier y Drouin, y como hemos demostra-

do (págs. 570 y 571), que esta fijación es debida á microorganismos del suelo. Sépase ahora: 1.º Que la naturaleza del suelo decide de la fijación, fijando mucho más ázoe del aire los suelos arcillosos y humíferos que los arenosos y calizos. 2.º Que en las tierras de vegetación espontánea la riqueza azoada tiende á progresar hasta un grado de equilibrio entre la causa de la fijación y las causas de pérdida de nitrógeno (bosques y prados naturales), y 3.º Que en los suelos cultivados que producen gran peso de plantas con relación al peso de las tierras, la cifra de ázoe sustraído excede mucho á la fijada por los microbios y el suelo se empobrece pronto (cereales).

En resumen: la tierra absorbe directamente amoniaco atmosférico, é indirectamente y por ciertos microbios, nitrógeno del aire (además de recibir amoniaco con los meteoros acuosos), en variables proporciones (págs. 259, 260 y 574), proporcionando, si no todo, sensible dosis del nitrógeno que las plantas toman (pág. 575), predominando, según algunos, la fijación del ázoe sobre la de amoniaco, lo que además explica la reposición parcial de ázoe por los terrenos en *descanso* (barbecho).

En el transcurso de esta obra, especialmente en las lecciones 9.<sup>a</sup> y 13.<sup>a</sup>, hemos dicho y comprobado que las plantas toman del aire y del suelo los principios nutritivos reduciéndolos (ácido carbónico, amoniaco, ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico, bases y agua), para elaborar la materia orgánica con la eliminación de oxígeno.

Después, los restos vegetales y animales (mantillo) se descomponen entrando el oxígeno (por acción físico-químico microbiana) á formar



parte de las substancias de que fué desalojado, uniéndose otra vez con el carbono, hidrógeno y nitrógeno, formando ácido carbónico, agua y ácido nítrico, como se forman sales alibiles, esto es, una serie de *combustiones y combinaciones* que originan el manantial alimenticio de las plantas.

Además de los microbios aerobios de la fermentación pútrida, de la fermentación amoniacal y de la fermentación nítrica, los principios del aire contenidos entre las partículas terrosas (oxígeno, ácido carbónico, amoniaco, nitritos y nitratos) contribuyen á estos cambios químicos tan útiles á la vegetación.

Ya sabemos que según Boussingault y Levy (páginas 581 y 582) las tierras contienen una mezcla gaseosa parecida á la mezcla gaseosa del aire, pero diferenciada solamente por menor proporción de oxígeno y mayor proporción de ácido carbónico, ácido que llega hasta el 10 por 100, á más en las tierras recién estercoladas y generalmente al 1 por 100.

De las experiencias de Risler (1872 á 73) y de Schloesing (hijo) en 1891, hechas sobre toda clase de terrenos se sabe:

1.º Que el oxígeno abunda en las tierras fuera de casos excepcionales, en suelos húmedos y encharcados en que hay fenómenos de reducción, con producción de gases combustibles por la falta de oxígeno al influjo de microbios anebios (págs. 605, 606, 617 y 618).

2.º Que hasta 60 centímetros de profundidad, el ácido carbónico se halla en la proporción 1 por 100 y el oxígeno en 20 por 100, influyendo la porosidad de la tierra en el cambio gaseoso de la atmósfera, mostrando ordinaria-

mente las tierras coherentes y las incultas mayor proporción de ácido carbónico y menor de oxígeno.

3.<sup>o</sup> Que hay más gas carbónico en las tierras en tiempos de mayor temperatura, obediendo á la fácil difusión del ácido carbónico por el calor y que el viento ejerce poca influencia en la dosis de ácido carbónico de los terrenos agrícolas.

4.<sup>o</sup> Que el ácido carbónico es más ó menos predominante en las diferentes zonas de profundidad del suelo según las cualidades físicas y composición de la tierra y las condiciones del aire, aunque generalmente abunda más abajo, que en la superficie.

5.<sup>o</sup> Como el ácido carbónico es más pesado que el aire, tiende á ocupar los sitios más bajos de las pendientes, percibiéndose, sin embargo, variaciones diversas de ascenso y descenso (corriente) según la densidad (temperatura y presión) del aire exterior con respecto á *la atmósfera del suelo*, hechos de difusión que explican la *movilidad de los gases de las tierras*, como las corrientes de los líquidos (siendo el agua menos transportable).

La materia orgánica del suelo modificada por los agentes naturales y dichos es 3,4, y más, veces más intensa que en el suelo del campo, en condiciones artificiosas de laboratorio (experimentos de Saussure, de Corenwinder y Schloesing hijo, sobre mantillo y tierra, estiércol de caballo y oveja, guano, etc., etc., respectivamente, en recipientes cerrados y á corrientes de aire, con dosaje del gas carbónico producido), lo que se explica por el manoseo y pulverización

de las tierras en los gabinetes favoreciendo su combustión.

Calcular en los campos esta combustión por el ácido carbónico producido, es un problema casi irresoluble, porque no basta analizar el aire subterráneo, es preciso saber el volumen de aire que en un tiempo fijo pasa por la tierra, y esto varía mucho según hemos visto.

El eminente agrónomo Schloesing, ha graduado prácticamente este fenómeno en la hacienda de Bechelbronn dirigida por Boussingault, dejando datos importantes. En 5 años esta finca recibe 49.000 kilogramos de estiércol por hectárea, correspondientes á 7.000 kilogramos de materia orgánica *seca*, mas 4.400 kilogramos de residuos de las cosechas precedentes; total 11.400 kilogramos de materia orgánica *seca*, que corresponden á unos 5.700 kilogramos de carbono quemados en 5 años por régimen igual; de donde obtiene una producción diaria de 6 metros cúbicos de ácido carbónico por hectárea. Corenwinder obtuvo artificialmente cifras de 6 á 24 veces mayores.

Hay en la zona profunda del suelo (subsuelo), bastante materia orgánica, no mucha menos de la que hay en la zona del suelo muy abonado siempre, habiendo demostrado Schloesing (y expuesto nosotros antes, página 562) que esta materia orgánica se quema menos pronto porque los agentes naturales ó no influncian ó no influncian allí tanto. Esto sin contar con que la materia orgánica del subsuelo es en gran parte el resultado de la combustión del suelo (*detritus* de oxidaciones). En el subsuelo además los fenómenos de reducción por falta de oxígeno están

favorecidos: los nitratos se tornan en amoniaco; la materia orgánica da amoniaco, hidrógeno carbonado, sulfurado y fosforado y sulfuro de amoniaco, metana, etc., (págs. 606, 617, 618 y 619); el peróxido de hierro se torna en protóxido (página 562).

***Aptitud de los suelos agrícolas para absorber y retener los principios salinos, la materia orgánica y sus productos de descomposición.***

—Las tierras absorben ciertas sustancias salinas, como la materia orgánica y sus productos de descomposición.

Las aguas, que filtran por las tierras hasta llegar á las capas profundas impermeables (página 524), encuentran y tienden á disolver, durante su curso á través de la masa de los terrenos, las sustancias alimenticias de las plantas; pero la tierra absorbe y retiene al estado insoluble algunas materias útiles á la nutrición vegetal, que es lo que caracteriza el *poder absorbente de los suelos agrícolas*.

Huxtable pasó *agua estercoriácea* (cargada de sustancias orgánicas y salinas en disolución, de olor más ó menos pronunciado y de color más ó menos rojizo-oscuro) á través de una muestra de tierra colocada sobre un filtro, notando que después de la filtración el agua era incolora é inodora. Lo propio acontece con las aguas sucias y las que se recogen de las filtraciones de tierras pantanosas, que pierden su mal olor (pág 613) y dejan en la tierra algunas sales que en estado de disolución contenían y conducían.

Thompson advirtió que las soluciones de

amoníaco y de sales amoniacales son retenidas y fijadas por las partículas terrosas y Way comprobó que este poder de la tierra, se extiende á todas las *bases alcalinas y térreas* indispensables á la nutrición de las plantas.

Way demostró esta propiedad de las tierras agitando en un frasco un peso determinado de tierra con un volumen también conocido de la disolución de la substancia, cuyo grado de concentración de la disolución (*título*) era así mismo conocido; reposada la solución, decantaba parte del líquido claro para averiguar la cantidad retenida por la tierra ensayada.

De estas experiencias se deduce:

Que la cantidad de substancia retenida depende de la naturaleza de la tierra, de la naturaleza de la substancia disuelta, del grado de concentración de la disolución y del volumen del líquido (entendiéndose que cuanto mayor sea el volumen del líquido, menos proporción pierden los líquidos de la materia fijada por la tierra).

Respecto á la capacidad de este poder absorbente diremos que aunque es muy intensa la afinidad de la tierra para estas substancias se satura pronto; lo contrario ocurre respecto al agua, cuya afinidad es menos intensa, pero tarda más en saturarse, obedeciendo á estas leyes la distribución de estos materiales entre las tierras y el agua. En definitiva la cantidad de substancias absorbidas viene á ser de 2 á 3 milésimas del peso de la tierra, cifra que aunque exiguua constituye *una reserva* (pág. 583) de la que las raíces se apropian después lo que necesitan las cosechas sucesivas, y cifra suficiente á las

exigencias alimenticias de las plantas, como hemos visto en la proporción de los principios menos abundantes pero tan útiles del suelo.

Por otra parte, la cantidad absorbida respecto á un principio determinado se halla en relación con la mayor ó menor existencia (aprovisionamiento ó abastecimiento) que del tal principio tenga la tierra. En efecto, es mayor la absorción de la potasa y del amoniaco que la de la sosa y de la cal, porque la potasa escasea en los suelos (págs. 553 y 554), el amoniaco se nitrifica pronto (pág. 616), en tanto que abunda la cal, y la sosa es poco tomada por los vegetales (páginas 555 y 556).

Para explicarnos algunas excepciones diremos ya que de las soluciones de las sales á base alcalina (nitratos, sulfatos, carbonatos ó cloruros) sólo la base es en parte absorbida; el *ácido*, ó lo es menos (como el carbónico y sulfúrico), ó no lo es (como el nítrico).

Los ácidos más ó menos fijables se unen á las bases del terreno. Y que todo esto es así, lo prueba el que lavando la tierra con el ácido clorhídrico y agua, la absorción no se efectúa, según los experimentos de Way, ratificados por Woelcker; de todo lo cual se deduce que las tierras labrantías conservan, en *reserva nutritiva*, algunas substancias útiles para la alimentación vegetal, substancias que, sin este poder absorbente, serían llevadas por las aguas filtradas á las capas más profundas del suelo y serían perdidas para la Agricultura.

Pero lo que más interesa es saber cuáles son los *órganos absorbentes ó materiales fijadores de la tierra*, asunto, si no resuelto, bastante ade-

lantado por los trabajos recientes de Mondesir, quien atribuye esta propiedad retentriz al ácido *húmico* (pág. 534) y al ácido *silícico*, que muestran la cualidad de ser *polibásicos* (pág. 519) que toman las bases que se les ofrecen, por adición, si las bases están libres, por doble cambio ó reacción, si se hallan al estado de sales. Así en una tierra con humato ó silicato de cal, tratada por una disolución de sulfato de potasa, el humato ó silicato cambia parte de su cal por la potasa y forma humato ó silicato polibásico de potasa y cal y sulfato de cal (Mondesir).

La caliza (carbonato de cal) no es órgano indispensable para este poder absorbente respecto á las soluciones de sales alcalinas según Brustlein, aunque parezca probarlo el que la tierra pierde este poder fijador lavándola con ácido clorhídrico, ácido que descompone la caliza, como sabemos. Brustlein ha visto que una disolución de sal amoniacal no se descompone en una tierra lavada antes con ácido clorhídrico. Adicionando á esta tierra lavada bicarbonato de cal é hirviendo todo, se desaloja parte del ácido carbónico del bicarbonato cálcico y se forma carbonato cálcico pulverulento; y si ahora se echa una sal amoniacal la tierra vuelve á ser susceptible de fijar el amoniaco de la sal adicionada. Este hecho parece comprobar la necesidad de la caliza para esta absorción; pero si en vez de la sal amoniacal se usa el sulfato de potasa, el sulfato formaría sulfato de cal y carbonato de potasa, esto es, una reacción inconcebible con la acción bien precisada del sulfato de cal ó yeso (págs. 539 y 540) sobre el carbonato de potasa.

Por lo tanto, la caliza no parece ser necesaria para la descomposición y fijación de las soluciones salinas (fenómeno químico-físico), siendo los humatos y silicatos los encargados de esta acción. Lo que ocurre cuando se lavan las tierras con ácidos es que se descomponen los humatos y silicatos predominantes á base de cal (páginas 519 y 548), y cuando se les hierve con bicarbonato de cal se les recompone, destruyendo ó dotando á la tierra de la facultad descomponente y retentriz para ciertas soluciones salinas.

Ni aun la cal es base obligada para reemplazar á las bases que la tierra absorbe de las soluciones salinas. Tratando una tierra caliza con cloruro sódico se fija sosa y se elimina cal; si se lava esta tierra con agua y se la agita con sulfato de cal disuelto produce sulfato de sosa y se fija cal (Mondesir). En estas reacciones, los *órganos ó reactivos fijadores* de las bases (ácido húmico y silícico) se combinan con la base que se les presente, siendo los *ejes de la absorción*, como dice el ilustrado Catedrático de Agricultura Sr. D. Aniceto Llorente, quien acertadamente dice que este es el estado de esta cuestión hasta hoy, suponiendo, juiciosamente, que haya otras substancias absorbentes de las soluciones salinas (como creemos nosotros, dada la complejidad é inestabilidad químicas y los fenómenos micróbicos de las tierras).

Detallemos más todo esto.

Las tierras arables, pues, obran como cuerpo absorbente (mejor que un filtro), á la manera del *negro animal* ó carbón obtenido por la calcinación de los huesos.



Filtrando á través de muestras de tierra disoluciones de sales de potasa, se ve que la tierra las absorbe y las retiene, más el carbonato (74 por 100) que el sulfato (31 por 100), en soluciones débiles parecidas á las que circulan por el terreno. El silicato de potasa pierde así la sílice y la potasa en cantidades diferentes.

Algunos ácidos no son retenidos; al menos el ácido nítrico de los nitratos filtra por la tierra y no es absorbido.

De otro modo ocurre con el ácido fosfórico; el fosfato de cal disuelto (superfosfato) al filtrar por diversas muestras de tierra se convierte en fosfato tricálcico insoluble, porque el exceso de ácido se combina con las bases del terreno (cal, alumina y óxido de hierro), quedando el fosfato tribásico muy repartido en la muestra, en un estado de gran división física muy á propósito para que el ácido carbónico de las tierras y de las fermentaciones se combine con las bases formando bicarbonatos solubles y asimilables y tornándose el fosfato tribásico en fosfato ácido, también soluble y asimilable.

Con el fosfato de potasa, de sosa y de amoniac (solubles) acontece lo propio (Thenard).

Las disoluciones de amoniac y las sales amoniacales al ser filtradas por diferentes muestras de tierras, también son absorbidas y retenidas (más el carbonato) mostrando el análisis en las aguas de estos lavados menor cantidad de estas substancias y que para una misma tierra la proporción de amoniac es igual á idéntico grado de concentración de las disoluciones y variando con las diferentes tierras y grados di-

versos de concentración de las soluciones empleadas.

Según los datos científicos, se estima que, el mantillo, las arcillas y las calizas pulverulentas, muestran el mayor poder absorbente respecto al amoniaco, el carbonato de potasa y los superfosfatos, por acciones físico-químico-microbianas.

Se dice que es solamente propio de la arcilla el condensar y acumular los productos de la descomposición de los abonos orgánicos (mantillo), pero Masure ha demostrado que hasta en la superficie de la arena silícea y de la grava hay substancias orgánicas descompuestas.

Compatiblemente con las experiencias y conclusiones precedentes se sabe prácticamente que los buenos terrenos agrícolas retienen 60 veces más cifra de materiales fertilizantes (amoniaco, fosfatos solubles y sales de potasa), de los que se suministran ordinariamente con los abonos, quedando en *reserva* en el suelo y no siendo arrastrados por las aguas subterráneas, de cuya reserva, las acciones radiculares (pág. 569) sustraen, en el estado natural, lo que necesitan, compensando este tan intenso poder retentivo atribuido á la tierra, si bien la tierra se satura de estas substancias, como hemos dicho, con 2 ó 3 milésimas de su peso.

Bajo este concepto se atribuye á la arcilla propiedades antisépticas especiales, porque las materias orgánicas no sufren (sino muy tarde) la fermentación pútrida en los suelos de esta especie. En estos hechos no puede verse más que la facilidad ó dificultad que hay para las diversas fermentaciones, según las distintas cualidades fí-

sicas de las tierras que venimos estudiando (cohesión, higroscopicidad, permeabilidad y capilaridad especialmente) para permitir ó no la acción de los agentes naturales (calor, humedad, oxígeno y microbios) que producen estas transformaciones químicas en concurrencia con la composición del terreno (págs. 601 á 622).

Esta propiedad absorbente de las tierras tiene que ser vencida, como hemos dicho, (página 569) por las raíces y por los cambios físicos del suelo (difusión y ósmosis) para que los principios nutritivos del terreno puedan penetrar en las plantas y ser transformados en materia orgánica y organizada (pág. 268).

Por lo que se relaciona con las disoluciones del suelo, que nos revelan el consumo, mayor ó menor, de las plantas en todas épocas, conviene saber (según Way, Woelcker, Lawes y Gilbert) que, excepto los nitratos que puedan producirse según las circunstancias y que no sean apropiados por plantas sustentadas en el suelo, los demás principios nutritivos no se hallan en las aguas subterráneas. La potasa consumida por las plantas satura poco el suelo y no es cedida al agua; con el amoniaco sucede lo mismo y además es nitrificado en condiciones adecuadas; la sosa poco tomada por los vegetales (en general) existe en las aguas con la cal que abunda en los terrenos; el ácido fosfórico está insoluble en la tierra y no se modifica por los lavados; y en fin, el suelo sin vegetación, dá más substancias al agua por carecer de vegetales que las absorban.

Si las aguas se evaporan por el calor ó por las plantas ocupantes, las filtraciones no se efec-

túan, y las sustancias nutritivas, ó quedan en el suelo despoblado ó las utilizan los vegetales del suelo.

***Influencia del estado físico de los materiales terrosos y orgánicos en las condiciones de los suelos.***

—Al estudiar los componentes *abundantes* del terreno, como al examinar estas cualidades físicas de las tierras, hemos visto que según el grosor de la sílice y caliza (al estado arenoso ó pulverulento), varían las condiciones de cohesión, higroscopicidad, permeabilidad y capilaridad, comunicando á los suelos las propiedades físicas de *consistentes* ó *suelos*, *secos* ó *húmedos*, *cálidos* ó *fríos*, con la consiguiente influencia sobre los fenómenos químicos y microbianos del suelo mismo y sobre las plantas.

La materia orgánica según su estado físico produce también efectos diferentes porque, cuando es  *fina*  lleva consistencia á los suelos arenosos, estableciendo siempre liga (*miga*), entre sus moléculas (fenómeno físico-químico) aumentando la cohesión é higroscopicidad que les falta, como al estado  *grosero*  hace menos compactos (esponjosos) y más capilares los terrenos arcillosos, saturando su capacidad retentriz con los abundantes productos de la descomposición de la materia orgánica y en uno y otro caso favoreciendo los fenómenos radicales y nutritivos de las plantas (páginas 243, 335 y 560) y produciendo siempre los buenos efectos físicos al obrar como cemento orgánico (páginas 530, 533 y 534).

Téngase presente, en fin, 1.<sup>o</sup> que los ácidos son diversamente retenidos; 2.<sup>o</sup> que casi todas

las sustancias solubles asimilables se hacen insolubles al contacto de la tierra, volviendo á *solubilizarse* por los agentes naturales (humedad, calor, oxígeno, ácido carbónico y microbios), al hallarse muy bien extendidas por el suelo y si la tierra tiene condiciones adecuadas físicas de cohesión, permeabilidad, capilaridad, higroscopicidad, etc., y 3.º que el amoniaco se transforma más ó menos pronto, según las circunstancias conocidas en nitratos (nitrificación, página 612 y siguientes), nitratos filtrables y sólo utilizados cuando las plantas ocupan el terreno.

**Calentamiento de las tierras.** —

Como sabemos (págs. 307 y 308) las tierras se calientan por el calor solar que reciben; pero según las variadísimas condiciones de los terrenos se modifica esta influencia térmica, mostrando diversos grados de calor que así influye en los fenómenos químico-biológico que en la propia masa de las tierras se efectúan, favoreciendo ó perjudicando á los vegetales, como directamente influye en la vida de las plantas la distinta temperatura á que se hallan sometidas.

Veamos la relación de temperatura entre el suelo y el aire según Quetelet, Boussingault y Poisson. La superficie del suelo muestra durante el día una temperatura mayor que la del aire, ocurriendo al contrario durante la noche. A dos metros de profundidad se nota que la tierra tiene más calor que el aire en otoño é invierno y menos en verano; en la primavera la temperatura del terreno y de la atmósfera se igualan subordinándose las variaciones á lo templado ó frío del invierno precedente. Durante el estío el calor se acumula en la superficie de la tierra y

se propaga á las capas profundas hasta fin de Agosto; y como desde fin de Julio empieza á descender la temperatura ambiente, el calor acumulado se transmite de abajo arriba, teniendo las capas superficiales de la tierra más calor y permitiendo la actividad fisiológica de las raíces.

Desde la mitad de Febrero ó primeros de Marzo el calor atmosférico aumenta, y aumentando la temperatura en la superficie del suelo, la nutrición y desarrollo de los órganos aéreos de las plantas se realiza (págs. 241 á 252).

Ocupémonos ya de las demás causas que influyen en la temperatura de la tierra.

1.<sup>a</sup> *El color de las tierras.*—Como se sabe por Física, los cuerpos negros y oscuros absorben la mayor cifra de rayos caloríficos, calentándose antes y más que los cuerpos claros y blancos que reflejan casi totalmente los rayos que reciben, lo que se realiza también en las tierras como es consiguiente, aumentándose la temperatura en las tierras oscuras con la subsiguiente influencia que persiste aun después de haber actuado la emisión del foco calorífero por la acumulación del calor en las superficies negras.

Al sol la arcilla, en un vaso blanco, adquiere 16° de calor, y en un vaso negro adquiere 24°.

Sébase que los terrenos de superficie negra atraen arriba la humedad de abajo.

Las experiencias científicas y los usos rurales confirman esta teoría. Cubriendo con sustancias negras (carbón en polvo) los suelos blancuecinos, se aumenta el poder absorbente para el calor en un 50 por 100.

Los hortelanos y jardineros saben anticipar

las flores y frutos echando sobre las tierras materias mantillosas y turbosas (págs. 533 y 534) de colores oscuros. Se embadurnan de negro ó de pinturas oscuras los muros sobre que se apoyan los árboles frutales (*espalderas*) para que el calor acumulado en estas paredes favorezca el desenvolvimiento de los frutos con una temperatura uniforme por la radiación que desde tales muros se efectúa de noche.

Para abreviar la fusión de la nieve, los habitantes del Norte echan sobre las tierras hierba, mantillo y carbón, con lo que logran adelantar la siembra de cereales (Norte de Suiza).

Cubriendo con una delgada capa de negro de humo (según Schübler), el aumento de calor es de 8°.

En algunos países, como Lieja (Alemania), situados un poco fuera del límite de la región de la vid, se obtienen uvas y vino, gracias á los *detritus* de pizarras carboníferas que predominan en el suelo, como se recolectan uvas más azucaradas que dan vinos más alcohólicos, para igualdad de composición química, en los terrenos oscuros.

Los terrenos blanquecinos, reflejando casi todo el calor y la luz, son fríos en el Norte y cálidos en el Sur.

2.<sup>a</sup> *La composición mineralógica.*—Puede decirse que la fuerza absorbente y retentiva del calor está, á igualdad de volumen, en razón directa de la densidad de los componentes terrosos. Las tierras arenosas son las que más se calientan, teniendo aun al Norte 45° cuando es la temperatura del aire de 22 á 25° (casi la mitad), y en Argelia 30° más que la temperatura atmos-

férica y conservando el calor por la noche, efecto de la poca humedad, aunque su permeabilidad y capilaridad variables pueden hacer que pronto se establezca el equilibrio. En volumen igual, el mantillo se calienta poco (la mitad que la arena), pero en igualdad de peso su calorificación es grande (por las transformaciones químicas que experimenta).

Se ha exagerado acerca de la cantidad de calor que proporciona la lenta combustión de las materias orgánicas del suelo (substancias termógenas). Hay que consignar que según ha probado Schloesing es despreciable el aumento térmico de la cifra de abonos usados al año para el cultivo por hectárea (10.000 kilogramos de estiércol generalmente); aunque ya Schloesing afirma que en gran cantidad el estiércol aumenta mucho el calor de las tierras (huertas y jardines). El carbonato de magnesia es la substancia que menos se calienta.

Poder retentivo  
de las tierras  
para el calor  
según Schubler

Arena calcárea. . . . .	100
Arena silíceo . . . . .	95
Greda suelta. . . . .	76
Yeso. . . . .	73
Greda crasa. . . . .	71
Tierra arcillosa. . . . .	68,4
Arcilla pura. . . . .	66,7
Tierra de jardín . . . . .	64,8
Caliza fina. . . . .	61,8
Humus. . . . .	49
Carbonato de magnesia. . . . .	38



3.<sup>a</sup> *La humedad de las tierras.*—El distinto grado de humedad de las tierras hace las tierras frías, porque no solamente el calor que recibe se invierte en evaporar el agua, sino que esta evaporación sustrae una gran cantidad de calórico, bajando la temperatura en 6 ú 8° hasta que desaparece la humedad interpuesta. Son *fríos*, pues, *los suelos higroscópicos* y los poco permeables que sean además poco capilares, porque tardan más en enjugarse.

Según Schübler, entre dos partes de un mismo suelo expuesto al sol, seca una, y otra húmeda, la diferencia es de 8° menos en la capa superficial de la húmeda. Entre dos parcelas húmedas con diferente cantidad de agua, la diferencia de calor es pequeña.

Los suelos cubiertos de plantas conservan más calor hasta 60 centímetros de profundidad, porque la sombra de las plantas, aminorando la evaporación evita grandes descensos de temperatura, relacionando esta teoría con las de la *desecabilidad*.

4.<sup>a</sup> *La exposición é inclinación de las tierras.*—Por las razones dichas (págs. 466 y 467), las tierras, según su situación ú orientación (al Norte, Sur, Este ú Oeste), tendrán distinta temperatura.

La inclinación de las tierras, es decir, la magnitud del ángulo de incidencia de los rayos solares, *por reflexión*, amenguan el calentamiento de los suelos como se aumenta la temperatura por la dirección perpendicular de los rayos del sol.

Los terrenos incultos, apelmazados (siendo permeables), son los más secos y cálidos, como

estando incultos y siendo impermeables son fríos y húmedos á igualdad de clima.

Los suelos poblados de vegetación, por la humedad ambiente y en igualdad de clima, tienen temperatura más constante y moderada, hallándose expuestos á cambios más bruscos los terrenos desnudos. *La altitud* (pág. 309), produce el conocido enfriamiento de las tierras.

Entre todas las causas mencionadas, las que más efecto producen son el color, la humedad, la exposición y la inclinación que ocasionan diferencia de temperatura de 14 hasta 25°, sin que se olvide relacionar todos estos datos con la influencia del clima y otras condiciones peculiares del suelo que conoceremos después.

Con sólo indicar estas variaciones del calentamiento de las tierras, se comprende el influjo que pueden ejercer sobre las plantas, según lo que hemos dicho al principio de la *Atmosferología*, en la *Meteorología* y en la *Climatología*.

---

Relacionando el estudio de las cualidades físicas del terreno con el de la composición mineralógica y química de los terrenos, con el de *Microbiología geológica* y con el de *Atmosferología*, la *Meteorología* y la *Climatología agrícolas* de las anteriores lecciones, bien se podrá deducir en detalle la influencia de un suelo determinado respecto á una producción agrícola exigida según las distintas condiciones de humedad, de calor y de cohesión y según la composición química de la tierra que favorece ó perjudica el desenvolvimiento de los vegetales, ya en acción concurrente de circunstancias atmosféri-

cas que exageren unos efectos, ó ya de otras cualidades atmosféricas antagónicas que atenúen el influjo de las peculiares condiciones del suelo, como hemos puntualizado en varias ocasiones y especialmente en las teorías de la *Mesologia* (págs. 238 á 255) y de la *Climatologia* (páginas 465 á 482, 488 y 506 á 512). concluyendo ahora como entonces por decir que la resolución de este problema es de índole *local* (según se verá más lejos).

Y con cuanto en ésta y en las anteriores lecciones de Geología se ha expuesto, queda terminado el estudio de la composición química, micróbica y física y de los fenómenos todos de la tierra labrantía.

## **LECCIÓN DÉCIMOSEXTA**

GEOGENIA. — ORIGEN DE LA TIERRA  
Y FORMACIÓN DE LOS TERRENOS

GEOGENIA AGRÍCOLA.

GEONOMÍA. — DISPOSICION DE LOS TERRENOS

GEONOMÍA AGRÍCOLA.

CUALIDADES AGRÍCOLAS DE LAS TIERRAS

Expuesto cuanto se refiere á la Geognosia en las lecciones 13.<sup>a</sup>, 14.<sup>a</sup> y 15.<sup>a</sup>, vamos á enseñar en la presente lección lo que se refiere á la Geogenia (pág. 449) ó sea la parte de la Geología que se ocupa del origen de la tierra y de la formación de los terrenos, y á la Geonomía (pág. 449) ó sea á la parte de la Geología que enseña la disposición de los materiales en el interior de la tierra (*los terrenos geológicos*) y llamaremos *Geogenia agrícola* á la parte de la Geología agrícola que tiene por objeto el origen y formación de los terrenos laborables y denominare-

mos *Geonomia agrícola* á la parte de la *Geología agrícola* que dá á conocer la disposición de las capas terrosas, terminando esta lección con el estudio de las propiedades agrícolas de las tierras que son efecto de estas condiciones de constitución natural de los terrenos.

*Geogenia*.—Bosquejado en conjunto ya el origen de nuestro sistema solar (págs. 434 á 436) y el origen y evolución de la tierra (págs. 449 y 450) detallaremos ahora aquellas nociones para deducir consecuencias de aplicación agrícola.

Dos sistemas antagonistas se han profesado para explicar el origen y formación de la tierra; el *vulcanismo* ó *plutonismo* y el *neptunismo*. Los vulcanistas ó plutonistas sostienen que la tierra fué en los comienzos una masa ígnea ó en fusión (*globo ó esfera de fuego*, págs. 449 y 450) que girando en el espacio cambió de forma, se enfrió (página 450) y se solidificó (pág. 450), formándose así exclusiva y sucesivamente todos los terrenos ó rocas, fundando esta creencia en las teorías de constitución del sistema solar (pág. 434 y siguientes) y en la existencia del fuego ó calor central (págs. 307 á 309), de los volcanes, de los terremotos y de las aguas termales y en la forma de ciertas rocas producidas por la acción del fuego, hechos que solo pueden explicarse por un gran calor dentro del globo terráqueo. Los *neptunistas*, por el contrario, opinan que toda la tierra estuvo primitivamente disuelta en el agua, formándose *por sedimento* (*por boso ó asiento*) todas las rocas y los terrenos diversos que cubrieron las aguas, fundándose este parecer en la existencia de terrenos formados por capas sobrepuestas por precipitación, y en la existencia de conchas y de otros objetos marítimos que se hallan enclavados en las más gigantescas montañas.

Sin perder de vista el *origen astronómico* de la tierra según las teorías consignadas en la lección 12.<sup>a</sup> (páginas 434 á 436) diremos aquí que ni el *vulcanismo* ni el *neptunismo* pueden aisladamente y por sus *datos exclusivistas*, demostrar lo que se proponen y que con el *eclecticismo geológico* formularemos la más probable teoría acerca de

estos asuntos, invocando la necesaria intervención de causas ó agentes inorgánicos y orgánicos, (del fuego, del agua y del aire antes, y luego de los seres vivos vegetales y animales, pág. 450) para darnos explicación del origen, formación, constitución y disposición de las rocas y terrenos en Geología general y en Geología agrícola.

*Era ó época primitiva ó fundamental.* — En un principio, la tierra era ó sería una masa fluida ó pastosa, incandescente, cuyos materiales estarían dispuestos, por la atracción, en capas y en orden de densidad, ocupando la superficie los menos pesados, la sílice, sodio, potasio, etcétera, con los que el aire formaría silicatos, siguiéndoles, hacia dentro colocadas, las sales metálicas en fusión también, masa rodeada de una atmósfera obscura (impetrable á los rayos solares), pesada, compuesta de hidrógeno, oxígeno, ázoe y carbono, libres ó combinados entre sí y de vapor acuoso, azufre, fósforo, cloro y aun cal.

La radiación del calor de este esferoide ardiente al espacio frío (págs. 307 y 450) aminoró la temperatura exterior de esta pasta ígnea, condensándose y solidificándose los cuerpos menos fusibles en pequeños fragmentos, flotantes primero, después en masas mayores, componiendo una película ó corteza de sílice y silicatos y de los materiales en orden de fusibilidad, de las substancias, dispuestas en capas por la gravedad, no sin que antes todos estos materiales cambiaran de lugar, subiendo ó bajando por difusión (págs. 243 y 244), según los cambios de temperatura que experimentasen, calentándose y enfriándose, fundiéndose y solidificándose así varias veces hasta concretarse definitivamente por pérdida de calor y por combinaciones químicas, para formar las *rocas primitivas, ígneas, cristalinas, cristalizadas ó plutónicas* (página 450) que aun siendo los de más espesor formaron una delgadísima costra ó película con relación á la masa ígnea.

La masa candente interior (*pirosfera ó endosfera*), aprisionada en esta corteza cristalina y por su gran presión, produciría grietas ó roturas en la cáscara envolvente (*volcanes primitivos*), desituando los materiales formados y por cuyas hendiduras saldrían minerales derretidos que se condensarían al exterior, ya constituyendo los *te-*

*rrenos eruptivos*, ya constituyendo *venas* ó *diques*, ó sea porciones pétreas que rellenan las hendiduras de rocas preexistentes, y si la materia que formó las venas es en parte metálica y en parte petrosa, se originaron los *filones*, llamándose *ganga* á la parte petrosa que acompaña al metal. Al engrosar, siempre por enfriamiento, la costra terrestre, la materia en ella contenida ya no podría salir á la superficie; pero la diferente presión interior, en diferentes puntos, produciría sacudidas (*terremotos*) y levantamientos y hundimientos (*montañas y valles*).

Tenemos aquí ya la era *plutónica* y *eruptiva*, *crystalina* y *volcánica*, que dió lugar á las rocas de igual nombre que forman las <sup>19</sup>/<sub>20</sub> partes de la corteza terrestre.

Ahora hé aquí los materiales que forman las rocas *crystalinas* y *volcánicas*, llamadas ígneas: el *granito común* ó *pedra berroqueña* que es de estructura granosa, compuesto de cuarzo (ácido silícico), feldespato ortosa (silicato de alumina y potasa) y mica (silicato de alumina y potasa, con magnesia ó sin ella, pero con fluor); la *pegmatita*, (granito compuesto de feldespato hojoso y algo de cuarzo); el *petrosilex*, una roca de composición inconstante, constituida de feldespato compacto con mica, cuarzo, turmalina (silicato de alumina con litina, hierro, magnesio, ácido bórico y substancias volátiles) y anfíbol (silicato de cal y magnesia); *cuarzo eruptivo* (roca de estructura crystalina, de cuarzo casi puro y eventualmente con turmalina, mica y algunos metales); la *sienita* ó *granito anfibólico* (roca de feldespato laminar, cuarzo y anfíbol); la *protogina* ó *granito talcoso* (roca de feldespato, cuarzo y talco ó silicato de magnesia hidratado); la *ortofida* (roca compacta de feldespato ortosa con cristales de silicato de potasa); la *albitofida* (roca compuesta de feldespato albita ó silicato de alumina y sosa, con cristales de silicato de sosa, nódulos de cuarzo y otros minerales); la *labradofida* (roca compuesta de labradorita ó silicato de alumina y cal, cristales de este feldespato calizo, piroxeno ó silicato de cal y magnesia y nódulos calizos, cuarzosos, calcedónicos, págs. 517 y 518) y otros; la *oligofida* ó *pórfido azul* (compuesta de *oligoclasa* ó silicato de sosa y potasa); la *serpentina* (compuesta de silicatos de magnesia hidratados); la *eufotida*, compuesta de dialaga y feldespato jade (silicatos); la *anfíbolita*, diorita de anfíbol, hor-

nablenda y labradorita, y la *peroxinita* ó *piroxeno en masa* (silicato á base de cal y de magnesia).

Entre las *rocas volcánicas* se hallan: la *traquita*, compuesta de cristales microscópicos de feldespato ortosa mezclados con mica, anfíbol, piroxeno y hierro titanado, de estructura compacta ó celular ó granosa, mate, áspera, de color blanquecino ó grisáceo, de la que parecen ser variedades la *obsidiana* (masa feldespática, vítrea, negra ó verdosa y á veces con cristales de riacolita) y la *pedra pómez*, y *pumita*, obsidianas, porosas, blanquecinas y muy ligeras; la *fonolita*, formada de feldespato ortosa y silicato de alumina hidratado y accidentalmente mica, anfíbol y piroxeno; el *basalto* roca de composición química no definida y variable, homogénea y compacta, granujenta ó escamosa, de matiz azul oscuro ó negro, dura, tenaz, sonora y fusible, formada de labradorita y piroxeno unidos fuertemente y accidentalmente peridoto, hierro titanado, mica y silicatos alcalinos; la *puzolana*, parecida al basalto pero menos consistente (silicato de alumina, hierro y cal); la *lava anfígenica*, de labradorita con anfígena y piroxeno; las *lavas de los volcanes activos*, son masas de colores oscuros, estructura celular ó porosa, ásperas, de composición y estructura variables, graníticas, con cristales de piroxeno y feldespato, presentando estructura compacta (*lava*) ó estructura porosa (*tefrina*), como el azufre es producto volcánico.

Las rocas plutónicas y eruptivas se las agrupa en tres clases: *ácidas*, con predominio de sílice libre (de menos peso); *básicas* ó que no tienen sílice libre, ni la sílice llega al 50 por 100 y sus óxidos metálicos hace que el peso de estas rocas sea mayor que las ácidas y que las *neutras*, que son las que no tienen sílice libre, ni gran cantidad de silicatos pesados y de peso intermedio á las dos precedentes.

La sílice sola ó combinada con la alumina, la cal, la magnesia, la potasa, la sosa y los óxidos de hierro y de manganeso y los sulfuros de hierro, cobre, plomo, zinc, etcétera, son los componentes de las masas ígneas, en las que vemos: ácido silícico (en el cuarzo); silicatos de alumina y potasa (feldespato ortosa); silicatos de alumina y sosa (feldespato albita); silicatos de alumina y fluor (mica); silicatos de magnesia (talco, serpentina y diala-



ga); silicatos de alumina y cal (labradorita) y silicatos calizo-magnesianos (piroxeno y anfíbol).

He aquí la época llamada *primitiva* por constituir la primera edad ó formación de la tierra; *fundamental* porque es cimiento de los demás terrenos; *arqueológica* por ser la más antigua (*archaios*, antiguo y *lithos*, piedra) y azoica (de *a*, sin y *zoe*, vida) porque no hay en todo este período condiciones posibles de vida (págs. 239 y 240) y no se encuentran restos, ni huellas de animales ni de vegetales. Los terrenos de esta época se llaman *primitivos* (no *fosilíferos*, *estratificado-ígneos*), con 12,000 metros de espesor, y se componen especialmente, además de los minerales dichos, del gneis (granito de estructura hojosa) formando la base, sobre el gneis la micacita (mica y cuarzo, con más mica que cuarzo) y sobre la micacita las rocas anfíbólicas.

Siguió disminuyendo la temperatura exterior del globo, cayendo además condensados con el vapor acuoso sobre la superficie de la película terrosa, muchas substancias de la densa atmósfera circundante y las aguas, que llevarían en solución muchos ácidos (como el carbónico, fosfórico, sulfúrico, clorhídrico, nítrico), cloruros, etcétera, pudieron extenderse por las depresiones y las poderosas corrientes y acciones disolventes de estos líquidos calientes y de gran poder químico, obrando sobre las rocas ígneas contribuirían á cambiar de sitio y á combinar las substancias originarias, empezando por desalojar de los silicatos sus bases más afines, la potasa, la sosa, la cal y la magnesia, quedando sílice libre ó ácido silícico, y los silicatos de alumina *hidratados*, formando masas de arcilla disgregadas y pulverizadas después; precipitándose las sales insolubles formadas (carbonatos, sulfatos y fosfatos) al estado pulverulento (formación de sílice, arcillas y caliza), y las sales solubles pudieron filtrar con las aguas de las depresiones accidentales ó ser allí precipitadas por evaporación de su vehículo ó pudieron ser llevadas por las aguas á los mares situados en las hondonadas inmensas, conduciendo también las aguas en su trayecto todos los materiales disgregados de las rocas para abandonarlos, según su mayor grosor, á medida que disminuyese la velocidad de su curso, para formar los terrenos de sedimento de las épocas siguientes:

*Era primaria ó paleozoica ó de transición.* Se llama primaria porque muestra un grupo de terrenos francamente *sedimentarios ó estratificados* (dispuestos en capas más ó menos paralelas); se llama *paleozoica* porque es la que muestra los primeros seres vivos (*palaios*, antiguo y *zoe*, vida); y se llama de *transición* porque de los terrenos sedimentarios sólo este grupo es producido por la acción concurrente del fuego (agente vulcánico y plutónico) y del agua y del aire (agentes neptúnicos); los demás, que le son posteriores, son producidos por el agua (principalmente) y por el aire en los comienzos y más tarde por todos los agentes dichos. El espesor de estos terrenos es aproximadamente de 4.000 metros y están doblados en pliegues, dividiéndose en cinco clases que corresponden á otros tantos períodos: el *cámbrico*, el *silúrico*, el *devoniano*, el *carbonífero* y el *permiano* (estos dos últimos se llaman también conjuntamente *permo-carbónico*).

Aunque con enorme calor, antes de esta época (de transición), enfriándose la tierra, las aguas y los materiales de la pesada atmósfera se precipitaron fuerte y copiosamente sobre la superficie del globo y por la acción mecánica de los poderosos torrentes y por las acciones químicas indicadas se formaron por sedimento estos terrenos llamados *primarios, sedimentarios* ó depósitos juxtapuestos en el fondo de los mares, como ocasionados por el influjo del agua, abundante en esta época, hallándose cristalizados por el gran calor, como los primitivos ó precedentes. Compónense estos terrenos de pizarras (arcillas hojosas fácilmente separables), de areniscas, de calizas y de conglomerados (rocas formadas de detritus cimentados por una pasta, ya de *pudinga* ó conglomerado con detritus redondos, ya *brecha* ó conglomerado con detritus angulosos), estando algunas capas penetradas de venas de cuarzo y de cristales microscópicos de minerales duros, al principio con plantas de organización sencilla y pequeñas y después de grandes dimensiones, como helechos, equisetos y licopodiáceas arborescentes (desde el devoniano) y después algunas coníferas (en el carbonífero). En el período 1.<sup>o</sup> de esta época ó *cámbrico*, los mares no serían aun adecuados para la vida; en el 2.<sup>o</sup> ó *silúrico*, debieron iniciarse islas; en el devoniano se forma tierra firme; el aire caliente y poco iluminado aun estaba

muy cargado de ácido carbónico y vapor de agua, como lo acredita la gran vegetación, que purificaría la atmósfera de ácido carbónico y los torrentes de las grandes lluvias conduciendo más tarde los restos vegetales (como los restos animales) mezclados con arcilla, al fondo de los océanos y de los lagos extensísimos se constituyeron grandes depósitos carbonosos formando las *rocas orgánicas*, que representan los vastos criaderos de ulla ó carbón de piedra, (*ulleras*) y los de *grafito ó plumbagina, antracita, lignito, asfalto, nafta y petróleo y turba*. Purificada la atmósfera por la vegetación de criptógamas gigantes, aparecieron en el período permo-carbónico, las cycadeas y algunas coníferas. Las erupciones volcánicas y la formación de montañas por levantamientos, fueron frecuentes en esta época.

*Era secundaria ó mesozoica.*—Estos terrenos fueron debidos á la acción del agua y al sedimento en el fondo de los mares. Aumentado el enfriamiento, la atmósfera fué atravesada por los rayos del sol; los animales de la época anterior perecieron por el cambio de temperatura. Comprende de abajo arriba los terrenos *triásico, jurásico y cretáceo*. El triásico formado de areniscas y arcillas abigarradas (de diversos colores), caliza y margas acompañadas de yeso, presentándose los estratos dislocados y con muchos yacimientos de sal, hallándose los fósiles, vegetales de helechos, cycadeas y coníferas. El jurásico descansa sobre el triásico en línea no paralela y se compone de capas margosas inferiormente y superiormente de caliza oolítica (piedra de forma de huevos de pescado), con las primeras plantas monocotíleas (palmeras), abundancia de cycadeas y con pinos y abetos, cipreses, etcétera. El piso cretáceo, en mesetas y con depósitos marinos, sobre el anterior, se compone de caliza terrosa (ó creta) mezclada con marga, arenas, yeso y pedernal, con fósiles de los vegetales anteriores, y además álamos, castaños, plátanos y otros árboles de hojas caducas. Como puede notarse, en esta época quedaron secas grandes porciones de la superficie terrestre por el descenso de los mares, depositándose también en los litorales y estuarios, vegetales que formaron después depósitos de *lignito secundario*; el clima es tropical ó cálido hasta en los polos, con atmósfera más limpia y seca y sucesión de estacio-

nes; hay tranquilidad general por falta de lluvias torrenciales y de fenómenos volcánicos. En fin, todos los terrenos secundarios miden 5.000 metros de espesor.

*Era terciaria ó Cainozoica ó cenozoica.*—Se compone de terrenos sedimentarios también, presentando gran actividad volcánica y dividiéndose en tres pisos, que por su orden de aparición se llaman *eoceno*, *mioceno* y *plioceno*, que en junto tienen 1.000 metros de espesor y están formados de calizas, arcillas, margas, arenas y sílex, con sal y óxidos de hierro y de otros metales, formando sobre los terrenos secundarios capas no paralelas á éstos. Entre los fósiles vegetales se hallan muchos árboles de hojas caducas, como plátanos, hayas, castaños, magnolias, palmeras, etc. En esta época el sol evapora el agua de los mares, cayendo sobre la tierra en lluvias abundantes; sepáranse las aguas dulces de las saladas, constituyéndose definitivamente los continentes y mares actuales; la temperatura es menos elevada y la vegetación más rica ó numerosa, como lo demuestran los muchos rumiantes que existen fosilizados aquí; la potencia dinámica interior se hace ostensible, ocasionando muchas rocas eruptivas y grandes levantamientos de montañas.

*Era cuaternaria.*—Comprende los terrenos últimamente formados; los continentes acaban de adquirir su configuración actual; el frío es intenso en las zonas glaciales (período *cuaternario de hielo ó hiperbóreo*); sucumben especies animales y vegetales de la época anterior y aparecen las plantas que existen ahora; desde los polos emigran hacia los trópicos los animales sucumbiendo muchos en el camino y aparece EL HOMBRE, según lo revelan los útiles de piedra hallados, como las hachas de la industria humana (*período reciente, moderno ó postplioceno*). Los materiales de esta era se hallan representados por gravas, arcillas ó arenas sedimentadas por los ríos y lagos, formaciones estalactíticas (pág. 527), depósitos de toba caliza ó sea conglomerados de cenizas volcánicas y restos de rocas, eruptivas, cementados por caliza, turbales (pág. 533) y depósitos marinos abundantes en conchas en alturas superiores al nivel del mar y depósitos que dejan á su paso por las vertientes, las grandes masas de hielo (*glaciares*) en su curso mayor ó menor desde su punto originario en elevadas latitudes ó en la cima de

las altas cordilleras. El espesor de estos terrenos es de 200 metros.

En esta era se efectuó el *diluvio universal* que según unos geólogos fué debido á la acción de los vientos; según otros á un desquiciamiento del eje terrestre; según otros á la aparición de los Andes, ó de la cordillera volcánica del Asia Central y según muchos al levantamiento de las montañas del Asia Occidental, cuyos levantamientos ocasionaron violenta retirada de las aguas de mares y lagos, aguas que, arrastraron á su paso todos los sedimentos disgregados, hasta que siendo la corriente más lenta (remanso) en planicies ó declives pequeños se precipitaron los materiales (*aluviones antiguos y modernos.*)

Los aluviones antiguos ocasionados en varias épocas ó en una sola (diluvio) forman los *terrenos diluvianos*.

Para completar estas nociones diremos ahora que en conjunto las rocas *sedimentarias* se clasifican en dos secciones: *normales* y *metamórficas*. *Normales* son las que no presentan cambios ni desituaciones perceptibles y *metamórficas*, aunque de análogo origen por su disposición y fósiles presentan alteraciones en su estructura íntima y en su composición química, cual acontece con las calizas y arcillas, que en unos casos, por el gran calentamiento consiguiente á su contacto ó proximidad con las rocas ígneas con temperaturas elevadísimas y en otros casos por acciones químicas ya del ácido sulfúrico (como en erupciones volcánicas), ya del ácido carbónico, nítrico, fosfórico, clorhídrico, etc., se tornan en rocas de aspecto diferente (pizarras, dolomia, mármol sacaroides, alabastro yesoso, jaspes, arcillas cocidas, etc.

Las rocas normales se subdividen en dos géneros, según su modo de formación: 1.<sup>o</sup> rocas normales de *sedimento químico* (1) como la *caliza*, con sus variedades denominadas mármol, alabastro calizo, estalactitas, oolitas (esferas compactas formadas en las aguas), y pisolitas (esferas compuestas de capas concéntricas formadas en las aguas por depósito de partículas alrededor de un núcleo), cales (seca, hidráulica, grasa, etc.), y como la *si-*

---

(1) Depósito de los materiales que los aluviones llevan en disolución, efectuado cuando las aguas están casi en reposo ó en el estancamiento (rocas de caliza, yeso, sal común, etc.)

*lex*, con sus variedades piromaco ó pedernal, jaspe, mo-  
leña, resinita y trípoli (roca silíceá hojoso-terrosa que se  
enrojece al fuego y procede de la aglomeración de capa-  
razones de ópalo de unas algas llamadas *diatomeas*), etcé-  
tera, y 2.º rocas normales de *sedimento mecánico* (1) como  
las arcillas, y arcillas compuestas, légamos, ocre (pági-  
na 525), las arenas, areniscas (cuarzosa, ferruginosa y  
verde ó clorítica), el maciño (roca compuesta de granos  
de arena mezclados con caliza y accidentalmente con ar-  
cilla y mica), la molasa, arenisca carbonífera, magnesi-  
ta, etc.

Las rocas sedimentarias metamórficas se subdividen  
á su vez en tres géneros: 1.º *rocas cristalo-filicas* (azoica de  
otros) como el gneis (granito hojoso), las pizarras (arci-  
llosa, micácea, talcosa, clorítica y anfibólica); 2.º *rocas  
de origen químico*, como el mármol sacaróideo, dolomia,  
alabastro yesoso, piedra alumbre, etc., y 3.º *rocas de ori-  
gen mecánico*, como la cuarcita (cuarzo compacto), el  
gres (cuarzo granoso), el jaspe (piedra de toque), la por-  
celanita (ó jaspe porcelana), las arcillas cocidas, etc.

Respecto á la aparición de los seres vivos (y de los  
vegetales según nuestro objeto presente) que algunos  
geólogos encajan en la era primaria arqueolítica ó *azoica*  
con la presencia de algas y musgos, nuestra opinión la  
hemos publicado en estos términos, en nuestra obra de  
*Botánica biológica aplicada á la Agricultura*:

Las modernas experiencias de Microbiología hechas  
concienzadamente y divulgadas por sabios celebérrimos  
(2), acabaron con la obstinada teoría de la *generación espon-  
tánea, equívoca, heterogénea, archigonia*, etc., por la que se  
afirmaba la aparición de seres organizados, sin progeni-  
tores y formados por la materia mineral (*heterogénea*) ó  
por la materia orgánica amorfa (*plasmigonia*) que les cir-  
cunda.

Hoy se sabe por pruebas irrecusables que todo ser  
vegetal ó animal por sencillísima y diminutísima que sea

---

(1) Depósito de los materiales que los aluviones llevan en  
suspensión, efectuado cuando es lenta la corriente de las aguas  
(rocas de arena y arcilla).

(2) Páginas 596 y 597.

su organización procede de otro ser anterior y progenitor por un modo especial en cada caso.

Aceptado esto, en el tema de la *existencia necesaria de la generación espontánea en el origen de la creación*, la Ciencia y la Religión están de acuerdo llegando hasta la afirmativa por estas preciosas palabras del sabio y R. P. Mir en su importante, ilustrada y popular obra: «Harmonía entre la ciencia y la fé:» «Aun más; la misma teoría de la generación espontánea si llegase á demostrarse con toda evidencia (lo que no es probable) (1) podría compararse muy bien con las palabras de la Biblia y con el espiritualismo cristiano, supuesto que, hablando en general, no se ve repugnancia en que *Dios pudiese dotar á la materia de un principio de espontánea organización que se desarrollase en circunstancias especiales*, á la manera que lo creyeron muchos Teólogos Escolásticos y aun Santos Padres, atentos á las doctrinas físicas que prevalecían en su tiempo.»

Ahora, la generación espontánea no es necesaria como puede deducirse de lo dicho, ni es necesario traerla á colación aunque pudiera existir actualmente en la naturaleza para darnos explicación, según los adelantos presentes y maravillosos de la Microbiología, de todos los hechos de biogenesis.

No es de oportunidad aquí esclarecer si las especies superiores y complejas surgieron por *adaptación y herencia de las inferiores y sencillas (transformismo, evolucionismo ó darwinismo)* ó si cada una de las especies fué *creada directamente* por el Hacedor Supremo, en épocas apropiadas, aunque todas las leyes naturales de *adaptación y herencia* tienden á demostrar mejor la *independencia específica*, aun entre especies afines, afinidad ó semejanza, por otra parte, más aparente que real, como han discernido los análisis anatómicos bien efectuados en diagnosis morfológicas, ciertísimas y acertadísimas, para deducir la permanencia de cada especie.

De todos modos, el conocer este *principio de las cosas creadas* no conduce á nada práctico ni á negaciones heré-

---

(2) Ya es imposible, nos atrevemos á decir nosotros, después de las experiencias citadas de Pasteur y los suyos.

ticas porque el Infinito Poder de Dios resultaría igualmente demostrado en una ú otra opinión, pues habiendo creado El la materia, mejor pudo en cada instante moldearla de modos distintos según Su Augusta Voluntad y según las leyes por El también creadas, ó pudo crear un primitivo modelo (*arqueotipo*) é imprimir en esta figura diversas modificaciones por medio del ejercicio de las causas creadas por El, á la manera que un escultor con el informe barro y por acciones físico-químicas, que no creó, modela directamente una figura ó varía la forma de la figura hecha. ¡Ah! El *realismo*, el *materialismo*, el *positivismo científico* (lo hemos dicho muchas veces), sólo puede llevarnos á la adoración más fervorosa para el Altísimo. Los ignorantes y los *tontos perturbados por el estudio* (como dijo Cánovas ingeniosamente), no pueden contradecir, ni tienen autoridad para negar sin más pruebas *verdades* que armonizan la ciencia real con nuestra Religión sacrosanta.

Por último: los geólogos reasumen la maravillosa obra de la Creación en tres períodos, que sencillamente llamaremos: 1.<sup>o</sup> *Creación de la materia* (página 436). 2.<sup>o</sup> *Colocación de la materia*, (formación de otros que comprende la aparición sucesiva en cada era de todos los terrenos descriptos), y 3.<sup>o</sup> llamado heterogéneamente del *Descanso* y de *Transformación y Modificación de la materia* (diluvio universal y aluviones) hasta nuestros días.

Y en fin: Este globo que atesora tantas maravillas, que lleva al hombre, imagen y semejanza de Dios, el hombre que apareció al envejecer la tierra, *como polilla que le entró al globo*, según la graciosa frase de un simpático y jovial marino-astrónomo (el Sr. Ruiz del Arbol); todo esto que tantas *grandezas* y *pequeñeces* encierra, se agita sobre una *cáscara* insignificante relativamente al radio terrestre (1) (corteza de 60 leguas próximamente).

**Formación de los suelos agrícolas.**—Por las causas inorgánicas y orgánicas expresadas en las nociones precedentes de Geo-

---

(1) Página 446.



genia y cuya acción detallaremos después, se han formado los terrenos agrícolas por disgregación de las rocas ya *calizas compactas* (cretosas, oolíticas, margosas, dolomíticas, compactas y granosas, etc.), ya *silíceas* (cuarcita, arenas puras, areniscas etc.) ya *silíceo-aluminosas* (granitos, gneis, sienita, protogina, pórfidos, pizarras, rocas volcánicas, arcillas, etc.) ya las mezcladas (grava, chinas, brechas, conglomerados, tobas volcánicas, materiales de acarreo etc.).

Las rocas que por su descomposición producen sustancias térreas (*detritus pélicos*) ó de gran división molecular, se llaman *pelógenas* (de *pelos*, arcilla ó marga) y las que por su descomposición originan arenas ó materiales de menos división molecular (*detritus sámicos*), se llaman *samógenas* (de *psamos*, arenas), y las que producen arcillas y arenas se llaman *pelosamógenas*.

La tierra de labor tendrá por consiguiente la composición de las rocas de que proceda, y por esto parece natural creer que según la naturaleza de los terrenos y montes próximos se conocería la constitución de un suelo, como se hacen los exámenes que en el campo se efectúan. Sin embargo, los profundos conocimientos teórico-prácticos de Geología sólo sirven para resolver dudas acerca de la existencia de algún componente mineralógico, sirviendo en lo demás de juicio probable. Y se comprende que así sea, considerando los transportes más ó menos lejanos que de materiales efectúan los volcanes y las aguas y los vientos y la distinta composición del terreno resultante, según la intensidad de estas corrientes, la agitación permanente y el reposo

más ó menos duradero, aunque la composición química más ó menos compleja de la roca sea siempre igual y conocida. Así, de la descomposición de las calizas compactas puede resultar un terreno arcillo-arenoso, arenoso-arcilloso ó arenoso-calizo, y terrenos más distintos aún de los aluviones antiguos y modernos.

Teniendo todo esto presente, y según la Geología, veamos ahora los terrenos que pueden formar las rocas de diversas épocas.

*De las rocas ígneas.*—Puede hoy verse su descomposición por influencia del oxígeno, ácido carbónico, ácido nítrico y vapor acuoso del aire. Como los aludidos ácidos del aire son escasos, la descomposición es lenta en las rocas ígneas compactas y muy unidas, descomponiéndose parte de los silicatos de potasa, sosa, cal y magnesia, dando sílice hidratada (págs. 518, 519, 520 y 522), carbonatos solubles de sosa y potasa, nitratos solubles, algunos hidratos y algo de silicato de alumina que hidratándose forma la arcilla. En definitiva: tierras generalmente arenosas, abundantes en potasa y pocos fosfatos.

Los transportes á los valles próximos forman suelos arenosos, poco descompuestos, análogos á estas rocas (*tierras graníticas, gnésicas, micáceas, etc.*), con poca arcilla y caliza y bastantes sales de potasa y sosa.

Estas tierras se completan y benefician con los fosfatos y el mantillo (estiércoles).

*Del gres ó cuarzo granoso.*—Sobre la superficie de los pisos de la época primaria y secundaria se hallan estos sedimentos de granos de sílice y de silicatos unidos fuertemente, descomponiéndose por la acción del agua y de la vege-

tación para desprender granos arenosos de que resultan suelos arenosos y superficiales.

Estos suelos se benefician como los anteriores.

*De las arenas.*—Determinan los terrenos geológicos compuestos de arena silícea, más pobres (hasta de 10 metros), los que casi carecen de álcalis, de fosfatos y de caliza, y sobre los que la escasa vegetación natural produce el mantillo, formando *tierra arable*.

*De las arcillas hojosas.*—Constituyen rocas metamórficas, afines á las pizarras (en los suelos primarios), cuya parte no calcinada atacan las aguas y la desmenuzan para formar tierras silíceo-arcillosas, con granos gruesos, arenosos, de arcilla calcinada (págs. 524 y 525). En ocasiones tienen bastante potasa; sin cal ó poquísima cal, son siempre permeables y secas.

*De las arcillas plásticas.*—Muy húmedas y coherentes, pocas veces se hallan sobre la superficie de las tierras (pág. 524), corresponden á formaciones geológicas antiguas; casi no tienen caliza, poseen algo de silicato cálcico y más silicatos de potasa y sosa.

Los restos de vegetales que viven en las aguas formadas sobre las concavidades de terrenos arcillosos, forman la turba (pág. 533). Desechadas estas depresiones en los terrenos turbosos se consiguen buenas cosechas si previamente se adicionan materiales calcáreos y fosfatados (páginas 530, 533, 547, 615 y 675).

*De las calizas compactas.*—Substancias calizas existen desde los sedimentos de la época primaria como hemos visto y por la acción del aire y del agua producen comunmente terrenos

profundos, dando *pedras calizas* consistentes, granos de arena caliza y silícea y, en fin, caliza fina que, como se deslíe en agua, es llevada á las capas profundas del suelo (subsuelo) ó á lugares más bajos, quedando solas la arena y la arcilla.

Con mantillo (estiércoles), restos vegetales y animales, son muy buenas estas tierras, que además contienen muchos principios nutritivos para las plantas.

*De los sedimentos cretáceos.*—Ya sabemos que la creta es una caliza terrosa (en mezcla con restos orgánicos), ó un carbonato de cal en granos reunidos por un cemento arcilloso-silíceo, mantilloso, dando por disgregación caliza fina, arena silícea, arcilla y *humus*, y formando tierras excelentes.

*De las margas.*—Rocas de caliza en mezcla con variable cantidad de arcilla y arena. Por excepción se hallan en la superficie del suelo y entonces abundan en caliza fina. Constituyen tierras de composición variable, según el predominio de cada uno de sus componentes, de pocas piedras y guijarros, de arena y arcilla en proporción diversa, de calcáreo pulverulento y *humus* (originado por los restos vegetales).

*De los aluviones antiguos.*—La constitución normal de todos los terrenos sedimentarios ha sido suspendida por estos fenómenos, de cuya producción nos hemos ocupado en las nociones de Geogenia y Geonomía generales, comprendiéndose que sean de varios géneros las tierras que puedan formar.

Los aluviones antiguos han formado terrenos compuestos casi totalmente de arenas mez-

cladas con guijarros y piedras, con poca arcilla y casi ninguna caliza fina, lo que revela la velocidad de las corrientes, suponiendo algunos, estancamientos accidentales en donde se pudieron producir fértiles terrenos arenosos mezclados con arcilla caliza y restos orgánicos que el cultivo ha mejorado contribuyendo á pulverizar las arenas calcáreas, como con razón cita el señor Abela, los de Henares y Tajuña (Madrid).

Los aluviones modernos se pueden apreciar en los depósitos que dejan los arroyos y ríos que *se salen de madre* en las épocas lluviosas, abandonando primero las piedras, grava, quijo y arenas gruesas, que hacen tierras estériles y después la arena fina, arcilla, caliza pulverulenta en mezcla con substancias orgánicas (limo, légamos, fangos y cienos) de gran fertilidad como se observa en las vegas que inunda el Guadalquivir y en las famosas que inunda ó inundaba el Nilo (págs. 43 y 44).

**Causas transformadoras de la superficie terrestre.** — La Geogenia y Geonomía nos han enseñado cómo se producen los pisos geológicos y los terrenos de labor al influjo de causas diversas cuya acción dura todavía para formar y descomponer, reunir ó disgregar los materiales, y como hemos visto y veremos hay fenómenos que descomponen y fenómenos que recomponen, que disasocian y reúnen las substancias de la superficie terrestre. Al conjunto de estas causas que modifican la composición y agregación de la superficie terrestre, se las llama *transformadoras*, denominándose (convencionalmente) *descomponentes* las causas que disgregan los materiales y *reconstituyentes*

las causas que recomponen los materiales y cuyo estudio vamos á tratar.

**Causas descomponentes.**—Ya hemos dicho que las causas que alteran la composición y agregación molecular de las substancias rocosas para la formación de los pisos geológicos, como de los terrenos agrícolas, se dividen en *inorgánicas* (que son el aire, el agua, el calor y la electricidad), y *orgánicas* ó *biológicas* (que son los seres vivos y el hombre).

**Aire.**—El aire obra *química* y *físicamente* para determinar la disgregación de las rocas y la formación subsiguiente de la tierra vegetal.

La *acción química* del aire es muy enérgica y ha sido más enérgica en remotos tiempos. El oxígeno oxida á los metales formando óxidos y á los metaloides formando ácidos, óxidos y ácidos que, uniéndose, forman sales.

El ácido carbónico carbonata unas bases (de sosa y potasa) y bicarbonata otras, formando sales solubles como hemos visto en la formación de los suelos agrícolas procedentes de las rocas ígneas (págs. 519 y 520). El ácido nitroso y nítrico (págs. 259, 260, 303 y 304) se combina con las bases libres formando nitritos y nitratos solubles.

El vapor acuoso del aire (aire húmedo) sobreoxida los óxidos ferruginosos, como en general los metales de las piritas (sulfuros), formándose además amoníaco. Con todas estas reacciones del aire se efectúa la descomposición y disgregación de la roca.

La *acción física* del aire se patentiza en los transportes de partículas terrosas que efectúan los vientos (*aterramientos*). Los vientos que en

los desiertos forman montañas de arena ó des- hacen montes de arena, se llaman *dunas*, *médanos* ó *arenales movibles*, y los vientos que transportan al interior las arenas secas que los mares acumulan sobre costas de suaves pendientes forman los terrenos llamados *landas*, que destruyen la vegetación. Se llaman así por las Landas de Francia, donde gracias á las plantaciones de pino marítimo, que retiene la arena en el suelo, se consigue el evitar los daños y el avance de las arenas que se efectúa allí á razón de 20 á 25 metros por año. Transportadas por los vientos las partículas de la disgregación superficial, las rocas ofrecen nueva superficie *pelada* á la descomposición, además de que el arrastre violento de las moléculas produce en las rocas frotamientos que cooperan también á la disgregación.

*El agua.*—También obra *química y físicamente*. Su acción *química* se comprueba por su propia descomposición, suministrando sus elementos componentes (el hidrógeno y el oxígeno) para operar reacciones químicas diversas (página 302 y sus citas), así como el ácido carbónico que lleva disuelto contribuye á la descomposición (pág. 520).

El agua obra físicamente en sus tres estados. Al estado de vapor penetra más ó menos en los poros de las rocas y produce los hidrometeoros. Al estado líquido (de las lluvias y deshielos) diluye, disuelve y desprende en su curso las capas superficiales de las rocas (*erosión*) y conduce las sustancias de un punto á otro, tanto más rápidamente y con más fuerza, cuanto que la pendiente intermedia sea mayor, constituyendo los aluviones y formando los terrenos diluvianos

(de grandes fragmentos y de piedras voluminosas) ó los terrenos de *acarreo* ó de *transporte* (de grava, chinás y arenas gruesas, cuyos fragmentos, de aristas pronunciadas, se quiebran y se desgastan para convertirse en *cantos rodados* ó fragmentos redondeados por el roce contra las tierras al ser llevados por las aguas, y después en arena y polvo fino; mas si la fuerza de las corrientes es mucho menor, las aguas llevan desleídas y en suspensión los materiales más finos y ligeros (arcilla y caliza pulverulentas), ocasionando las *denudaciones*, como puede notarse en las formaciones arcillosas de suaves pendientes. De todos modos, el agua que llega y circula sobre la superficie terrestre es en parte evaporada y en parte filtrada á través de las capas del terreno más ó menos permeables, y la que queda se va reuniendo para formar sucesivamente los arroyuelos, arroyos, riachuelos y ríos para ir á los mares. Acumuladas las aguas en depresiones más ó menos grandes y sin salida forman las *charcas*, *lagunas* y *lagos*. El agua filtrada se reúne en las capas impermeables (página 524) formando depósitos subterráneos y produce los manantiales y fuentes (pág. 524), y si antes de su salida se mezcla con ácido carbónico ú otro gas al brotar de la tierra con fuerza, forma los *hervideros*. En resumen: el agua corriente abandona primero las piedras y guijarros; luego, en corrientes más lentas (remansos), la arena gruesa, y después (al principio de su detenimiento), la arena fina, y más tarde (en reposo completo), las partículas arcillosas y la caliza fina, y en fin, las sales poco permanentes (como el bicarbonato de cal al separarse el ácido



carbónico), y las sales poco solubles (sulfatos). Las sales solubles forman depósitos al filtrarse ó al precipitarse por evaporación del agua, contando con las que son retenidas por la tierra misma según sabemos.

El agua, reblandeciendo la base de las grandes moles arcillosas, hace que se desprendan por su propio peso, destruyendo cuanto encuentran á su paso. †

Así ocurrió en Rosberg (Suiza) el año 1806, al caer sobre el valle una masa de más de 50 millones de metros cúbicos de una montaña cuyo cemento era arcilloso, formando cerros de 60 metros de altura, bajo los cuales fueron enterradas muchas poblaciones.

El peso de las aguas de ríos, lagos y mares, reunidas y contenidas por diques naturales ó artificiales, inundando á veces (roturas de lagos y pantanos) las tierras situadas á más bajo nivel, ocasionan alteraciones en las masas minerales del planeta.

El oleaje, las *mareas* (1) y las corrientes (páginas 473 y 474) de las aguas marinas por su

---

Además de los movimientos de la superficie de los mares por los vientos, las tempestades y las corrientes pelágicas ó marítimas (págs. 473 y 474) las mareas producen un movimiento de elevación (*flujo ó marea alta*) y descenso (*reflujo ó marea baja*), de las aguas del mar dos veces (dos elevaciones y depresiones) en 24 horas y 45 minutos, por efecto de la atracción de los astros (la luna y el sol). Por esta atracción, las moléculas poco coherentes de las aguas, son llevadas en la dirección del astro (marea alta) pero como el centro de la tierra y todo nuestro planeta es atraído por el astro en la misma dirección, el agua se queda retrasada en la parte opuesta, y, claro, allí, en el antimeridiano 180° (pág. 444) producen otra elevación (marea alta). A 90° de estos dos puntos la atracción del astro es oblicua ó imperceptible y allí las aguas están más bajas (baja-marea) por haber sido elevadas en los otros puntos. Y como los astros giran en 24 horas alrededor de la tierra, los dos flujos y los dos reflujos van girando también y por consiguiente cada lugar tiene en ese tiempo dos elevaciones y dos depresiones.

choque contra la base de las grandes y elevadas peñas de las costas desprenden grandes trozos que caen al mar, trozos que por la misma causa destrozan las rocas formando nuevas rocas que sobresalen de las aguas (*islas*) ó quedan bajo las aguas (*arrecifes*).

Al congelarse ó solidificarse (*estado sólido*) el agua que ocupa los poros de las rocas aumenta de volumen y ejerce una potencia dinámica intensa resquebrajando, desmembrando y disgregando las masas minerales, cuyos fragmentos caen por las laderas de los montes ó son arrastrados por los *glaciares* ó voluminosos y compactos témpanos de nieve helada, formados sobre las altas cordilleras, ó por las aguas del deshielo ó de lluvia, produciendo fuertes roces que de igual modo contribuyen al efecto destructor.

El calor, la luz y la electricidad, provocando reacciones químicas y cambios de estado sobre las rocas y sobre los vegetales y animales, han influido é influyen continuamente en la formación de los terrenos agrícolas.

---

Si la atracción del sol y la luna se realiza en un mismo sentido (en el novilunio y plenilunio) se producen las mareas más altas; pero en los cuadrantes ó cuadraturas la influencia atractiva del sol en esta colocación es antagónica á la de la luna y el efecto de la atracción lunar es en parte destruído.

La luna ejerce más acción en las mareas por su mayor proximidad á la tierra y de aquí que el fenómeno se efectúe en 24 horas y 45 minutos, tiempo que tarda la luna en su aparente movimiento. La alta marea se retrasa un poco al paso de la luna porque el ascenso de la masa líquida no puede ser repentino y porque el movimiento de la tierra en sentido contrario dificulta el resultado.

La altura de la marea está en relación con la disposición de las costas, con los vientos y las corrientes, alcanzando á veces 15 metros y asignando el punto de partida al Océano Glacial Antártico de donde se cree salen las ondas que mueven los mares continuamente.

Por las descargas eléctricas (págs. 371 y siguientes) se funden, se hienden y se resquebrajan las diversas rocas, como se observa en las señales del Monte Blanco en los Pirineos.

Ocupémonos de las *causas orgánicas ó biológicas* de descomposición de las rocas.

*Los vegetales.*—Los vegetales que aparecen sobre la tierra por sus funciones nutritivas (1) y por sus fenómenos radicales (pág. 569) coadyuvaron químicamente á la descomposición de las rocas, como las raíces de las plantas, introduciéndose en las masas rocosas, ayudarían (como cuñas) á la disgregación mineral, patentizando su *acción física*. Los restos de las primeras vegetaciones espontáneas (musgos, helechos, algas, líquenes) y de las sucesivas y cada vez de organización más complicada, acumulándose en el suelo, formaron las primeras capas de mantillo ó materia orgánica, cuya presencia, aumentando la composición química de los suelos, caracteriza verdaderamente la tierra *laborable ó tierra vegetal*.

*Los animales.*—Los muchos animales que por sus instintos *minan* y desmenuzan las tierras, como los que arrastrándose por el suelo la erosionan, los restos y excreciones de estos seres, (por reacciones químicas) disgregaron las rocas y contribuyeron á la formación de fértiles tierras labrantías.

Y en fin, el *hombre*, explotando minas y canteras, haciendo caminos y diques, operando á veces sobre la dura roca *para formar suelo*, roturando tierras vírgenes, cavando, arando y

---

(1) Consúltese la Microbiología geológica (págs. 394 á 623).

adicionando al terreno sustancias minerales, vegetales y animales, produce ó mejora activamente la tierra labrantía.

Todas estas causas, obrando desde los remotísimos tiempos de las eras geológicas, produjeron y producen este resultado, sin que haya montaña ni molécula que se resista á la enérgica acción transformadora de estos agentes naturales.

*Tierras locales y tierras de transporte.*—Si los materiales de disgregación y de descomposición de las rocas quedan sobre la roca misma, formarán delgada capa generalmente de composición sencilla, como ocurre en las montañas y sitios elevados, constituyéndose así las *tierras locales*; pero si los materiales de disgregación y de descomposición de las rocas son transportados por los vientos y principalmente por las aguas á parajes más ó menos alejados se reúnen generalmente en gruesa capa de composición muy heterogénea, como ocurre en los sitios bajos, llanuras, vegas y valles, constituyendo los terrenos *de lluvia, de acarreo ó de transporte*.

**Causas reconstituyentes.**—De diversos modos obran estas causas (inorgánicas y orgánicas también) en la modificación de la superficie terrestre. En general puede aceptarse que contribuyen á reconstituir las masas descompuestas.

*Volcanes.*—Son comunicaciones del interior al exterior del globo por un conducto (*chimenea*) que se abre por un ensanchamiento (*cráter*) en la cúspide de algunas montañas para dar salida á productos de diversa composición y estado.

Se llama *erupción* al conjunto de fenómenos físico-

químicos que se refieren á la salida de productos de un volcán brusca, rápida é intensamente y *emisión* si los mismos fenómenos de salida son continuos y lentos.

Por su situación se llaman los volcanes *continentales*, *insulares* y *submarinos*; *activos* si muestran erupciones constantes ó interrumpidas y *apagados* ó *extintos* si no las muestran pero las han mostrado, y *mixtos* si sólo desprenden gases; *traquíticos*, *basálticos*, *lávicos*, *cenagosos*, etcétera, según la naturaleza de sus productos.

La erupción pocas veces se ha realizado de una vez y sin fenómenos precursores; generalmente preceden grandes temblores de tierra ó terremotos, levantamientos del suelo, aguaceros, relámpagos, truenos, huracanes, ruidos subterráneos, el terreno se hiende viéndose humos sobre el cráter, que pronto despide con detonaciones violentas, vapor de agua con restos de rocas y cenizas mezcladas con gases (ácido clorhídrico, sulfhídrico, sulfuroso, sulfúrico y carbónico) hidrógeno y carburos de este gas que se queman, surgiendo por las hendiduras hechas en las vertientes de las montañas, fogosas avenidas, regueros de lava, que al correr arrasan y destruyen cuanto encuentran, para solidificarse después, subsistiendo más ó menos un gran penacho de humo sobre las aberturas del volcán.

La erupción es excepcionalmente tranquila y menor, despidiendo aguas calientes ó termales (*geyseres* ó *surtidores de Islandia*) ó frías y salinas con carburos y ácido carbónico (*maculabas* ó *macalubas* ó *salzas en Cartagena de Indias*), cenagosas (*volcanes cenagosos* de América y de Morón).

Hay volcanes apagados que arrojan sólo vapor de agua y gases sobre todo (ácido sulfhídrico) con precipitación de azufre (*sulfataras*) ó sólo vapores inflamables al aire ó sólo ácido carbónico (*mofetas* ó *tufus*).

Hay *volcanes submarinos* aunque son pocos porque las aguas que les cubren los apagan; sin embargo algunos han formado islas como las Azores, Islandia, Antillas, Filipinas, Océano Pacífico y Mediterráneo.

La causa de los volcanes se atribuyó al enfriamiento de la costra terrestre que produciendo su retracción, aumentará la presión sobre la pirofera ó endosfera y esta á su vez reaccionará enormemente sobre la costra (*hipó-*

*tesis geo dinámica* de Cordier); se atribuyó también á la atracción que la luna ejerce sobre la masa ígnea de la endosfera lo que ocasiona el choque de esta sobre la corteza terrestre (*hipótesis geocósmica* de Parrey) y se atribuyó al agua subterránea circulante que producirá reacciones químicas suficientes á determinar el fenómeno (*hipótesis geo-química* de Pilla).

Todo puede ser, pero la causa se explica mejor por los fenómenos y la situación de los volcanes.

En todos los volcanes, antes, en y después de la erupción, y en volcanes extinguidos, hay desprendimiento de vapor acuoso; la lava (según Daubrée), es una pasta compuesta de rocas ígneas y substancias silíceas con estructura esponjosa por el vapor de agua que contiene (viéndose al microscopio en la lava hecha polvo vidrioso, partículas de agua). Las causas del volcanismo, son, pues, el agua y el fuego.

El agua, filtrada por su peso y presión hasta las más profundas y ardientes zonas, toma una gran temperatura, formando líquida y saliendo al exterior los manantiales termales, con agua pura hirviendo (*geyseres*), ó con agua y gases ó sales en solución y más ó menos cálidas (*aguas termales*); mas si bruscamente se convierte en vapor, se abre paso á través de la costra terrestre y arrastra cuanto halla en su curso rapidísimo.

Además, existiendo los volcanes en lugares diversos, colocados generalmente en líneas casi rectas y ramificadas, la igualdad de sus fenómenos y la alternativa de su erupción, indican que la causa es extensa y no circunscrita, revelando la lava que los puntos interiores originarios de los volcanes no son profundos como se ha supuesto, pues que la lava se compone de los *materiales transformados* de los terrenos que la expulsión atraviesa.

Sin embargo, teniendo presente que la lava está formada por rocas ígneas y que no todos los volcanes están en línea, puede imputarse al fuego central principalmente la causa del volcanismo, en concurrencia con las circunstancias aludidas.

Resultado de los volcanes, arrojando siempre masas ígneas sobre los terrenos formados

posteriormente, es el suplir en los continentes los materiales que al mar llevaron los agentes aero-neptúnicos (la atmósfera y el agua). ¡Hermosa reparación que permite continuar la vida sobre los desastres de la muerte, como ocurrió con la erupción del Vesubio, sepultando las ciudades de Pompeya, Herculano y Stabies, el año 79 de la era cristiana; en 1538, otra erupción del fondo de la bahía de Bayas (Nápoles), formó en una noche un monte de 34 metros de elevación (hoy Monte Nuevo); en 1755, una erupción en Malpais (alta meseta de Méjico), produjo miles de pequeñas cúspides y seis grandísimas montañas, de las cuales, la llamada Jorullo tiene 1.343 metros sobre el nivel del mar!

Los volcanes alzan los terrenos (como ocurrió en la citada erupción de Bayas, en que la costa se alejó del mar), ó bajan los terrenos (como sucedió por la erupción de la isla de Lumbawa del Archipiélago Indio en 1815, quedando cinco metros bajo las aguas del mar la ciudad de Tomboro).

*Terremotos.*—Llamados también *temblores de tierra*, son más ó menos fuertes sacudidas, oscilaciones ó trepidaciones rectas ó curvas, continuas ó interrumpidas, pero poco duraderas, del suelo, que se propagan velocísimamente.

El fenómeno se anuncia por lúgubres ruidos subterráneos, y en seguida la tierra tiembla, los edificios se tambalean, los terrenos se dislocan y se rasgan, abriéndose abismos; los montes, los terrenos y el fondo del mar se hunden ó se elevan, los ríos desaparecen y las ciudades se derrumban, terminando con huracanes, chispas eléctricas, presencia de manantiales y cambio del curso de los ríos. Recuérdanse con horror el terremoto que ente-

rró á Mesina (1693), muriendo 60.000 personas, durando cinco segundos; el de Lisboa (1755), donde perecieron 30.000 individuos, percibiéndose en Africa, las Antillas (*la Martinica*) y el Canadá; el de Manila (1863) y los de Andalucía y Levante (1885).

Puntos de la costa y fondo del mar en Chile (desde Valdivia á Valparaíso), se elevaron por efecto de los terremotos de 1822, 1835 y 1837; así se separó positivamente Sicilia de Italia, el Africa de la Europa, la isla de Chipre de Siria, y la Atlántida de que habla Platón, fué sepultada en un día y una noche.

Presentándose los terremotos en los países volcánicos y precediendo y cesando en las erupciones, la causa es la del volcanismo en menor grado y extendiéndose por *ondas* del interior al exterior (masas ígneas ó vapores que buscan salida y no pueden vencer el obstáculo que ofrece la corteza terrosa).

Hay, no obstante, terremotos que son ocasionados por el agua subterránea, que disolviendo y transportando materiales rocosos interiores, produce cavernas en las que las rocas de afuera, faltas de base, se hundén.

Los terremotos alteran, como vemos, la situación de las cosas sobre la tierra, formando ó destruyendo el suelo.

*Levantamientos y hundimientos.*—Son elevaciones y depresiones, subidas y bajadas de los terrenos que se producen continua y lentamente (por siglos), sin ser efecto inmediato y brusco de los volcanes.

En el Perú el suelo se eleva progresiva y *pausadamente*; el monte Pellegrino (Palermo) presenta líneas de agujeros, hasta su punta de 300 metros, hechos por los foladáceos (moluscos); en la costa de Chile hay mesetas de más de 300 metros, que tienen muchas conchas de moluscos. El suelo de la Catedral de Teodorico (Rávena) se halla bajo el nivel del mar; en el templo de Júpiter Serapis en Pouzzola (Italia) hay tres columnas entre sus ruinas que presentan á 2,78 metros una banda de 2 me-



tros de ancha horadada por los foladáceos, en cuyos agujeros se ven las conchas de estos moluscos, templo que ha debido tener dos cambios de nivel; nótese el levantamiento gradual de Suecia y el hundimiento de la costa de la Groenlandia; las riberas del Báltico en una superficie de 1.600 kilómetros se elevan 8 centímetros por siglo y las costas del Norte de España es sabido que suben á medida que bajan las del Sur.

Las causas de los volcanes y de los terremotos obrando con menor intensidad intervienen evidentemente en estos fenómenos, los que son ocasionados según se cree además por la contracción ó reducción que al solidificarse experimentan las capas externas de la pirofera, reducción que produce un vacío interior y la costra térrea, al acomodarse á una masa de menos volumen, *se arruga*.

Los levantamientos perturban las sierras apareciendo sobre los rotos pisos sedimentarios la roca ígnea cuyos fragmentos caen después sobre los terrenos modernos; las islas levantadas por los terremotos, los volcanes y los levantamientos en medio del mar, patentizan las causas reconstituyentes inorgánicas.

*Causas reconstituyentes orgánicas.*—Aunque las secreciones y excreciones normales de todos los seres vivos, como sus despojos después de muertos, han contribuído á la descomposición de las rocas como hemos visto, los mismos agentes obran como causas reconstituyentes, según vamos á ver.

*Turberas* (1).—Depósitos mantillosos de generaciones sucesivas de plantas acuáticas que crecen y mueren en pantanos de poco fondo. Como estos residuos orgánicos quedan bajo el agua, sufren fermentación anaerobia (pág. 606) y

---

(1) Página 533.

en igualdad de peso respecto á los vegetales vivos y á las maderas ofrecen más carbono y menos hidrógeno y oxígeno, pero el hidrógeno y el oxígeno no están en las proporciones necesarias para formar agua (págs. 257 y 594).

Si la turbera está profunda ó levantada, es que ha habido un hundimiento ó un levantamiento.

Además de los sitios indicados (pág. 533), la turba abunda en las partes bajas de Europa (Hannover, Westfalia, Dinamarca, Suecia, etcétera), y en la embocadura de los ríos cuyos cauces están situados muy abajo (como el Rhin, Meuse, Loire); las hay en las mesetas de los Vosgos y de los Alpes y en el lago Monthoire (cerca de la embocadura del Loire), en donde tiene un contorno de más de 50 leguas. Inglaterra, Escocia y sobre todo Irlanda, tienen turberas extensas, y en España las hay en Valencia (Murviedro, Almenara, Torreblanca), alfaques del Ebro, Galicia, Guadalajara, etc.

*Tripoli.*—Las algas llamadas *diatomeas* tienen la interesante cualidad de sustraer la sílice de las aguas en que habitan, y con cuya sílice (hemos dicho) fabrican el caparazón que las cubre. Al morir estas algas caen al fondo del mar con sus armaduras ó cajas vítreas, y todos estos estuches silíceos forman esta roca llamada *tripoli*, de la que ya nos hemos ocupado, y tan extensa á veces que obstruye algunos puertos; como la *lumaquela*, es una roca calcárea de aspecto particular por los fósiles de conchas que encierra.

*Animales.*— Los moluscos, equinodermos, pólipos y algunos protozoos, tienen la transcen-

dental misión de sustraer al agua del mar, en que se encuentran, el exceso de carbonato de cal que los ríos llevan á los océanos para fabricar sus conchas y armaduras y saneando el medio líquido, que sin estos hechos pronto se haría inadecuado á la vida de los animales marinos.

Determinados moluscos, como las ostras y otros, se reúnen en el fondo de las costas poco profundas y forman *bancos* de extensión considerable.

Conchas, caracoles fluviales y marinos, peces mamíferos, despojos de infusorios y pólipos ó *bancos de coral* y plantas diversas, vemos que forman los terrenos sedimentarios depositados por las aguas *formando ó componiendo así el suelo*.

Los políperos son productos orgánicos y calizos ó córneos y duros del cuerpo de los pólipos, animales acuáticos y pequeños, productos que se hallan algunas veces en los depósitos sedimentarios; pero los *bancos de coral*, *islas ó arrecifes madreporicos* de algunos mares (y especialmente del Océano Pacífico), son productos de secreción de los pólipos de polípero, son productos calizos de forma arborescente que resultan de la secreción de muchísimos de estos animales (*madrepora porites*), que viviendo asociados en estos depósitos (á 20 ó 30 metros bajo las aguas) y multiplicándose prodigiosamente, van acumulando de continuo sus productos y constituyendo rocas ó bancos que llegan á sobresalir de las aguas y desde entonces las olas empiezan á romperlos y agregando las olas á los fragmentos, conchas de moluscos y zoófitos, arenas y materias terrosas, acaban por constituir una isla.

(*arrecife*) de forma circular ó alargada que rodea á los continentes é islas ó van paralelos á las costas como en la Florida, Mar Rojo y Australia, en cuyo último punto y paralelo á su costa N. E. y á algunos kilómetros de distancia, se eleva un gran arrecife de 2 000 kilómetros de largo por 100 de ancho. Si estas islas se hallan á 200 ó 300 metros sobre las aguas, es debido á un levantamiento posterior á su formación, porque los pólipos no pueden vivir fuera del agua.

Las cubiertas de algunos protozoos que pueblan los mares, sumergiéndose al fondo y mezclándose allí al légamo existente, forman la roca llamada *creta*, que ocupa millares de kilómetros de extensión en el fondo de los mares (Huxley).

Algunas aves acuáticas, y preponderantemente la *Sterna Inca*, guareciéndose en islas inhabitadas, van acumulando excrementos y sus despojos cadavéricos, formando masas sólidas, á las que el agua comunica cierta homogeneidad, dè color amarillento, blanquecino, rojizo, de olor fuerte y sabor picante, que son los *guanos* (abonos excelentes) constituídos por capas de 20 y más metros de espesor en las islas de Iza, Chinchas, etc., (Perú), y en las costas de Chile, Africa y Australia.

Como causas *mixtas*, inorgánicas y orgánicas reconstituyentes, se pueden citar además: los *cordones litorales*, las *barras*, los *deltas* ó *alfaques* y los *estuarios*, que como los arrecifes madreporicos ofrecen riesgos á la navegación en algunas aguas, cegándose así puertos antes visitados.

*Cordones litorales*.—Depósitos de composi-

ción variada situados cerca de las costas y debidos al arrastre de las aguas.

*Barras.*—Son depósitos de composición diversa también resultantes de la mezcla de los materiales que llevan y dejan los ríos (arenas y limos) al desembocar en el mar y de los materiales que empujan las olas (conchas, madreporas, etc.)

Se llaman *bancos* á los grandes depósitos de arena formados bajo las aguas del mar.

*Deltas ó alfaques.*—Son depósitos triangulares formados entre los dos brazos de la desembocadura de un río en el mar, con los materiales que los ríos transportan y que el oleaje tiende á rechazar, correspondiendo la base ó parte más ancha al mar. Ejemplo: el Ebro (España), el Nilo (Egipto) y el Misisipí en América, cuyo delta mide 300 kilómetros de largo y ancho.

*Los estuarios.*—En el fondo de los golfos ó entradas del mar en la tierra, en que desembocan ríos, se forman depósitos alternados de variada composición, de las aguas del río que llega y de las aguas del flujo y reflujo del mar (como el golfo de Méjico en el que desemboca el Misisipí) (1).

Decíamos antes que convenientemente se puede advertir la división de las causas modificadoras de la superficie terrestre en descomponentes y reconstituyentes, pues que como hemos visto las mismas descomponentes (aire, agua, calor, luz, electricidad y seres vivos), trabajan para *constituir ó componer* los suelos geológicos y

---

(1) Véase en la Geogenia y Geonomía generales, la *era secundaria*.

agrícolas, siendo además descomponentes y las causas reconstituyentes, ya vemos que no dejan de ser destructoras (volcanes, levantamientos, etcétera) ó tener por origen la destrucción misma (turbas, trípoli, terrenos fosilíferos, etc., etc).

De cualquier modo, sobre nuestro planeta la materia se descompone y se recompone (circula siempre) *para formar el suelo.*

**Propiedades agrícolas de las tierras.**—El conjunto de todas las cualidades físicas que hemos examinado en la lección precedente, influye mucho como sabemos en la variable utilización de los terrenos para la producción de cosechas diferentes, conjunto que resulta principalmente de la diversa proporción de cada uno de los componentes dominantes del suelo (arena, arcilla, caliza y *humus*); pero como consecuencia del conjunto de diferentes condiciones de las capas juxtapuestas y paralelas (*estratos*), constituidas por los materiales formados durante un período geológico (*Geonomia y Estratigrafía*, pág. 515), resultan también las tierras labrantías más ó menos apropiadas y apropiables para la explotación agrícola según estas condiciones llamadas *cualidades agrícolas de las tierras*, cualidades que, aunque dependientes á veces de las cualidades físicas, otras veces las modifican.

Las cualidades agrícolas son: *la disposición de las capas terrosas; la profundidad del suelo laborable; la humedad adecuada (frescura) de las tierras, y la circulación del aire, del agua y del calor.*

**Disposición de las capas terrosas.** — Gasparín considera cuatro capas en los suelos agrícolas,

en este orden de sucesión de arriba abajo (*Geomía agrícola*):

1.<sup>a</sup> *Suelo activo*.—Capa superficial con restos orgánicos (mantillo) á la que alcanza la influencia del aire y las operaciones de cultivo (labores) y en donde se efectúan los fenómenos de absorción radicular (págs. 243 y 514).

La calidad del suelo activo es de gran interés agrícola; pues si sus componentes dominantes se hallan en proporciones adecuadas (pág. 535), constituirán una tierra de excelente aprovechamiento, mientras que formarán una tierra de escasa utilidad si uno de ellos prepondera excesivamente y el clima no compensa el defecto, y si un componente existe sólo, la tierra es *inútil*.

2.<sup>a</sup> *Suelo inerte*.—Capa más profunda y de homogénea ó análoga composición mineralógica respecto al *suelo activo*, á la que apenas alcanzan las influencias del aire (pág. 562) y las operaciones de cultivo. Se le llama *suelo de reserva* (pág. 583) que puede ponerse en actividad por las labores.

3.<sup>a</sup> *Subsuelo*.—Capa ó capas más profundas que las precedentes y de distinta composición mineralógica. Thurman llamó *subsuelo* al *suelo inerte*.

4.<sup>a</sup> *Capa impermeable*.—Más ó menos profunda y formada generalmente de arcilla (ó de marga ó de caliza compacta); sirve para retener en depósito las aguas filtradas ó las aguas que circulan subterráneamente *determinando la humedad de las capas anteriores*.

De estas capas puede faltar el *suelo inerte* por estar muy somero el *subsuelo* y ser entonces poco profundo el *suelo activo*; puede faltar el

*subsuelo* y entonces le sustituye el *suelo inerte* con más espesor y contactando con la *capa impermeable*. La *capa impermeable* no falta, pero se halla á más ó menos profundidad y de diferente modo dispuesta, influyendo como la naturaleza del subsuelo por consiguiente, de modo variable en la humedad y demás condiciones físicas del suelo activo y de las demás capas superiores.

**Profundidad del suelo laborable.**—La zona del suelo agrícola (pág. 243) en que las plantas pueden extender más ó menos sus raíces, puede ser de más ó menos espesor. Si el espesor del suelo es pequeño y descansa sobre dura roca (*tierras locales*) sólo podrán existir plantas de pequeñas raíces porque además son pobres, constan generalmente de pocos componentes mineralógicos, y si el espesor del suelo es grande (*tierra de acarreo ó de transporte*) podrán subsistir plantas de pequeñas y grandes raíces, porque además son ricos, constan de muchos componentes mineralógicos y restos orgánicos (mantillo). Por este concepto se agrupan los suelos en: *superficiales* (de 10 á 15 centímetros), *medianos* (de 15 á 20 centímetros) y *profundos* (de 20 centímetros en adelante).

Cuanto más profundo es el suelo, menos variaciones bruscas y perjudiciales experimenta con respecto á la humedad y al calor, por penetrar más el agua y no calentarse ni enfriarse la tierra á la par que la atmósfera, además de que por su compleja constitución mineralógica y química y su espesor podrá recibir más número de plantas favoreciendo la *alternativa ó simultaneidad de cosechas* con ahorro de labores y abonos.



Hasta 27 centímetros, gradúa Thaer en 3 por 100 el aumento de valor de una tierra por cada centímetro que sobre la cifra típica de 16 centímetros tenga de más profundidad el suelo.

Gasparin cree más lógicamente que este aumento acrece hasta 50 centímetros de profundidad, graduando el aumento de valor de la tierra en un 2 por 100 por cada centímetro, careciendo estos cálculos de exactitud práctica en asunto de datos tan numerosos y variados; desde luego, y por las razones expuestas, queda demostrado el mayor valor de las tierras por el creciente espesor del suelo.

Fitológicamente se averigua que un terreno es profundo y bueno, si los árboles son grandes y sus ramas largas, siendo la corteza de las ramas jóvenes lisa ó poco resquebrajada, sin musgos, ni líquenes (*exuberancia fisiológica*) y si entre las plantas herbáceas existe el dactile aglomerada, la poa común, las festuca ó cañuela, el fleo de prados y la cola de zorra en el centro de la parcela y en las lindes el cardo lanceolado, la mil en rama, la bardana, la ortiga, el yezgo y saponaria (vegetales de terrenos gruesos); pero el terreno será superficial y de calidad inferior si los árboles son pequeños, si las ramas son cortas, de corteza resquebrajada y cubiertas de musgos y líquenes (*miseria fisiológica*), si en el centro de las parcelas están entre las plantas herbáceas el nardo apretado, la agróstide vulgar, los eriófilos, el cuajaleches, las arenarias, las airas, las acederas, los juncos y eufrasias y en las márgenes están los brezos, genistas y el cnico de los

marjales ó sitios húmedos. (Blanco y Fernández) (1)

**Humedad adecuada (frescura) de las tierras.**— Esta propiedad es consecuencia de la naturaleza y disposición de las capas terrosas, y la ha definido el Conde de Gasparín acertadamente, diciendo que es «el estado de humedad conveniente, ni excesiva ni defectuosa, que permite en todas las estaciones del año la existencia y desarrollo de la vegetación». Compréndese que además de la composición y grado de división molecular de las tierras que influyen en las cualidades físicas (higroscopicidad, permeabilidad, capilaridad, etcétera), la humedad del suelo depende de la situación más ó menos superficial y de la configuración plana, cóncava, convexa, horizontal é inclinación de la capa impermeable. De aquí que sean más secas las tierras de las cimas y de las laderas de las montañas á igualdad de composición, que escurren el agua más ó menos á niveles más bajos y que las tierras de los valles sean más húmedas.

Cuando los terrenos son impermeables, la vegetación frondosa se halla en las laderas, y las fuentes (pág. 524) surgen en puntos más ó menos altos, y cuando los terrenos son permeables la vegetación se ostenta cerca de los arroyos y las fuentes aparecen en el fondo de los valles (pág. 524).

Si además se tiene en cuenta lo que sobre el escurrido de las aguas digimos en la página 672 al ocuparnos de la higroscopicidad, deduciremos

---

(1) Véanse las páginas 626 á 628 y sus citas.

que hay que averiguar en cada caso la humedad ó frescura de los terrenos, como se hace tomando con una sonda una muestra de tierra á 33 centímetros de profundidad; se pesa en seguida y se deseca, según se dijo en la higroscopicidad. La pérdida de peso por la mayor temperatura y por la desecación, nos dirá la frescura de la tierra.

Se llama *sana* (ni seca ni húmeda) á la tierra que después de dos ó tres días de una intensa lluvia sólo conserva la mitad del agua que puede retener por su capacidad higroscópica, ó la que en el mes de Julio ó en el de Agosto, después de ocho días de sequía, contiene 10 por 100 de humedad de su peso. Se consideran *tierras frescas* las que á 33 centímetros de profundidad retienen 15 á 23 por 100 de su peso de agua y se consideran *tierras secas* las que no conservan el 10 por 100 de su peso de agua, á igual profundidad.

Las labores aumentan la frescura de los terrenos, porque disgregando las partículas aumentan la higroscopicidad y el espacio (cubo) en que las aguas son repartidas y destruyen la capilaridad, desecándose menos las tierras por evaporación. La capa superficial se muestra desecada, pero las capas á continuación más bajas conservan su humedad (son *frescas*).

**Circulación del aire, del agua y del calor.**—Es variable la permeabilidad de las tierras para estos agentes naturales, que directamente pueden determinar reacciones químicas ocasionales de la solubilidad de las sustancias nutritivas que las plantas han de tomar del suelo ó agentes que indirectamente favorecen

la existencia de los microbios zimógenos ó fermentativos para producir igual efecto.

La circulación conveniente del aire, del agua y de la humedad reasume las cualidades físicas del suelo y muestra exactamente las cualidades agrícolas de las tierras, como lo comprueban el mullimiento y disgregación de los terrenos incultos, produciendo nuevas plantas, modificando la cohesión, la higroscopicidad, la permeabilidad y la capilaridad de las tierras y como lo evidencia los perjuicios de las aguas estancadas y los provechos de su eliminación, los inconvenientes de las sequías y los beneficios del riego (léanse desde la pág. 567 á 570 y las páginas citadas).

Un grado conveniente de aireación, de humedad y de calor consiguiente á las cualidades físicas y agrícolas del terreno, hace que el agua sea suficiente á disolver cierta proporción de substancias, á ceder otras al terreno, á distribuir otras por permeabilidad y capilaridad, abandonando otras por evaporación.

La permeabilidad fertiliza las tierras por filtración y la capilaridad permite el ascenso de humedad á las capas superficiales desecadas, como las operaciones agrícolas, modificando las cualidades físicas y agrícolas perjudiciales, contribuyen á facilitar la circulación del aire, del agua y del calor confirmando el aforismo geológico de Gasparín que dice que el *movimiento es la vida*.

Especialmente las labores, desmenuzando la tierra favorecen la expansión radicular (página 243) y el acceso del aire, del agua y del calor. El volumen de tierra (cubo) es mayor para poder recibir más agua y aunque la superficie expues-

ta á la evaporación y sequedad sea mayor, rota la capilaridad por las labores, el agua no asciende tanto á la superficie para evaporarse, conservándose la tierra más húmeda.

Y, en fin, relaciónese también todo esto con cuanto hemos expuesto en la *Atmosferología*, *Meteorología* y *Climatología* para apreciar las condiciones agrícolas de las tierras.

## LECCIÓN DÉCIMOSEPTIMA

### TAXINOMIA GEOLÓGICA Y GEOGRAFÍA AGRÍCOLAS.

#### CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS TERRENOS AGRÍCOLAS.

*Taxinomia* (1) agrícola llamamos á la parte de la Geología agrícola que trata de las clasificaciones de las tierras de labor y Geografía (2) agrícola llamamos á la parte de la Geología agrícola que se ocupa de la descripción de los suelos vegetales.

Lógicamente se llama *clasificación* la ordenada colocación ó distribución de las ideas, en relación con sus objetos según la semejanza de sus caracteres.

Ya tenemos expuesta nuestra opinión acerca de la inutilidad práctica de las clasificaciones

---

(1) Del griego *taxis*, disposición, y *nomos*, ley.

(2) Del griego *geos*, tierra, y *grafe*, descripción.

(páginas 511 y 512) y como digimos entonces de las clasificaciones de los climas, decimos ahora de las clasificaciones de los terrenos según quedará demostrado.

Muy variadas é ingeniosas son las clasificaciones que se han hecho de las tierras desde los tiempos más remotos, apurándose verdaderamente el numen filosófico y el conocimiento de los terrenos.

Diversos han sido los caracteres de las tierras vegetales en que se han fundado las agrupaciones de los terrenos de labor según su semejanza ó diferencia respecto al criterio adoptado para determinar las propiedades todas de los terrenos y su utilización agrícola y su corrección ó mejora, denominándose así las clasificaciones: *mineralógicas, físicas, químicas, culturales y mixtas*, de que nos ocuparemos á continuación.

**Clasificaciones mineralógicas.**—Se fundan en la constitución de los terrenos según la presencia y predominio de cada uno de los componentes dominantes de los suelos agrícolas (arena, arcilla, caliza y mantillo), para deducir sus cualidades y aprovechamiento posible y adecuado.

La incompleta y antigua clasificación mineralógica de Varrón se reduce á reunir las tierras en los seis géneros siguientes: *cretáceos* (de creta), *arenosos* (de arena), *arcillosos* (de arcilla), *guijarrosos* (con guijarros), *ocrosos* (con ocre ó arcilla y óxido de hierro), *carbonosos* (con mantillo). Cada orden de tierras se subdivide (según la cohesión) en *fuertes, medianos y débiles*.

Más deficiente es la de Chaptal, que agrupó las tierras en estos cuatro órdenes: 1.º *gredosas*; 2.º *calcáreas*; 3.º *margosas*; y 4.º *arenosas*.

De mineralógica se puede calificar la siguiente clasificación de Girardin y Bréuil.

- |                         |                         |  |
|-------------------------|-------------------------|--|
|                         | Suelos de arcilla pura. |  |
|                         |                         | — arcillo-ferruginosos.                    |
| 1.º Suelos arcillosos.  | }                       | — arcillo-calcáreos.                       |
|                         |                         | — Arcillo-arenosos                         |
| 2.º Suelos arenosos.    | }                       | — de arena pura.                           |
|                         |                         | — areno-arcillosos ó loams inconsistentes. |
|                         |                         | — cuarzosos, de grava y graníticos.        |
|                         |                         | — volcánicos.                              |
|                         |                         | — areno-arcillo-ferruginosos.              |
|                         |                         | — areno-humíferos ó tierras de brezo.      |
| 3.º Suelos calcáreos.   | }                       | Arenas calcáreas.                          |
|                         |                         | Suelos cretáceos.                          |
|                         |                         | — tobáceos.                                |
|                         |                         | — margosos.                                |
| 4.º Suelos magnesianos. |                         |  |
| 5.º Suelos humíferos    | }                       | Terrenos turbosos.                         |
|                         |                         | — pantanosos.                              |

La clasificación mineralógica de Pagnoul, eminente Director de la Estación agronómica del Paso de Calais, agrupa las tierras en dos grandes tipos por la cantidad de *humus* ó materia orgánica:

1.º *Tierras arables ordinarias* ó de menos de 50 por 100 de humus.

2.º *Tierras humíferas* ó de más de 50 por 100 de humus.

Las tierras arables ordinarias las divide en tres grandes secciones (calcáreas, arcillosas y arenosas), subdividiendo cada sección en cuatro clases según las relaciones de cada sección con las restantes y asignando á cada clase en particular sus proporciones y color convencional.



Las tierras húmíferas las divide en dos grandes secciones: *humíferas* y *turbosas* subdividiendo cada sección en dos clases, calcáreas y poco calcáreas á cada una de cuyas clases asigna su color como denota el siguiente cuadro:

DIVISIONES.	CLASES.	Caliza por 100.	Grado arcillo.	Designación.	Color convencional.	
Tierras arables ordinarias.	Tierras calcáreas	Calcáreas. . . . .	100 á 70	200 á 0	C	Amarillo.
		Calcáreo-arcillo-arenosa.	70 á 20	120 á 60	C A S	Amarillo pálido.
		Calcáreo-arcilloso. . . .	70 á 20	200 á 120	C A	Amarillo verde.
		Calcáreo-arenosa. . . .	70 á 20	60 á 0	C S	Amarillo anaranjado.
	Tierras arcillosas	Arcilloso. . . . .	4 á 0	200 á 120	A	Azul.
		Arcillo-areno-calcárea.	20 á 4	120 á 60	A S C	Azul pálido.
		Arcillo-calcárea. . . .	20 á 4	200 á 120	A C	Azul verde.
		Arcillo-arenoso. . . .	4 á 0	120 á 60	A S	Violado azul.
	Tierras arenosas.	Arenosa. . . . .	4 á 0	45 á 0	S	Rojo.
		Areno-arcillo-calcárea.	20 á 4	60 á 45	S A C	Rojo pálido.
		Areno-calcárea. . . .	20 á 4	45 á 0	S C	Anaranjado.
		Areno-arcilloso. . . .	4 á 0	60 á 45	S A	Violado rojo.
Tierras de humus.	Tierras húmicas grado húmico: 50 á 80.	Calcáreas. . . . .	Más de 5	.	H C	Pardo pálido.
		Poco calcáreas. . . . .	5 á 0	.	H	Pardo más obscuro.
Tierras de humus.	Tierras turbosas; grado húmico: 80 ó más.	Calcáreas. . . . .	Más de 5	.	T C	Negro pálido.
		Poco calcáreas. . . . .	5 á 0	.	T	Negro más obscuro.

Pagnoul expone un curioso método para fijar la cifra de arcilla y humus. Para la arcilla se basa en esta operación: agitando la tierra en un tubo de ensayo con agua débilmente calcárea, el líquido queda claro en la parte superior, separándose ostensiblemente de la parte turbia al cabo de 10 minutos, siendo la capa turbia tanto más larga, cuanto que la muestra de tierra contenga más arcilla. Pagnoul determina la cantidad de arcilla del modo siguiente: Se ponen 4 gramos de tierra en un tubo, dividido en centímetros y milímetros, de 35 centímetros de largo y un centímetro cuadrado precisamente de anchura, se añade un poco de agua calcárea, cuya agua, de buena fuente, marque 25° hidrométricos y agitando bien se completa el volumen hasta los 20 centímetros (ó 200 milímetros) del tubo, agitando de nuevo. Se deja el tubo en reposo y con leve inclinación; á los 10 minutos poco más ó menos se hace ostensible la separación de la parte clara del líquido arriba y de la parte turbia abajo y la longitud de la parte turbia indica la cantidad de arcilla. Marca 20 á 26 milímetros la arena pura; 45 á 60 las tierras limosas ordinarias y 60 ó más las tierras arcillosas y 200 las arcillas más fuertes.

Hay que advertir que con el agua pura y la de lluvia los resultados es quedar el líquido turbio en toda su longitud variando poco con los diferentes géneros de tierra, debiéndose usar siempre la misma agua dicha, experimentar á 15° de calor y dejar el tubo á igual inclinación en todos los ensayos. Para precisar más los guarismos precedentes Pagnoul ha ensayado con mezclas de arena pura y de diferentes arcillas muy fuertes que señalaban 200 grados, deduciendo las relaciones siguientes:

Arena.	Arcilla.	Grado arcilloso.	Arena.	Arcilla.	Grado arcilloso.
100	0	26	75	25	125
98	2	40	66	34	150
95	5	50	55	45	170
92	8	60	50	50	180
90	10	70	40	60	190
85	15	90	30	70	195
80	20	110	0	100	200

Nótese que estos números están en relación con los resultados que, de arcilla, obtuvo Schloesing por los análisis de tierras agrícolas.

Para fijar la cifra de humus Pagnoul se sirve del matiz de coloración que toma la muestra de tierra hervida en una disolución de potasa de sosa. Pone 2 gramos de la muestra en un tubo de 75 centímetros cúbicos que lleva dos señales, una á los 20 centímetros cúbicos y otra á los 50; adiciona hasta la primera señal una solución que contenga 80 gramos de sosa y potasa cáusticas por litro y se hierve lentamente por 5 minutos; se enfría, se añade agua hasta la segunda señal, se agita y se echa todo sobre un filtro, resultando un líquido amarillo tanto más obscuro cuanto más abundante es la materia orgánica de la muestra. Para precisar la cifra adopta de término de comparación un líquido modelo que confecciona por la disolución de 2 gramos de caramelo en un litro de agua, solución que echa en un tubo de ensayo de un centímetro cuadrado de abertura que cierra á la lámpara. Del líquido amarillo más ó menos obscuro que pasa por el filtro y lleva disuelta la materia húmica por la potasa ó la sosa, echa 10 centímetros cúbicos en un tubo, graduado como el que sirvió para dosificar la arcilla, añadiendo agua destilada hasta que la coloración se iguale con la del líquido modelo azucarado y la mayor ó menor cantidad de agua que para esto sea preciso añadir, es lo que marca según Pagnoul el *grado húmico*. Es preciso procurar que el líquido modelo tenga siempre igual color, lo que se consigue eligiendo un cristal amarillo del matiz pedido.

Por mera curiosidad exponemos el procedimiento analítico de Pagnoul, como base de su clasificación mineralógica, que por cierto no es la más ingeniosa y exacta.

La generalizada y muy exacta clasificación mineralógica de D. Lucas Tornos, ilustre Catedrático de Ciencias de la Universidad de Madrid, se funda en los análisis de levigación y reúne las tierras principalmente en dos clases: 1.<sup>a</sup> de *proporciones* ó de *radicales concordantes*

ó armónicos y 2.<sup>a</sup> de *proporciones* ó de *radicales discordantes* ó *inarmónicos*. En las concordantes los tres elementos mineralógicos dominantes (sílice, arcilla y caliza) están en un 30 por 100, predominando algún componente hasta en un 50 por 100 y no bajando el menos abundante de un 10 por 100. En las proporciones discordantes el componente que abunda puede pasar de 50 por 100 y otro ú otros dos más escasos pueden no llegar al 10 por 100 ó no existir.

Con las tierras de proporciones concordantes forma siete órdenes, según el predominio de cada uno de los componentes, formando el primer orden por las tierras en que los principios dominantes están en la cifra de un 30 por 100, y los otros seis órdenes dándoles nombre de los tres componentes según método de prelación por el predominio de cada uno.

Con las tierras de la clase de las discordantes forma cuatro órdenes, según el predominio de cada uno de los componentes dominantes (sílice, arcilla, caliza, ó *humus*), en las proporciones indicadas, constituyendo los géneros (menos el último) según método de prelación también por el orden del predominio de cada uno de los demás. Véase en el siguiente cuadro:

CLASES.	ORDENES.	GÉNEROS.
Concordantes ó armónicas. . . . .	1.º Tierras propiamente concordantes. 2.º Silíceo-arcillo-calizas. 3.º Silíceo-calizo-arcillosas. 4.º Arcillo-silíceo-calizas. 5.º Arcillo-calizo-silíceas. 6.º Calizo-silíceo-arcillosas. 7.º Calizo-arcillo-silíceas.	
Discordantes ó inarmónicas. . . . .	<i>Silíceas</i> . . . . . <i>Arcillosas</i> . . . . . <i>Calizas</i> . . . . . <i>Humíferas</i> . . . . .	{ Silíceo-calizas. { Silíceo-arcillosas. { Silíceo humíferas. { Arcillo-silíceas. { Arcillo-calizas. { Arcillo-humíferas. { Calizo-silíceas. { Calizo-arcillosas. { Calizo-humíferas. { Abundantes en materia orgánica.

Entre las clasificaciones mineralógicas figura la de Masure, llamada *clasificación natural de las tierras arables*, parecida á la anterior de don Lucas Tornos, de la que puede decirse que es una parte, sin más diferencia que detallar inútilmente en cifras las proporciones de los componentes dominantes, como puede verse:

Divisiones.	Clases.	Arcilla.	Arena.	Caliza fina.	Humus
Base de clasificación.	I. <i>Tierras perfectas</i> — Los elementos se equilibran.	20 á 30 %.	50 á 70 %.	5 á 10 %.	5 á 10 %.
1.ª División.	II. <i>Tierras arcillosas.</i> — La arcilla domina sola sobre todos los elementos.	más de 40	menos de 50	menos de 5	5 á 10
<i>Tierras arcillosas en las cuales la arcilla domina.</i>	III. <i>Tierras arcillo-arenosas.</i> — La arcilla domina, y después de ella la arena.	más de 30	50 á 70	menos de 5	5 á 10
Caracteres: La tierra hace pasta con el agua, y forma al desecarse terrones más ó menos duros.	IV. <i>Tierras arcillo-calcáreas</i> — La arcilla domina y después de ella la caliza fina.	más de 30	menos de 50	5 á 10	5 á 10
	V. <i>Tierras arcillo-humíferas.</i> — La arcilla domina, y después el mantillo.	más de 30	menos de 50	menos de 5	más de 10
	VI. <i>Tierras arenosas.</i> — La arena domina sola.	menos de 10	más de 80	menos de 5	5 á 10
2.ª División.	VII. <i>Tierras areno-arcillosas.</i> — La arena domina, y después de ella la arcilla.	10 á 20	más de 70	menos de 5	5 á 10
<i>Tierras no arcillosas en las cuales la arcilla está dominada por la arena, sola ó con otro elemento.</i>	VIII. <i>Tierras areno-calcáreas.</i> — La arena domina, después de ella la caliza fina.	menos de 10	más de 70	5 á 10	5 á 10
Caracteres: La tierra se deslie en el agua sin hacer pasta con ella. Tam poco forma terrones duros.	IX. <i>Tierras areno-humíferas.</i> — La arena domina, después de ella el mantillo.	menos de 10	más de 70	menos de 5	más de 10
	X. <i>Tierras calcáreas.</i> — La caliza fina domina sola.	menos de 10	50 á 70 calcárea sobre todo.	más de 10	5 á 10
	XI. <i>Tierras humíferas.</i> — El mantillo domina solo.	menos de 10	menos de 50	menos de 5	más de 30

Los caracteres de las clases los deduce de las cualidades de sus principios componentes. Véanse:

1.<sup>a</sup> *Tierras perfectas* (*francas, limos, loams* de los ingleses ó *las* de los alemanes). Amasadas en agua forman pasta, pero se disgregan por la presión de la mano y hacen efervescencia con los ácidos.

2.<sup>a</sup> *Tierras arcillosas* (*gredas, tierras de alfareros*). Pasta muy plástica que se moldea y se corta, coherente y tenaz cuando seca, poca ó ninguna efervescencia con los ácidos.

3.<sup>a</sup> *Tierras arcillo-arenosas* (*gredas secas, gredas arenosas, tierras fuertes ó tierras de trigo*). Pasta plástica menos coherente y tenaz y de poca ó ninguna efervescencia con los ácidos.

4.<sup>a</sup> *Tierras arcillo-calcáreas* (*margas, gredosas, gredas blancas, tierras de trébol y de alfalfa*). Pasta plástica no muy coherente y tenaz y de efervescencia pronunciada con los ácidos.

5.<sup>a</sup> *Tierras arcillo-humíferas* (*gredas negras ó tierras de pantanos*). Pasta muy plástica que se corta y es tenaz; de muy poca ó ninguna efervescencia y olor pestilente.

6.<sup>a</sup> *Tierras arenosas* (*arenas friables, arenas movédizas ó tierras de pinos*). Poco coherentes y de muy poca efervescencia con los ácidos.

7.<sup>a</sup> *Tierras areno-arcillosas* (*arenas consistentes, tierras ligeras, tierras de centeno*). Se acumula en terrones que se deshacen fácilmente y de poca efervescencia con los ácidos.

8.<sup>a</sup> *Tierras areno-calcáreas* (*arenas cretáceas, tierras blancas, tierras de alfalfa y de esparceta*). No se acumulan en terrones y ofrecen intensa efervescencia con los ácidos.

9.<sup>a</sup> *Tierras areno-humíferas* (*arenas negras, tierras de brezo, tierras de jardín*). No se acumulan en terrones, producen muy poca efervescencia con los ácidos y desprenden mal olor.

10.<sup>a</sup> *Tierras calcáreas* (*margosas ó margas explotables*). Se acumulan en terrones que se desmenuzan al aire húmedo (páginas 668 y 681) producen efervescencia tumultuosa con los ácidos.

11.<sup>a</sup> *Tierras humíferas* (*turbas pantanosas*). De color obscuro pardo ó negro, poco coherentes ó inconsistentes,



de muy poca ó ninguna efervescencia con los ácidos y de olor pútrido.

Conforme á estas clasificaciones se ha tenido por tierra *tipo, modelo, perfecta, franca, limosa* (limo del Conde de Gasparín, *loams* de los ingleses ó *laes* de los alemanes) la que por los análisis de levigación contiene en 100 partes:

De 50 á 70 de arena.

De 20 á 30 de arcilla.

De 5 á 10 de caliza fina.

De 4 á 10 de materia orgánica.

Aunque muy interesantes las clasificaciones mineralógicas, porque indicándonos la presencia y proporción de los principios dominantes, nos indican las cualidades físicas de las tierras, téngase en cuenta (páginas 254 y 660) que son de poco resultado positivo si se tiene presente cuánto puede modificar las propiedades de los componentes mineralógicos. Las condiciones del aire, disposición de las capas terrosas, espesor del suelo, naturaleza del subsuelo, circunstancias de la capa impermeable y frescura de las tierras, (cualidades agrícolas de las tierras de la lección anterior), exigencias diferentes de las plantas (páginas 197 á 199, 584 á 594 y 626 á 628) además de que nada indican estas clasificaciones respecto á los restantes principios, menos abundantes, de las tierras, tan necesarios á la vida de las plantas (páginas 535 á 594).

Téngase en cuenta también que las clasificaciones de D. Lucas Tornos y de Masure, se fundan en el análisis de levigación que, como sabemos es bastante imperfecto (Lección 14,

página 644), por lo que se exagera la proporción de arcilla en las tierras de labor, sin que se pueda negar por esto que haya terrenos en que pueda abundar excesivamente uno de los componentes dominantes, constituyendo suelos inútiles para la vegetación.

**Clasificaciones físicas.**— Agrúpanse las tierras según las cualidades físicas en las clasificaciones llamadas también por esta razón *físicas* y entre las cuales citaremos las siguientes:

*Clasificación física* de Columela:

CLASES	ÓRDENES	GÉNEROS
Grasas (adherentes) . . .	Fuertes.. . .	Húmedas. Secas.
	Movedizas...	Húmedas. Secas.
Magras (no adherentes).	Fuertes.....	Húmedas. Secas.
	Movedizas...	Húmedas. Secas.

Nerée de Boubée en su «*Curso de Geología agrícola teórico práctica*» propone la siguiente clasificación de las tierras según la situación y humedad consiguiente á que están expuestos los suelos vegetales:

Bajas. . .	{	Inundadas periódica ó irregularmente fertilizándose por los limos.
		No inundadas.
Altas. . .	{	Inundadas de tiempo en tiempo
		No inundadas.

Desde luego y sin comentario alguno, se comprenderá que estas circunstancias son accidentales y sólo parcialmente caracterizan un suelo siendo de las más defectuosas.

Masure, tomando por base las cualidades físicas dominantes (que llamó *defectos dominantes*), hizo un cuadro en que consignó las cualidades ó defectos consecutivos al defecto principal, los caracteres de cada tierra defectuosa y los medios y operaciones de corregir los inconvenientes de las tierras; pero además de que este examen se ha hecho en las diversas lecciones precedentes, y como los recursos y prácticas de enmienda de los terrenos defectuosos corresponden á la Agronomía y Fitotécnia, podemos prescindir del útil cuadro de Masure que (en otro caso) no dejaría de ser oportuno aquí.

Las clasificaciones físicas, como corresponden al predominio de cada uno de los componentes abundantes, son de análoga utilidad que las clasificaciones mineralógicas, pero tienen la misma inexactitud por cuanto los terrenos de una clase determinada pueden estar modificados por las condiciones atmosféricas y las condiciones geonómicas de las tierras.

**Clasificaciones culturales.**—Se fundan en el aprovechamiento de las tierras para diversos cultivos formando series de terrenos ocupados por plantas que se desarrollen y produzcan bien.

Hé aquí la *clasificación cultural* de Caton:

- 1.<sup>a</sup> Tierras de viñas.
- 2.<sup>a</sup> íd. de jardines.
- 3.<sup>a</sup> íd. de sauces.
- 4.<sup>a</sup> íd. de olivos.
- 5.<sup>a</sup> íd. de praderas.
- 6.<sup>a</sup> íd. de trigo.
- 7.<sup>a</sup> íd. de bosques.

Clasificación *cultural* de Moll. El ilustrado Profesor del Conservatorio de Artes y Oficios de París, clasifica las tierras según la cantidad y calidad de forrajes que producen, como puede verse:

CLASES	CARACTERES	Rendimiento de heno por hectárea
1. <sup>a</sup> De Alfalfa de 1. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ De aluvión, profundo arcillo-calizo y mantilloso. . . . . De menos arcilla. . . . . }	10.000 kilogramos.
2. <sup>a</sup> De Trébol de 1. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Arcillo-caliza con suficiente materia orgánica y subsuelo húmedo. . . . . }	7.500 kgs.
3. <sup>a</sup> De Alfalfa de 2. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Ligera, profunda y de subsuelo seco. . . . . }	6.000 kgs.
4. <sup>a</sup> De Esparceta de 1. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Ligera, caliza y de subsuelo menos compacto. . . . . }	5.000 kgs.
5. <sup>a</sup> De Trébol de 2. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Arcillosa compacta, de poca materia orgánica y de subsuelo impermeable. . . . . }	5.000 kgs.
6. <sup>a</sup> De Alfalfa de 3. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Arenosa, de subsuelo silíceo y guijarroso. . . . . }	3.000 kgs.

CLASES	CARACTERES	Rendimiento de heno por hectárea
7. <sup>a</sup> De Trébol blanco de 1. <sup>a</sup> clase. . . .	{ Arcillosa, seca y de subsuelo impermeable. . . . . } { Cuarzosa y de subsuelo impermeable (1). . . . . }	2.500 kgs. (2)
8. <sup>a</sup> De Esparceta de 2. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Sílice calcárea de subsuelo rocoso. . . . . } { De marga silíceas. . . . . } { Pedregosa sobre roca . . . . . } { Gredosa con subsuelo de creta pura. . . . . }	2.000 kgs.
9. <sup>a</sup> De Trébol blanco de 2. <sup>a</sup> clase. . . . .	{ Arena poco fértil con subsuelo de igual clase (landas negras). . . . . }	1.660 kgs (3)

Estas, como otras clasificaciones culturales análogas, son muy útiles porque generalmente se han hecho teniendo presentes las condiciones del suelo y del clima. El hecho de vivir bien una planta en una tierra revela claramente que allí está el medio adecuado para su existencia y evolución (pág. 626 y sus citas).

Estas clasificaciones tienen la desventaja de que no pueden aplicarse en la práctica mas que después de ensayos repetidos y costosos que exigen además largo tiempo antes de llegar á conocer si una tierra en particular es conveniente á una planta determinada, de no hacer un examen amplio y exacto del suelo y del aire. Además una tierra puede contener los principios minera-

(1) Conveniente al trébol blanco y la avena; el trigo sólo se da bien con abonos, margas y cal.

(2 y 3) Acomodándonos á los guarismos de producción que Moil expone y partiendo de los resultados y cálculos fitotécnicos, asignamos (por cuenta propia esas cifras de rendimiento al Trébol blanco).

lógicos dominantes y sustancias nutritivas adecuadas para una planta que allí produzca, y agotarse después por el consumo que hacen las cosechas, volviéndose impropio aquel suelo para el mismo vegetal, que es sustituido por otro, ó puede la tierra contener las sustancias nutritivas en un estado de combinación impropio para la existencia de una planta que por esto no puede subsistir entonces en aquella tierra, pudiendo subsistir más tarde, todo en fin, y con los cambios inherentes á las diversas estaciones, según acreditan las leyes de alternativa y sucesión de plantas (págs. 195 á 199).

**Clasificaciones geológicas.** — Para confeccionarlas se toma como punto de partida el examen de las rocas originarias y el modo de formación de las tierras labrantías.

Del mapa geológico del Sr. Artero hacemos de las tierras agrícolas de España la siguiente clasificación geológica:

**1.º - Terrenos primitivos.**

(Poco extensos y esparcidos).

Este, Centro, Norte, Sur y Suroeste de la provincia de la Coruña, provincia de Pontevedra.—Casi toda la provincia de Orense.— Norte, Centro y Sur de Lugo y una pequeña parte al Norte de la Coruña (Cabo Ortegal).—Sierras de Guadarrama y de Gredos (comprendiendo parte de Avila, de Segovia, de Madrid, de Salamanca y de Toledo, con una pequeña parte al NO. de Cáceres, en cuya provincia hay también tres franjas al Oeste, Centro y Este).—Ojen (Málaga).—Cabo de Gata (Almería).—

Cabo de Creus (Gerona) y Pirineos de Navarra y de Huesca.

**2.º — Terrenos primarios ó de transición.**

(Muy extensos).

Pirineos de Asturias ó Montes de Asturias (la provincia de Oviedo) y un pedazo al Oeste de Santander.—Casi toda la provincia de Lugo, más de la mitad de Orense, parte del Centro y Oeste de la Coruña, bastante de las de León, de Zamora, de Salamanca, de Cáceres, de Badajoz, de Córdoba, de Huelva, Oeste de Cádiz, Este de Sevilla, parte de Málaga, de Granada, poco de Almería, algo de Murcia, parte de Zaragoza, de Gerona, de Barcelona y de Tarragona, Noreste de Huesca y Norte de Lérida.

**3.º — Terrenos secundarios**

(No muy extensos, dispersos).

N. O. de la Coruña; Oviedo; provincias de Santander, Bilbao, San Sebastián y Vitoria; N. O. de Navarra; Sur de Logroño; S. O. y N. de Soria; N. E. de Burgos; parte del Moncayo; S. E. y N. de Teruel; E. y N. de Guadalajara y de Cuenca; S. O. de Albacete; E. de Ciudad-Real; S. E. de Jaén; N. de Granada y de Alicante; S. N. y O. de Valencia; casi todo Castellón; S. E. de Tarragona; una estrecha faja al Norte de Gerona, de Lérida, de Huesca y de Navarra; toda Menorca y parte N. O. de Mallorca.

4.º — Terrenos terciarios.

(Muy extensos).

Parte de las provincias de León, de Palencia, de Valladolid, de Zamora, de Salamanca, de Cáceres, de Badajoz, de Huelva, de Cadiz, de Sevilla, de Córdoba, de Jaén, pequeña parte de Granada, algo más de Almería, de Murcia, de Albacete, de Ciudad-Real, de Cuenca, de Toledo, de Madrid, de Guadalajara, (un poco al Este de Segovia), de Soria, de Burgos, de Logroño, de Navarra, de Huesca, de Lérida, de Barcelona y de Gerona, toda Ibiza y casi toda Mallorca.

5.º — Terrenos cuaternarios.

(Reducidos y diseminados)

Un rodal que comprende parte de las provincias de León y de Palencia; otro de las de Valladolid, de Segovia y poco de Avila; otro que comprende el centro de la de Madrid; otro entre Huelva y Sevilla (del Sur al Este); otro al Sur de Almería; otro al centro de Almería y Sur de Murcia; otro entre Murcia y Alicante; otro al Este de Valencia y Sur Este de Castellón; otro al Norte de Castellón, Este de Tarragona y centro de Barcelona.

Esta clasificación geológica, como todas las que se puedan hacer, más ó menos exactamente, son de una positiva inutilidad agrícola, porque además de que influyen tanto las condiciones atmosféricas, como hemos visto en la lección anterior los agentes naturales (terremotos,



levantamientos, hundimientos, volcanes, transportes de materiales por el agua y el aire á mayor ó menor distancia, acción de los seres vivos, etc.), hacen variar mucho la composición y estructura de las tierras, no obstante la clase de rocas que formen y circunden á un suelo, sin que dejemos de apreciar que la naturaleza litológica ó rocosa *de una comarca* tenga su influjo ó su participación en la naturaleza del suelo vegetal.

Las **clasificaciones químicas**, sólo se pueden establecer en consecuencia de análisis químicos bien hechos en cada caso particular.

**Clasificaciones mixtas** — Teniendo en cuenta muchos caracteres se agrupan las tierras, componiendo las clasificaciones *mixtas* que daremos á conocer seguidamente, anticipando ahora, que por su extensión necesaria, más son descripciones que clasificaciones de los terrenos agrícolas, sin olvidar que su aplicación en la práctica conduce á errores positivos cuando se las considera independientemente de las condiciones atmosféricas y de las cualidades, llamadas *agrícolas*, del suelo (disposición de las capas terrosas, espesor del suelo, naturaleza del subsuelo, circunstancias de la capa impermeable, y frescura de las tierras).

*Clasificación mixta* (y muy insignificante é insuficiente) de la Sociedad Económica de Berna:

Tipos	Ordenes
Fuertes.	{ Arcillosas. { Margosas. { Marismeñas ó pantanosas.
Ligeras.	{ Mezcladas. { Arenosas.

Algo más extensa, pero sólo fijándose en la composición mineralógica y en algunas cualidades físicas es la siguiente *clasificación mixta* de *Arturo Young*:

- 1.º Suelos compactos. { Terronosos  
 { Friables.  
 { Limos compactos.
- 2.º Suelos guijarrosos. { Sanos y calientes.  
 { Húmedos y fríos.
- 3.º Suelos arenosos.. { Ligeros.  
 { Compactos.
- 4.º Suelos cretáceos.
- 5.º Suelos pantanosos.

Daremos cabida ahora á la *clasificación mixta* que *Lefour* publica en su obra «*El suelo y el abono*», basada en la composición mineralógica (inorgánica y orgánica) y en las propiedades físicas de los terrenos agrícolas:

1.ª División.—Suelos á base mineral.

1.ª Clase: Suelos no calcáreos.	Categorías	Caracteres particulares
1.er Orden, en que domina la arcilla:		
1.ª Especie: Suelo arcilloso. . . . .	Limos. {	arenosas. de grava. pedregosas ó guijarrosas.
2.ª Esp.: Suelo arcillo-silíceo. . . . .		
3.ª Esp.: Suelo esquistoso. . . . .		
2.ª Orden, en que domina la sílice:		
1.ª Especie: Suelo silíceo. . . . .	Arenas. {	de grava. pedregosas ó guijarrosas.
2.ª Esp.: Suelo silíceo-arcilloso. . . . .		
2.ª Clase: Suelos calcáreos.		
1.er Orden en que domina la caliza:		
1.ª Especie: Suelo calcáreo. . . . .	Limos. {	arenosas. de grava. pedregosas ó guijarrosas.
2.ª Esp.: Suelo calcáreo-arcilloso. . . . .		
3.ª Esp.: Suelo calcáreo-silíceo. . . . .		
2.ª Orden, en que domina la arcilla:		
1.ª Esp.: Suelo arcillo-calcáreo. . . . .	Limos. {	arenosas. de grava. pedregosas ó guijarrosas.
2.ª Esp.: Suelo arcillo-silíceo-calcáreo. . . . .		
3.er Orden, en que domina la sílice:		
1.ª Esp.: Suelo silíceo-calcáreo. . . . .	Arenas. {	de grava. pedregosas ó guijarrosas.
2.ª Esp.: Suelo silíceo-arcillo-calcáreo. . . . .		
	Tierras {	arenosas. de grava. pedregosas ó guijarrosas.

Muy ricos, ricos, pobres, muy pobres, profundos, con subsuelo, permeable, impermeable, etc.

2.ª División.—Suelos á base orgánica.

1.ª Clase: Suelos de mantillo dulce.	
Puro. . . . .	Mantillo { limoso. dulce. }
Arcilloso, silíceo ó calcáreo. . . . .	
2.ª Clase: Suelos de mantillo ácido.	
De turba. { Puro, arcilloso { Mantillo { arenoso. De brezo. / ó silíceo. . . . / ácido / de grava.	

Larbalétrier en su obra de «Agricultura francesa» propone y consigna la clasificación mixta siguiente:

Tipos.	Clases.	Familias.	Géneros.	Especies.
Tierras de origen ígneo	Cristalinas.	Graníticas. Gnefsicas.	Arcillosas. Silíceas. Arcillosas. Silíceas.	Rocosas. De grava. Guijarrosas. Arenosas. Compactas.
	Eruptivas.	Basálticas. Traquíticas. Volcánicas. Porfídicas.	Arcillosas ó silíceas.	
Tierras de origen sedimentario	Antóctonas, es decir, locales.	Calzáreas. Arcillosas. Silíceas. Humíferas ó de mantillo.	Arcillosas. (Margosas). Silíceas. Mantillo dulce. Mantillo ácido.	Rocosas. De grava. Guijarrosas. Arenosas. Compactas.
	Detríticas ó de transporte.	Esquistosas. No calcáreas. Calzáreas. Aluviales.	Talcosas. Micáceas. Cretáceas. Limosas. Antiguas. Modernas.	

El sabio é ilustre conde de Gasparín hizo su *clasificación mixta* según el criterio y caracterización que aparece en el cuadro siguiente de la obra de agricultura del Sr. Abela;

SECCIONES — CARACTERES	CLASES DE LOS TERRENOS	PROPORCIÓN DE SUS COMPONENTES Y CARACTERES DE CLASES
<p>1.<sup>a</sup> Terrenos que contienen carbonato de cal. Se reconocen por hacer efervescencia con los ácidos, que desalojan el ácido carbónico unido á la cal y demás bases. . . . .</p>	<p>1. Limos . . . . . 2. Arcillo-calcareos . . . . . 3. Cretáceos.. . . . 4. Arenosos.. . . .</p>	<p>Son resultado de los aluviones modernos y ofrecen analogía de proporciones en sus componentes: caliza, sílice y arcilla, conteniendo al menos 10 por 100 de cada uno de estos dos últimos. . . . .</p> <p>Algo semejantes á los limos tenaces, pero conteniendo menos de 10 por 100 de sílice, por lo que frecuentemente son más compactos. . . . .</p> <p>Son los que ofrecen menos de 10 por 100 de arcilla y calcáreo predominante á 60 por 100 ó en mayor cantidad. . . . .</p> <p>Son los que contienen un 50 por 100 de arena sílicea ó calcárea, cuyos granos tengan medio milímetro de diámetro. . . . .</p>
<p>2.<sup>a</sup> Terrenos que no contienen carbonato de cal, ni hacen efervescencia con los ácidos. . . . .</p>	<p>5. Silíceos. . . . . 6. Gredosos.. . . .</p>	<p>Se llaman así los que contienen 55 por 100 al menos de sílice no combinada. Las dunas de las costas del mar y muchas riberas de los ríos, pertenecen á esta clase. . . . .</p> <p>Se designan de este modo á los que contienen 45 por 100 de arcilla y 10 por 100 de sílice libre, variando bastante sus cualidades con la proporción de sus componentes y estado físico de sus partículas. . . . .</p>
<p>3.<sup>a</sup> Terrenos . . . . .</p>	<p>7. Arcillosos. . . . .</p>	<p>Que contienen más de 85 por 100 de arcilla pura y unos 25 por 100 sílice no combinada. . . . .</p>
<p>4.<sup>a</sup> Terrenos ricos en materias orgánicas. . . . .</p>	<p>8. Mantillosos. . . . .</p>	<p>Los cuales contienen más de 20 por 100 de principios combustibles, ó sea un quinto de su peso. . . . .</p>

DIVISIONES GENÉRICAS	CARACTERES DE CADA GÉNERO Y CUALIDADES DOMINANTES
Inconsistentes . . . . .	Son poco coherentes por su gran proporción de arena.— Buenos cuando son frescos, y fáciles de cultivar.
Suelos . . . . .	Constituyen las mejores tierras cultivadas por la conveniente proporción de sus componentes. Son el ideal de la tierra perfecta.
Tenaces.. . . .	La gran proporción de arcilla y caliza, así como la finura de sus partículas los hacen demasiado compactos para algunos cultivos, pero forman excelentes tierras para cereales, y especialmente para el trigo.
Arcillosos. . . . .	Cuando contienen al menos 50 por 100 de arcilla. Son los más tenaces.
Calcáreos. . . . .	Cuando contienen al menos el 50 por 100 de caliza. Son más sueltos si el calcáreo no es demasiado fino.
Frescos. . . . .	Los que en esto conservan un décimo de humedad á 30 centímetros de profundidad . . . . .
Secos. . . . .	Los que no conservan dicho grado de humedad. . . . .
Suelos. . . . .	Cuando la caliza menuda y la arcilla entran en proporción conveniente, ofrecen alguna coherencia y son buenos para el cultivo.
Inconsistentes . . . . .	Cuando la arena predomina. Si son profundos convienen para la vid, olivo, moral y algunos otros arbustos y árboles.
Secos. . . . .	No son cultivables más que con riego y muchos abonos.
Frescos.. . . .	Son buenos enmendados y con abonos, por lo fáciles de labrar.
Inconsistentes . . . . .	Cuando la arena abunda asemejándose á la clase anterior.
Suelos. . . . .	Pueden ser: esquistosos, micáceos, volcánicos y arenosos, llamándose sueltos por entrar la arcilla en proporción conveniente. Los volcánicos especialmente suelen ser fértiles por su riqueza en álcalis.
Tenaces. . . . .	Son los más infértiles en esta clase, por su excesiva tenacidad y malas condiciones físicas dependientes de un exceso de arcilla.
Arcillosos. . . . .	Los terrenos de esta clase son impropios completamente para el cultivo por su tenacidad excesiva y sólo se utilizan para la alfarería.
Dulces. . . . .	Son los mantillosos que no ofrecen reacción ácida y formados por la descomposición de los restos de las plantas cultivadas.
Acidos. . . . .	Son los que manifiestan reacción ácida por el exceso de ácido tánico de las plantas que lo originan. Se dividen en tierras de brezo, tierras de bosque y turbas.

**Clasificación oficial y modo de corregir su imperfección**

—La vigente Constitución del Estado preceptúa en su artículo 3.º con justicia y equidad que todos los ciudadanos españoles deben contribuir, en proporción de sus haberes, al sostenimiento de las cargas públicas (gastos del Estado, de la provincia y del municipio).

Y nosotros estamos en posesión de antecedentes bastantes para afirmar que en la industria agrícola no hay no ya *exactitud*, sino ni siquiera *aproximación* en la aplicación de la enunciada proporcionalidad de impuestos, como vamos á demostrar.

La clasificación *oficial* que relativamente á las tierras agrícolas *rige* para la tasación de los tributos agrupa los terrenos en tres clases: De 1.ª, de 2.ª y de 3.ª.

El reunir en esas tres secciones *todos los suelos españoles* es erróneo, porque para nada se tienen en cuenta la multitud de condiciones particulares, *intrínsecas y extrínsecas*, que hacen variar mucho el valor de los *predios* rurales, como sabemos por la Economía (páginas 136 á 143), por la Atmosferología, Meteorología, Climatología y Geología agrícolas.

Hasta concedemos que según la *calidad y rendimientos naturales* puedan ser así divididas las tierras. Más á poco que se medite se comprenderá que ni aun así considerada es equitativa esta clasificación, porque *siendo tan* ampliamente *distintos en cantidad y perfección los productos de los varios y numerosos terrenos* comprendidos *en cada uno* de esos tres grupos, es indudable que señalando *igual* cuota *para todos*

los suelos *que abarque una misma división*, habría poseedores que obtendrían más ganancia que otros.

Así por ejemplo: de dos propietarios que obtengan en terrenos vegetales *de 1.<sup>a</sup> clase*, una cosecha por valor de 600 fanegas de grano y otra por valor de 400, asignando á los dos *igualmente el 69 por 100* (1) de gravámenes exorbitantes diferentes para el fisco, como los dos agricultores *supone* la Hacienda (y no es verdad) que producen *lo mismo* por estar dentro de una misma clase, *no resulta* jamás la pretendida y legítima *igualdad contributiva* que debe existir para todos y que persigue la Constitución; esto sin contar con incluir los alcaldes arbitrariamente en las *desatinadas y aprovechadas cartillas evaluatorias* que ellos suscriben, en la clase de 1.<sup>a</sup>, tierras de 3.<sup>a</sup> ó viceversa ó si así les place ocultan riquezas; casos de *caciquismo rústico*, *que se dan* más epidémicamente de lo que se puede suponer.

Esto probado, diremos cómo deben corregirse las imperfecciones y perjuicios consiguientes de esta clasificación que, por ser *oficial*, es *precisamente la menos precisa*.

Hemos comprobado que la clasificación *oficial* de las tierras labrantías es defectuosa, hasta en el fin económico para que fué creada, por no llegarse con ella á la anhelada equidad en los impuestos.

Vamos á exponer brevemente, las modificaciones con que debe enmendarse.

Si la causa de que la repetida clasificación no sea buena se debe á *comprender muchas clases*

---

(1) Páginas 143, 144, 145 y 146.



*de tierras en pocas unidades fundamentales para la tributación*, es evidente que, ampliando el número de clases, se podrán incluir en *distinto lugar* y en *distinto impuesto* las tierras *diferentes*.

A este propósito la única solución al problema la da la Aritmética.

Para llegar al fin apetecido, y no logrado por la clasificación oficial, debe *dividirse el rendimiento de la mejor hectárea de tierra por el rendimiento de la peor; y el cociente será el número de clases de tierra de cultivo* que deberán pagar su total tributo, según el número á que pertenezca cada una y que es correspondiente á su especial calidad.

Supongamos que el terreno más fértil de nuestro país produce 600 pesetas y que el terreno más pobre rinde 2. Se divide, como hemos dicho, el primer número por el segundo, y tendremos ahora *trescientas clases* de terrenos á clasificar, y diremos: desde la número 600, que es la primera y más fecunda, hasta la número 1, que es la última y más estéril, apreciamos en esta comarca *trescientas variedades* de terrenos para los impuestos; y sólo así *conociendo bien* el provecho de la tierra, se la adjudicará una contribución exacta y justa por consecuencia.

Ahora bien: supongamos que á un labrador le produce una finca 500 pesetas: ¿á qué clase corresponderá en pago por territorial? Para esto se divide este número 500 por 2, y tendremos de cociente 250, y este cociente se resta de 300 (clase de tierras), y obtendremos el número 50, correspondiente á la casilla de clasificación.

De este modo habría perfecta igualdad en la contribución, sin que unos pagaran más y otros

menos, es decir, sin que unos se enriquecieran y otros se empobrecieran injustamente, como acontece en la actualidad.

Dos observaciones para concluir.

Esta enmienda á la clasificación oficial de los terrenos de labor, no nos pertenece; la ampliamos aquí y la explicamos á nuestros discípulos por nuestro programa de enseñanza agrícola, del texto de Agricultura del ilustrado ingeniero agrónomo Sr. López Vidaur, ignorando nosotros á quién pertenezca tan lógica iniciativa que, para bien de todos, y por su importancia vital, la publicamos ahora y la sometemos gustosos al estudio y planteamiento por parte de los encargados de los negocios de administración pública.

Y se nos preguntará: ¿Cómo se lleva á la práctica este proyecto que parece de difícil realización? He aquí nuestra segunda advertencia final y que expondremos en seguida.

Vamos á indicar, no más el planteamiento, en la práctica, de la importante enmienda que hemos enunciado.

No es oportuno ahora imputar á determinadas personas los desastres de nuestra administración actual, porque esto nos llevaría más allá de nuestros propósitos; pero sí diremos que no ha parecido por parte alguna *Mesías* de la *re-dención económico-política* de España.

Por las necesidades y quejas del país esperábamos que los partidos políticos tuviesen siquiera en el poder soluciones al gran problema agrario que se tradujeran en más beneficios que el proteger *el trigo* para aumentar el precio del pan (páginas 81 á 86).

Y la prueba que no hay en la administración

pública plan para mejorar la angustiosa situación de la Agricultura nos la suministran los *cacareados* y *ponderados* decretos sobre la *Inspección de la riqueza oculta* y *Avaluación de la riqueza agrícola*.

No negamos que, *andando el tiempo*, aporte algunos resultados, no muchos; la nueva *Inspección facultativa* de la riqueza oculta, como *nueva policía del Estado*; pero al presente sólo nos permite augurar en buena lógica, mejores éxitos que los obtenidos hasta hoy por el *antiguo* personal de Inspección de Hacienda, siquiera sea porque la Inspección actual se ejerce por personas que tienen idoneidad en algunas de las materias propias de sus especialidades respectivas.

Lo propio decimos de la avaluación; y lo afirmamos así porque el Estado, que da títulos de Profesores de Veterinaria, ha prescindido en estos dos servicios públicos de los veterinarios á quienes, como y por lo que tenemos dicho (páginas 59 y 60) exclusivamente incumbe el reconocimiento fisiológico y patológico, la tasación, la higiene, la curación, la multiplicación y mejora de los animales domésticos (*la ganadería en Hacienda agrícola*).

A nuestro propósito del momento sólo nos incumbe decir que la Inspección y la Avaluación vigentes no tienen atribuciones para *ampliar, ni modificar las escasas bases de clasificación de la riqueza* que es lo más importante y lo peor, continuando, por consiguiente, ocasionando los perjuicios económicos dichos ya muchas veces.

¿Cuánto mejor no hubiera sido que se hubiesen instalado espléndidamente, y con *personal ilustrado en Agricultura y Zootécnia*, las anhela-

das *Estaciones agronómicas* que al mismo tiempo que escudriñasen las *ocultaciones* testificaran fielmente y con exactitud de los *rendimientos efectivos de cada predio* para llegar así á formular, y según el sistema citado por nosotros (cuando no hubiera ocultación), el *número amplio de clases de tributaciones rústicas* que deben existir? ¿No se conseguiría de este modo *una estadística real y científicamente verdadera*, fundamento de una contribución equitativa?

Pero hay más; esas mismas Estaciones agronómicas podrían tener á su cargo el deseado servicio de meteorología agrícola, podrían aconsejar de cerca á los agricultores sobre la aplicación conveniente de todos los métodos de cultivar, indicando siempre la adopción de mejoras en cada caso particular; enseñarían al agricultor las nociones de *economía* y de *contabilidad agrícolas*, que ignoran, para evitar su ruina; organizarían provechosamente los trabajos de destrucción de las *plagas del campo*; les instruirían acerca de los problemas inherentes á la *producción ganadera*; darían á conocer á nuestros labradores las *pequeñas industrias agrícolas y pecuarias* de tan positivas ganancias á expensas de pequeño capital; y, en fin, en cuanto concierne á la buena y económica *construcción rural* para conservar en locales apropiados sus productos todos.

No se alegue el gasto de estas instituciones como excusa de su planteamiento, porque las cargas que significan están remuneradas con exceso por su reproducción inmediata, y además por los múltiples recursos que traería para conjurar la penosa crisis agrícola que tanto ha preocupado, con razón, á todos los Gobiernos; y las

ventajas dichas de estas Estaciones sí que constituyen un *haber* grandioso en la cuenta nacional.

Como hemos visto, cada serie de clasificaciones es defectuosa, juzgando de los terrenos por un sólo carácter, de más ó menos importancia; pero ni las clasificaciones mejores, que son las mixtas por reunir el mayor número de condiciones de las tierras, son de eficacia práctica, si se tiene en cuenta las circunstancias atmosféricas de la vegetación y del lugar tan variables y además las *cualidades agrícolas de los terrenos*, que pueden moderar ó exagerar las propiedades físicas y químicas de los suelos laborables.

Por todo esto se comprenderá que la apropiación de un terreno para una determinada planta, es problema de *indole local*, según el clima, la topografía, la constitución mineralógica y química, la geogenia y geonomía, del predio de que se trate. En fin, que toda clasificación es inútil y que para la utilización agrícola de un terreno hay que examinar en cada caso todas sus condiciones *propias ó intrínsecas* y todas las condiciones *extrañas ó extrínsecas* que se refieran á las circunstancias atmosféricas y económicas, como enseñan la Atmosferología, la Meteorología, la Climatología y la Economía.

Pero reseñar ese conjunto de caracteres particulares y circunstancias extrañas de los terrenos, requiere hacer en cada caso, una *verdadera descripción* de las tierras para deducir su aprovechamiento agrícola.

Y hé aquí, pues, los datos que deben constituir *las descripciones* de los terrenos agrícolas.

Situación geográfica; exposición; inclinación; altitud; forma; continuidad ó discontinuidad

(páginas 140 y 141); abrigos naturales ó accidentales; inundaciones probables ó seguras; influencia de los meteoros; su génesis, formación ú origen; su composición mineralógica y química, según los análisis expuestos; todas sus cualidades físicas y todas sus cualidades agrícolas (espesor del suelo; naturaleza del subsuelo; profundidad y configuración de la capa impermeable y fresca consiguiente); plantas que espontáneamente ofrece; estado de los vegetales herbáceos ó leñosos que la ocupen naturalmente ó por cultivo; cosechas que haya producido anteriormente; mejoras que haya recibido ó pueda recibir (página 141) y operaciones que se hayan ejecutado; valor en renta y en arrendamiento; apreciación de la influencia de los fenómenos meteorológicos; y factores extrínsecos generales del lugar y del tiempo (estado social, político y económico del país); circunstancias económicas del trabajo en la localidad; impuestos del Estado y gravámenes particulares.

Inútil, inútil é inútil es, pues, toda clasificación, porque la tierra mejor, típica, de más armónicas proporciones mineralógicas, puede hallarse expuesta á circunstancias geológicas ó meteorológicas desfavorables para el cultivo, y una tierra de proporciones discordantes puede hallarse modificada al influjo de condiciones geológicas ó meteorológicas (páginas 535 á 585) que moderen sus defectos, sin olvidar que una y otra tierra puede hallarse más ó menos provista de substancias que aunque menos abundantes, no por eso dejan de ser nutritivas para las plantas (páginas 254 y 660), debiéndose considerar además que las plantas distintas tienen, respecto al

suelo, exigencias diferentes (páginas 584 á 594 y 626 á 628).

**Geografía agrícola ó descripción de terrenos agrícolas.**—Según la influencia que sobre las plantas determina el predominio de alguno de los componentes de las tierras, expondremos ahora algunas descripciones de terrenos agrícolas, reuniendo el mayor número posible de caracteres propios.

Para seguir algún método en estas breves descripciones de algunas clases de tierras, adoptaremos como base la abundancia de cada uno de los componentes *dominantes* y de cada uno de los componentes menos abundantes, advirtiéndole que para huir de confusiones no haremos la descripción de los terrenos *mixtos* ó *combinados*, es decir, constituidos á la vez por la mezcla de varios principios, sino que según los conocimientos precedentes, sólo expondremos indicaciones generales que serán muy variables, según la heterogeneidad de composición y otras condiciones del suelo mismo y según las influencias atmosféricas, como corolario deducido de lo que antecede y llevamos expuesto en la lección 13.<sup>a</sup> (Geognosia agrícola), en la lección 15.<sup>a</sup> (análisis físico de las tierras) y en la lección 16.<sup>a</sup> (formación de los suelos agrícolas y cualidades agrícolas de las tierras).

**Terrenos silíceos ó arenosos.**—Llámase arenoso el terreno que contiene 70 por 100 de arena (página 520). Sus caracteres son: densidad pronunciada; color blanquecino ó amarillento, alguna vez rojizo (por el hierro) ú oscuro; de poca cohesión, tenacidad, adherencia é higroscopicidad; muy permeables y capilares, se calientan y en-

frían y se desecan pronto; no se contraen, no hacen pasta con el agua, sedimentándose en seguida; absorben muy poca ó ninguna humedad del aire, aunque por su permeabilidad penetran los gases de la atmósfera descomponiendo las substancias orgánicas prontamente; retienen poco los principios salinos, la materia orgánica y los productos de las fermentaciones, ofreciendo poca efervescencia con los ácidos y siendo poco fértiles.

*Ventajas.*—Por secarse más pronto las plantas recorren antes sus fases madurando más pronto sus frutos; las labores son más fáciles y baratas; por su permeabilidad á los gases y al agua no exigen profundas ni reiteradas labores y por su poca higroscopicidad el hielo y el deshielo no desune sus partículas ni levanta sus capas.

Claro es que la fertilidad de estos terrenos dependerá de la clase y estado de los abonos que se le adicionen; de la frecuencia de las lluvias y de la arcilla y caliza que lleven en mezcla.

*Inconvenientes.*—Pierden el agua con facilidad exponiendo los vegetales á la sequía; por retener poco los principios fertilizantes exigen abono frecuentemente; las malas hierbas prosperan mucho aunque se las extinga bien; las raíces de las plantas y las plantas mismas, están expuestas á cambios repentinos de temperatura; las aguas de lluvia y los vientos pueden arrastrar las capas superficiales descubriendo las raíces y dando de todos modos poco apoyo á las plantas.

*Vegetación espontánea.*—En las tierras arenosas se encuentran las siguientes plantas: carexarenaria, digital purpúrea, pteris cripa, saxifraga stellaris, achiloea moschata, la caña are-



nosa, el fleo arenoso, sauce arenaria, jasiona montana, drava de primavera, el dianto armeria y el de los cartujos, el llantel de cuerno de ciervo, el geráneo sanguíneo, la arenaria purpúrea y la de hojas menudas, la aira enana y blanquecina, la festuca roja, el sedo veloso, el blanco y el acre, el aliso calicino, la carlina vulgar, la reseda amarilla, la genista de Inglaterra y la de saeta, el ciso eliantemo, la acedera pequeña, la agróstide espiga de viento, la verónica en espiga, la saxifraga de tres dedos, el filago arvense, la espargula de los campos (páginas 492 y 626 y 591 á 594).

*Plantas explotables.*—Rinden bien en los suelos arenosos las plantas de raíces gruesas y perpendiculares (tuberizadas), como remolacha, zanahoria, chirivía, ñame, nabos, etc., los bulbos (cebollas, ajos, etc.), los tubérculos (patata, pataca, batata, etc.), centeno, espargula, alforjón, ó trigo sarracénico, avena, guisante y lino; y los tréboles, y las alfalfas, y la cebada, la esparceta, y aun el trigo (existiendo cierta proporción de arcilla y caliza).

Arboles: Abedul, haya, carpe y el castaño y la encina (si el suelo es profundo y de arena fina) especialmente, acompañándoles el junco marino que, además de sostener una humedad conveniente, mejora estas tierras para producir cosechas sin necesidad de más abono. El pino marítimo, el silvestre, el álamo blanco y aun el cerezo, prosperan bien en los suelos de esta clase.

Advertiremos que las tierras arenosas ofrecen marcadas diferencias según su asociación con otros principios y según el grosor de sus partículas.

*Mejoras.*—Mejóranse estos terrenos por la

mezcla con margas y arcillas, con riegos, incorporando el subsuelo si fuese compacto ó impermeable, al suelo arenoso, y con abonos orgánicos algo descompuestos.

**Terrenos arcillosos.**—Aunque antiguamente se llamaban arcillosos los terrenos que se afirmaba contienen 50 por 100 de su peso de arcilla, hoy se sabe (página 644) que tan alta proporción no existe ni aun en los terrenos cultivados que se llaman *arcillosos* por predominar este componente en grado máximo.

Son de color amarillo, gris, rojizo ó pardo, más densos que los calizos y humíferos y menos que los arenosos, compactos, tenaces, adherentes é higroscópicos (reteniendo el agua) poco permeables y capilares, desecables y contráctiles, formando grietas absorben la humedad y los gases del aire; retienen los principios salinos, la materia orgánica y los productos de las fermentaciones, ofreciendo poca efervescencia con los ácidos y formando pasta con el agua en cuyo líquido se deslíen; al labrarlos forman terrones que se deshacen por las heladas, resquebrajándose por el calor (páginas 668 y 681).

**Ventajas.**—Conservan humedad en tiempo seco, ofrecen fuerte apoyo á las raíces, impidiendo por su poca permeabilidad que el aire ocasione al circular cambios bruscos de temperatura en las raíces y que los abonos se transformen pronto, y por su facultad retentriz intensa proporcionan lenta y continuamente á las plantas los productos nutritivos, hallándose ordinariamente provistos de sales de potasa y sílice solubles.

**Inconvenientes.**—Por su cohesión, con las llu-

vias se encharcan pronto, siendo entonces por su adherencia difíciles de labrar y por la humedad excesiva de estas tierras las raíces se pueden podrir, como por la humedad y el calor se desarrollan microgérmenes de enfermedades infecciosas para todos los seres vivos; los hielos y los calores desunen sus partículas y capas, dejando las raíces á la intemperie (págs. 668 y 681); son fríos y se calientan con lentitud, y en tiempo cálido, el calor, evaporando la humedad, produce un descenso de temperatura en estos terrenos; siendo fríos y húmedos la evolución vegetal y los frutos se atrasan, como por falta de calor los frutos tienen más agua, son menos olorosos, de colores menos intensos y más insípidos (págs. 251, 333 y 503); por su coherencia son difíciles de labrar en tiempo seco, exigiendo una época oportuna, moderadamente húmeda y templada que los coloque en un estado conveniente (*de sazón ó tempero*) para trabajarlos; con el calor se agregan sus partículas, se contraen, dificultando el desarrollo de las raíces y formadas las grietas el acceso del aire perjudica también á las raíces; necesitan más cantidad de abonos por la dificultad en descomponerse y por la acentuada facultad retentiva de estos suelos. Son perjudiciales en los parajes lluviosos y bajos; algo más útiles en los países cálidos y en los países fríos de la primavera al otoño.

*Vegetación espontánea.*—Hállanse en estos terrenos el yezgo, la lechuga virosa, el tusilago *fárfara*, la achicoria silvestre y la inula disintérica (estas tres últimas indicando zonas húmedas é impermeables) el loto de cuernecillos, el

orobo tuberoso, la agróstide rastrera y la aristo-  
laquia común (páginas 492 y 626 y 591 á 594).

*Plantas explotables.*—Se llaman en general *tierras de trigo* ó *tierras de pan llevar*, prosperando (cuando no tienen mucha humedad) los cereales de invierno (especialmente el trigo, la cebada y la avena), las habas, la algarroba, tréboles, coles, prados permanentes y, si no tienen muy acentuados sus defectos, raíces para alimento de los animales.

*Mejoras.*—Se benefician estos terrenos por el saneamiento ó eliminación de la humedad, por su mezcla con arenas finas y mejor con escombros, margas, cenizas y cal, con abonos formados por plantas verdes, con abonos orgánicos *enterizos* y con labores profundas antes del invierno para que los terrones se pulvericen por los hielos incorporándolos al subsuelo si es permeable ó calcinándolos (fuego, hormigueros).

**Terrenos calizos.** - Son los que muestran preponderancia de carbonato cálcico; su color es blanquecino (tierras blancas ó albarizas); su densidad menor que la que tienen los anteriores; menos coherentes y tenaces que los arcillosos y más que los silíceos; bastante adherentes y muy higroscópicos; poco permeables y muy capilares, desecándose por su capilaridad, si bien no se contraen mucho; absorben la humedad y los gases del aire, aunque menos que los suelos arcillosos; determinan la descomposición rápida de los abonos orgánicos; con el agua forman una pasta que pronto después de seca se convierte en película sólida ó costra, la cual además de ofrecer algunas grietas, impide la penetración del aire y del agua de lluvia y la germinación de los granos y ex-

trangula los tallos, entorpeciendo ó interceptando la circulación de los jugos vegetales. Producen como sabemos, viva efervescencia con los ácidos.

*Ventajas.*—Aun á la pequeña dosis de 2 por 100, ya ejerce influjo beneficioso el carbonato de cal en los terrenos; disminuye la excesiva compacticidad de los terrenos arcillosos, como aminora la sequedad extremada de los terrenos silíceos; favorece la nitrificación neutralizando la acidez del suelo y proporciona sales nutritivas á las plantas y facilita el laboreo de las tierras.

*Inconvenientes.*—A más de los que son consecuencia de la costra formada después de las lluvias, los hielos y deshielos levantan la superficie ó corteza, dejando al descubierto, sin tierra, las sumidades de las plantas que se exponen, con tan grave riesgo, á perecer; la gran cantidad de agua que absorben se evapora por la capilaridad de estos terrenos, resultando fríos para las raíces y por su color, reflejando los rayos solares caldean á las plantas en una reverberación ardiente, siendo cálidos y secos en los países cálidos y secos, y fríos y húmedos en los países fríos y húmedos; como las sustancias orgánicas se descomponen pronto necesitan abonarse mucho estas tierras con esta clase de abonos que tan útiles acciones y combinaciones ofrecen.

Por consiguiente estos terrenos serán utilizables exclusivamente en las comarcas poco lluviosas y templadas, contando con abonos orgánicos suficientes.

*Vegetación espontánea.*—En los terrenos ca-

lizados se ven la brunela de flores grandes, la pimpinela saxifraga, la verónica fruticosa, el polipodio calcáreo, la genciana cruciata, el trébol de monte, la sesleria azulada, la potentilla de primavera y rupestre, el enebro común, el ononide arvense, el fresno común, la amapola, cardos, gualdas y avellano (páginas 627 y 591 á 594).

*Plantas explotables.*—Las plantas de prados que prosperan bien son: el pipirigallo, la alfalfa ó mielga lupulina (y en general las plantas leguminosas), la cebada, el almendro, el nogal, la morera y la vid.

En las pronunciadas pendientes de colinas calcáreas se pueden poner plantas pratenses vivaces que resisten á la sequía, como la coronilla varia y el trébol flexuoso.

**Terrenos humíferos**—Así se denominan las tierras que presentan abundante proporción de materia orgánica (mantillo). Se dividen como sabemos, en dos grupos, según el origen de sus componentes orgánicos: *Tierras de brezo y turbas*.

Las tierras de *bosques* ó de *brezo* están compuestas de arena fina asociada al hierro y al tanino de los restos de algunas plantas descompuestas (como los brezos, genistas, helechos, rododendros, vaccinios, etc.) Tierras ácidas, oscuras, de poca densidad, cohesión, tenacidad y adherencia, algo higroscópicas, permeables y muy capilares, cálidas en verano por su color, permeabilidad y composición y reacciones químicas, frías en invierno por su higroscopicidad y permeabilidad; absorben la humedad y los gases del aire especialmente el oxígeno para descomponer los restos orgánicos; por su capilaridad se desecan; se contraen bastante, perju-

dicando á las raíces, siendo más propias de jardinería que del gran cultivo, á no ser que, si no es costoso, se les adicione cal, caliza, margas arcillosas, escombros, cenizas, etc., para dotarlas de cuantas substancias puedan neutralizar su acidez, completar su composición química para utilizar su riqueza en materias mantillosas y comunicarles condiciones físicas convenientes.

*Las tierras de turbas* están constituidas por los restos de vegetales más ó menos descompuestos al influjo de un calor moderado y bajo una delgada capa de agua por detritus de substancias animales, por algunas materias terrosas casi siempre sin álcali alguno, por pequeña cantidad de ácido fosfórico y por ácido acético y ácido tánico. De materias minerales contienen en pequeña y variada proporción según el terreno sobre el que se han formado sílice, arcilla, caliza, óxido de hierro, sulfato de cal, carbonato de magnesia, fosfato de cal y fosfato de alumina. En sus cenizas predomina el silicato de potasa.

Aunque generalmente todas las plantas acuáticas contribuyen á formar estas tierras, más comunmente las componen: las utricularias, los potamogeton, las confervas, el esfagno de las lagunas, calitriches, miriofilos, lentejas de agua, cirpos, carex, hypuris, equisetos y otras (páginas 492, 627 y 628).

Las tierras de turbas son aunque de análogos caracteres, más obscuras que las tierras de brezo, presentan sus propiedades en grado más acentuado por su abundancia de restos vegetales, tienen por su composición inconvenientes semejantes, siendo menos permeables y se les mejora del

mismo modo (y por la desecación y la incineración) pudiendo dedicarlas después al cultivo de raíces alimenticias y dar buenas cosechas de cebada, avena y forrajes (trébol rojo y blanco, fleo de prados y agróstide cundidora de hojas anchas) para aprovechar la riqueza que las tierras húmíferas tienen en materias orgánicas, materias que asociadas á sustancias minerales y experimentando, en condiciones convenientes, la fermentación amoniacal y la nítrica, proveen á las plantas de muchas sustancias nutritivas que forman la base de explotación de estos suelos, luego de mejorados precedentemente.

**Terrenos yesosos.**—Blanquecinos y son con respecto á los calcáreos menos densos, más coherentes y tenaces, más adherentes, menos higroscópicos, capilares y poco permeables, absorben la humedad y los gases del aire, pudiendo por los caracteres ya expuestos (págs. 536 á 543), de la sustancia predominante (el yeso) asemejarse á los terrenos calizos.

**Terrenos salitrosos.**—Son los abundantes en nitrato potásico, sustancia tan útil á la nutrición de las plantas, que sin embargo perjudica por la exagerada humedad que comunica á las tierras cuando abunda mucho (págs. 553, 554 y 576 á 581), siendo más útiles en los países cálidos y conviniendo á todas las plantas si no abunda en exceso.

**Terrenos ferruginosos.**—Por sus caracteres (páginas 560 á 567, 586 y 587) resultan aireados, húmedos, aunque desecables, muy cálidos, muy incoherentes (sin tenacidad) y muy permeables, favoreciendo, especialmente los óxidos, la descomposición de las materias orgánicas y fijando



el amoniaco y el ácido fosfórico, sólo pueden utilizarse en países templados y no muy húmedos, modificándolos con la adición de substancias orgánicas y terrosas.

**Terrenos salinos** —Así se conocen los que muestran crecida proporción de sal marina ó cloruro sódico (páginas 557 á 561). Son tenaces cuando secos, saliendo la sal en eflorescencia á la superficie; blandos y negruzcos cuando húmedos, absorbiendo la humedad del aire (delicuescentes); difíciles de labrar en ambos casos; adicionándoles caliza forman carbonato sódico y con abonos orgánicos y substancias térreas se atenúan sus defectos, y son utilizables si además, cuando son de bastante espesor, se les labra en surcos elevados (caballones), desalándose entonces estos terrenos por las lluvias, aunque, su aprovechamiento se reduce á localidades templadas y ni humedad ni secas. Pueden servir de ejemplo los *polders* ó tierras que los holandeses toman del mar.

**Terrenos volcánicos.** —Procedentes de los productos de las erupciones volcánicas son terrenos ligeros, negros ú oscuros, rojizos grises, con frecuencia pulverulentos, secos y permeables; abundantes en álcalis (potasa y sosa), son muy fértiles con el riego (en verano) y con la adición de abonos orgánicos, produciendo entonces abundantísimos frutos, especialmente patatas y uvas (siendo muy exquisito el vino llamado *Lacrima Christi* de la falda del Vesubio).

**Terrenos pedregosos y gujarrosos.**—Están constituidos por cantos rodados de más ó menos grosor, es decir, de fragmentos rocosos que transportados por las aguas perdieron sus aristas y ángulos ó esquinas y puntas por el roce con las

tierras que sirvieron de lecho á la corriente. Los cantos son generalmente silíceos y á veces calizos. Estas tierras están situadas cerca de las de la base de las montañas y son secas, cálidas, de poca coherencia y tenacidad, aunque difíciles de labrar, siendo en general poco adecuadas para el cultivo, á no ser en países lluviosos, debiendo advertirse que si los cantos son grandes y descansan sobre suelo arenoso, contribuyen á conservar la humedad y serán provechosos, y perjudiciales si los cantos son pequeños y están mezclados en el suelo con arena, aumentando la incoherencia y la permeabilidad, y que si los cantos son voluminosos y descansan sobre suelo arcilloso ó calizo, aumentarán la humedad, siendo perjudiciales, tanto más cuanto las lluvias sean más frecuentes; pero si los cantos son pequeños y están mezclados en el suelo con arcilla ó caliza y el clima es húmedo, entonces son beneficiosos, porque disminuyen la cohesión y favorecen la permeabilidad del suelo. El clima y la composición del suelo indicarán el aprovechamiento de estas tierras y la pertinencia de quitar ó no las piedras, guijarros y chinas. Algunos árboles y arbustos producen bien en estas tierras (la vid principalmente), aunque los cantos no impiden, en las ocasiones á que hemos aludido, algunas buenas cosechas de cereales en estos terrenos.

---

Resumiendo cuanto á la Geología agrícola se refiere, expondremos ahora brevemente la misión de la tierra respecto á las plantas.

Repasemos algunas opiniones antiguas.

Tull fundó su sistema de cultivo sobre la hipótesis de que de la tierra solamente es de donde las plantas toman las sustancias nutritivas, con cuya creencia se prescinde de las importantes funciones absorbentes que en el aire efectúan las plantas por tallos y hojas, (como vimos en la Atmosferología).

Algunos físicos, logrando por casualidad criar plantas en algunas aguas (con sales solubles y no en agua pura), han negado misión interesante al suelo, asegurando que el agua y el aire eran suficientes á satisfacer las necesidades de las plantas, errónea teoría que se refuta con las experiencias de E. Wolff (pág. 588).

Otros sabios, siguiéndolo á Davi, observando mal la estructura anatómica y los fenómenos fisiológicos de los órganos absorbentes vegetales, dicen que la tierra, como cuerpo sólido, no puede servir á la nutrición de las plantas, por cuyos elementos anatómicos (células, fibras y vasos) y espacios intercelulares, obrando como tubos capilares, sólo pueden penetrar líquidos y gases. Prescindiendo de que no sólo la capilaridad, sino otras muchas acciones físicas (página 243 y su nota), químicas (págs. 243 y 569) y biológicas (págs. 601 á 622) determinan la transformación de los materiales terrosos y la absorción radicular, este parecer es absurdo, según la observación y las prácticas verídicas y vulgares que prueban que las plantas perecen por falta de alimento en las tierras pobres, como lo acreditan los análisis de los tejidos y jugos vegetales con la existencia y modificaciones de las sustancias minerales del suelo, como lo acreditan los fenómenos nutritivos de las plantas (páginas

239 á 255) y los experimentos científicos de E. Wolff (pág. 588).

Si se tiene en cuenta además la mutabilidad de la materia (incluso la mineral) y la complejidad é inestabilidad químicas de los terrenos agrícolas al influjo de tantas causas; si se piensa que las tierras han existido antes que las plantas y que los vegetales aparecieron después de formado un suelo enjuto y moderadamente humedecido, se negara por otra parte también la *necesaria presencia del mantillo para la nutrición de las plantas* comprobándose más y más las experiencias de Wolff.

En síntesis: las tierras, por sus *cualidades físicas*, favorecen ó perjudican las metamorfosis químicas de la tierra misma; favorecen ó perjudican la existencia, apoyo, funciones y desenvolvimiento de las raíces; favorecen ó perjudican la disolución de las sustancias alimenticias que las tierras proporcionan á las plantas *en acción química*, y favorecen ó perjudican con las circunstancias atmosféricas la absorción, la nutrición, el desarrollo y la fructificación de los vegetales.

En la tierra y en el aire hallan las plantas las condiciones físico-químico-biológicas necesarias á su existencia, demostrándose que en estos dos medios, en el suelo y en la atmósfera, se efectúan por acciones físico-químico-biológicas y más ó menos intensa y prósperamente los fenómenos vegetativos. Y el conjunto de estas cualidades y de influencias físico-químico-biológicas del aire y de la tierra más ó menos adecuadas á la vida de las plantas, constituye toda la extensa serie de conocimientos que abarca la *Mesología agri-*

*cola* que tanto estudio exige y con cuya exposición terminamos los *conocimientos fundamentales de la Agricultura*; y habiéndonos ocupado ya de los *conocimientos económicos*, réstanos sólo tratar *del concepto tecnológico de la Agricultura general* ó sea de la *Agronomía y Fitotécnia general*, secciones que publicaremos en otro tomo.

## ÍNDICE GENERAL

	Págs.
Dedicatoria. . . . .	3
A los lectores. . . . .	5
LECCIÓN 1. <sup>a</sup> —Concepto general de la Agricultura.	7
LECCIÓN 2. <sup>a</sup> —Definición, división, importancia, relaciones, prehistoria é historia de la Agricultura. . . . .	22
LECCIÓN 3. <sup>a</sup> —Conocimientos económicos de la Agricultura. . . . .	61
LECCIÓN 4. <sup>a</sup> —Economía agrícola analítica. Agentes extrínsecos de la empresa agrícola. . . . .	70
LECCIÓN 5. <sup>a</sup> —Agentes intrínsecos de la empresa agrícola: Del capital, del trabajo, de la tierra y de los impuestos. Ganancia . . . . .	91
LECCIÓN 6. <sup>a</sup> —Economía agrícola sintética. Organización agrícola. Sistemas de explotación agraria. Sistemas físicos de explotación agrícola: forestal y pastoral puro. . . . .	147
LECCIÓN 7. <sup>a</sup> —Sistemas androfísicos de explotación agrícola: pastoral mixto, céltico, de barbechos, de estanques y arborescente. . . . .	162

LECCIÓN 8. <sup>a</sup> —Sistemas andróticos ó intensivos de explotación agrícola. Sistemas de cultivo continuo. División. Sistema alterno . . . . .	189
LECCIÓN 9. <sup>a</sup> —Método de cultivo simultáneo ó asociado. . . . .	202
LECCIÓN 10. <sup>a</sup> —Conocimientos fundamentales de la Agricultura. Mesología agrícola. Atmosferología agrícola. . . . .	234
LECCIÓN 11. <sup>a</sup> —Meteorología agrícola. Meteorognosia. . . . .	337
LECCIÓN 12. <sup>a</sup> —Climas. Climatología agrícola. . .	427
LECCIÓN 13. <sup>a</sup> —Agrología. Geología agrícola, Geognosia, Geogenia y Geonomía. Composición de los suelos agrícolas	513
LECCIÓN 14. <sup>a</sup> —Métodos para investigar las calidades de los terrenos agrícolas. Análisis de las tierras. . . . .	623
LECCIÓN 15. <sup>a</sup> —Análisis físico de las tierras. . .	660
LECCIÓN 16. <sup>a</sup> —Geogenia. Origen de la tierra y formación de los terrenos. Geogenia agrícola. Geonomía. Disposición de los terrenos. Geonomía agrícola. Cualidades agrícolas de los terrenos.	711
LECCIÓN 17. <sup>a</sup> —Taxinomía geológica y Geografía agrícolas. Clasificación y descripción de los terrenos agrícolas. . . . .	753

## Erratas advertidas más importantes.

Pág.	Línea.	Dice.	Debe decir.
10	27	ocupación del	ocupación en el
12	29	á sembrar	á cosechar
12	30	y animales	y á criar los animales
27	19	intelectual si. no	intelectual si no
46	Nota	Porción	Huebra es una porción
56	10 y 11	Bontelou	Boutelou
112	17	peso del animal por la pendiente	peso del animal con ó sin carga por la pen- diente
115	26	evaluación	avaluación
132	21	24	124
132	25	menas	menos
160	11	estahulación	estabulación
179	4	(pág. 172),	(págs. 172, 175 y 176),
243	2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> de la nota	precisión	presión
260	20 y 21	que las mismas nieblas	que los mismos rocíos
262	18	argou	argon
262	3	desnubierto	descubierto
268	17	minerarales	minerales
268	24	substancias	substancias
269	28	141	241
270	28	glutanima	glutamina
277	33	Möelling	Möedling
281	13	Deherin	Deherain
282	15	Moed	Möedling
285	31	Nitrogina.	Nitrogina).
288	23	medina	mediana
288	24	Bastines	Rastines
289	31	indicato	indicado



Pág.	Línea.	Dice.	Debe decir.
291	2	Bastines	Rastines
293	2	<i>Agricullura</i>	<i>Agricoltura</i>
293	25	Schlaesing	Schloesing
293	33	Schlaesing	Schloesing
295	22	Vinca mayor	<i>Vinca major</i>
309	2	accisión	acción
309	28	grano	grado
309	33	externas	extremas
312	5	3,500°	2,500°
313	27	<i>subtropical</i>	<i>suptropical</i>
326	15	(páginas 256 y 257)	(páginas 246 y 247)
338	30	un	su
339	6	al	en el
344	29	<b>Meteoros</b>	<b>Meteoros</b>
345	27	saturación	condensación
346	21	sin	ni
349	10	orienfe	oriente
354	27	segunda	cuarta
354	34	glono	globo
357	28	fríos en	fríos que en
360	11	de atmósfera	de la atmósfera
369	35	Reomas	Romas
381	17	ó disparo	ó chispa
390	11	inveruaderos	invernaderos
399	30	reunión	relación
412	20	elevadas	llevadas
412	31	<i>alunógeno</i>	<i>alunógeno</i>
418	28	<i>higrospicidad</i>	<i>higroscopicidad</i>
424	5	observacioaes	observaciones
428	14	sequedod	sequedad
432	23	magnésico	magnesio
433	23	Ticho-Brake	Ticho-Brahe
437	22	organismos	orgánicos
439	38	en los cuerpos	de los cuerpos
450	12	<i>época primaria</i>	<i>era ó época primaria</i>
450	13	<i>silúrico, carbonífero</i>	<i>silúrico, devoniano, carbonífero</i>
450	25	<i>juránico</i>	<i>jurásico</i>
479	20	<i>estesios ó estesianos</i>	<i>etesios ó etesianos</i>
479	25	<i>estesios</i>	<i>etesios</i>

Pág.	Línea.	Dice.	Debe decir.
490	27	al N. y al N. E.	al N. y al N. O.
505	18 y 19	la región <i>plantas alpinas</i>	la región de las <i>plantas alpinas</i>
510	14 de la 4. <sup>a</sup> columna	coetas	costas
513	1	<i>Lección décima-tercera.</i>	<i>Lección décimotercera.</i>
516	23	constitutivos en	constitutivos de
519	25	dirección	división
527	26	( <i>caliza bituminosa</i> )	( <i>caliza bituminosa</i> ) y con ácido sulfhídrico ( <i>caliza fétida</i> ).
538	26	descomponer	descomponerse
543	1	leguminosa	legumina
543	24	<i>crofolita</i>	<i>coprolita</i>
545	24	anhidridas	anhidras
557	1. <sup>a</sup> de la nota	<i>salsosa</i>	<i>salsola</i>
558	20	cloruro	cloro
560	35	al estado peróxido	al estado de peróxido
567	19	(pensamiento ó trinitario)	(pensamiento ó trinitaria)
567	20	<i>Thlaspi alpestre</i>	<i>Thlaspi alpestre</i>
568	1. <sup>a</sup> de la nota	242	241
594	8	agua (pág. 29) y 3. <sup>o</sup> que	agua y 3. <sup>o</sup> que
594	9 y 10	anteriormente (página 22) sin	anteriormente sin
595	10	Chon	Cohn
595	27	<i>animalículos</i>	<i>animalúculos</i>
597	2	Fresny	Fremy
600	28 y 29	apéndicen	apéndices
604	7	lencina	leucina
608	26	<i>bacillas</i>	<i>bacillus</i>
619	21	de carne) se desprende	de carne) desprende
623	1	<i>Lección décimocuarta.</i>	<i>Lección décimocuarta.</i>
627	14 y 15	potentilla. anserina	<i>potentilla anserina</i>
627	21 y 22	acedosilla	acetosilla

Pág.	Línea.	Dice.	Debe decir.
627	32 y 33	(triglochim,	(triglochín,
628	15 y 16	(arena, silícea,	(arena silíceá,
631	33	ó desecación	de desecación
633	3	y un tubo	y un tubito
633	13	rodearla	rodearle
633	16	se vale de <i>disco</i>	se vale del <i>disco</i>
634	10	que eleva	que lleva
634	20	150 de	150 gramos de
637	18	los materiales	los materiales calizos
638	30	ó decanta	se decanta
640	22 y 23	ferrocianuro	ferricianuro
641	11	menor	menos
649	12	pero que es el	peso que es el
649	16	de óxido	el óxido
656	26	y sosa (pág. 524)	y sosa, pág. 524)
658	24	coloración	coloración azul
672	19	con los que	en los que
673	22 y 23	capilaridad	permeabilidad
674	16	capilaridad	permeabilidad
674	31	caliza	caliza fina
701	1 y 2	emplcadas	empleadas
702	15	Por lo qae	Por lo que
704	19	químico-biológico	químico-biológicos
713	34	siendo los	siendo las
716	18	condensados	condensadas
727	2	arena caliza y silíceá y,	arena caliza y silíceá,
			arcilla y,
728	13	guijo	guijo
734	nota	(págs. 394 á 623)	(págs. 594 á 623)
735	23	<i>lluvién</i>	<i>aluvión</i>
737	31	no son profundos	no son tan profundos
742	11 y 12	peces mamíferos	peces, mamíferos
744	26	convenientemente	convencionalmente
744	27	advertir	admitir
759	10	sosa y potasa	sosa ó potasa
764	19	mineralógicos. Las	mineralógicos: las
764	24	exigencias diferentes	y exigencias diferentes
788	9	ciso eliantemo	ciso elianthemo
791	1 y 2	aristolaquia	aristolóquia