

getacion que podria llamarse mixta, en la cual al lado de los juncos, escirpos y juncias, etc., se reconocen otras plantas que pertenecen á los prados. Tambien dan en los años favorables, henos que su mala calidad no impide utilizar para el alimento de los rumiantes, aun cuando sean muy poco de su gusto y muchas veces malsanos. Hay localidades en que los bueyes pierden todo su vigor y se cubren de piojos, desde que se les dan á comer yerbas de los pantanos.

En esta clase de terrenos algunos árboles pueden crecer bastante bien sin desecacion previa, con tal que la arcilla del fondo se halle á bastante profundidad. Sin embargo, muchos no resisten la trasplatacion ó perecen por sus consecuencias, aun entre las especies que mejor prueban despues del nuevo estado. En muchos casos las plantaciones de primavera, si fueran posibles, remediarían en parte á lo menos este grave inconveniente. Entre los árboles que pueden crecer con provecho en los pantanos y contribuir á un mismo tiempo á su saneamiento, se deben citar en primera linea los sauces, los chopos, despues el aliso, el abedul, que tiene la feliz prerogativa de prosperar en las arenas áridas de las laderas y en los fondos cenagosos, el ciprés distico, que puede llegar á ser uno de los grandes vegetales leñosos mas útiles en semejantes casos, el fresno, etc.

Las comarcas pantanosas no solo son improductivas, sino sobre todo insalubres. Bajo este doble aspecto, es igualmente apetecible desecarlos y trasplantarlos en estanques. Mas adelante veremos cómo es posible y en algunos casos provechoso hacer lo uno ó lo otro. Los pantanos una vez desaguados convenientemente, poseen de ordinario una fertilidad tanto mayor y mas duradera, cuanto que es fácil procurarles un grado de humedad conveniente, y conservan largo tiempo algunos restos de los vegetales aun imperfectamente descompuestos, cuyas generaciones se han sucedido en otro tiempo inútilmente en su superficie.

Los pantanos salados, cuando se consigue por medio de diques sustraerlos á los efectos de las altas mareas, pueden hacerse fértiles, cuando la sal de que estan impregnado ha sido en gran parte arrastrada por las aguas llovedizas, ó descompuesta por la vegetacion de algunas de las plantas en que se encuentran particularmente muriatos ó hidrocloratos, y que se cultivan generalmente para extraer de ellas la sosa, tales son las que hemos ya citado al hablar de las dumas.

Los antiguos pantanos salados dan henos, muy codiciados por todos los herbívoros. En las orillas sumergibles del bajo Támesis, existen muy cerca de Lóndres, prados pantanosos, ligeramente salinos, á los cuales se envían, pagando un precio elevado, los caballos fatigados ó enfermos, para restablecer muy pronto su salud, y en que los animales destinados á la carnicería adquieren en pocas semanas una cualidad superior, con la cual especulan muy ventajosamente los propietarios de esta clase de pastos.

CAPITULO IV.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.

Los suelos arables varían mucho mas en razon de las propiedades físicas de las sustancias que los componen, que por la composicion química de estas. En efecto toda la masa del suelo, no sirve mas que mecánicamente, ya para dar cabida y mantener las raíces, ya para tener interpuestos el agua, los gases, las disoluciones alimenticias y estimulantes, etc., verdaderos agentes de la vegetacion. Estas funciones del suelo dependen evidentemente sobre todo de los caracteres físicos, y por otra parte estos son con frecuencia independientes de la composicion íntima, y

pueden variar sin que cambie la naturaleza de sus componentes.

Citaremos algunos ejemplos: la arcilla plástica mezclada con cinco ó seis centésimas de retorta, contiene todos los elementos de un buen suelo, salvo los fiemos y los estimulantes; pero esta mezcla es tan compacta, pesada y difícil de dividir que no podria ser cultivada. Si se la calcina hasta el color rojo, y despues se la pulveriza, ofrecerá por el contrario una especie de arena ligera, porosa, demasiado seca, propia para hacer mas movibles y mejores las tierras demasiado compactas. La cal carbonatada en partículas duras, tales como los restos menudos de mármoles, de alabastos, de diferentes rocas, de piedras de cantería, etc., no conservará mas que 25 á 30 céntimos de su peso de agua, mientras que la misma sustancia, en polvo mucho mas fino, retendrá de 80 á 90. Otros hechos de este género tendremos ocasion de observar al tratar de los abonos; y por fin diremos que el azufre, el carbon, la arena y todos los cuerpos insolubles en un estado pulverulento conveniente, con el agua y un fiemo orgánico azoado, pueden desarrollar y sostener una buena vegetacion.

I. Densidad ó peso específico de las tierras.

Asi se designa el peso de un volumen de tierra comparado con el mismo volumen de agua. Para encontrarle, basta determinar el peso de la tierra bien seca que se usa, llenando de ella un vaso que contenga agua hasta su mitad. Asi, supongamos que en un frasco de cabida de dos litros justos, se haya echado primero un litro de agua exactamente medido y que en seguida se hayan empleado para llenarle exactamente 2 kilogramos y 75 céntimos ó sean 2,750 granos de arena terrosa; es evidente que estos 2,750 granos de arena ocupan el mismo volumen que un litro de agua, puesto que faltaba solo un litro para llenar toda la capacidad. Ahora bien, es sabido que un litro de agua á la temperatura ordinaria, pesa un kilogramo ó 1.000 granos, y la arena en igual volumen 2,750 granos ó 2 veces y 3/4 mas. Asi pues 2,750 es el peso específico de la arena comparado con el del agua que es 1,000.

Operando asi, el doctor Schubler ha encontrado los pesos específicos siguientes para las diferentes sustancias que forman los suelos.

Sustancias terrosas.	Peso específico.	Peso del agua.
Arena calcárea	2,822	1,000
Arena silícea	2,753	1,000
Greda seca (arenosa)	2,700	1,000
Greda crasa	2,652	1,000
Tierra arcillosa	2,603	1,000
Arcilla privada de arena	2,590	1,000
Tierra calcárea fina	2,468	1,000
Tierra de jardín	2,332	1,000
	2,400	1,000
Tierras arables	2,525	1,000
Magnesia carbonatada	2,232	1,000
Humus	1,225	1,000

El peso específico de las tierras da indicios sobre su naturaleza y su composicion, pero es en sentido inverso de la compacidad de los suelos en la arcilla y la arena. Asi las arenas forman la parte mas pesada de las tierras y abundan sin embargo en los suelos ligeros, secos y cálidos. Las arcillas que constituyen los suelos compactos, húmedos y frios, son tanto mas ligeros cuanto menos arena contienen. La tierra calcárea, la calcárea magnesia en polvo y el humus disminuyen la densidad y hacen los suelos ligeros, pulverulentos y secos.

II. Tenacidad y cualidad plástica.

La tenacidad de un suelo puede reconocerse aproximadamente de un modo muy sencillo; rehumedécese la tierra con poca agua, para que amasada y arrollada entre las manos, forme una bola dura de una pulgada de diámetro poco mas ó menos; se la hace secar el sol ó sobre una paila, y despues se la examina comparativamente. En los suelos muy arenosos y ligeros, la consistencia será tan débil que las bolas se desharán con la mas pequeña presion, y aun espontáneamente por su propio peso. Las buenas tierras arables resistiran mas ó menos á la presion de los dedos pero se reducirán á polvo con un poco de esfuerzo ó un ligero choque. Las gredas, tierras arcillosas fuertes, exijan el choque de un cuerpo duro, y quedaran en fragmentos que no se podran hacer polvo entre los dedos.

Si se calientan hasta el rojo cereza todas estas bolas, se dejan enfriar y despues se las pone en agua; las tierras arenosas se desmoronan al instante; las tierras muy calizas se deslien mas lentamente y aun exigen una presion entre los dedos; las arcillas y tierras arcillosas fuertes conservan sus formas, y aun se ponen mucho mas duras que antes de ser calentadas. Si se calientan hasta el rojo casi blanco, las tierras calcáreas dan cal ó se vitrifican; las arcillas y tierras arcillosas se vuelven cada vez mas duras.

La tenacidad y la consistencia del suelo tienen una gran influencia sobre la vegetacion y sobre los procedimientos del cultivo. Estas propiedades son las que designan los cultivadores con las denominaciones de suelo *ligero* ó *pesado*; conviene pues someterlos á un exámen detenido, ya sea en estado seco, ya en estado húmedo.

Para experimentar la tenacidad de las tierras en estado seco se han hecho en cada tierra en particular, y en un estado de humedad media, trozos largos por medio de una horma de madera de la longitud de veinte líneas, por seis de anchura y otras tantas de altura. Cuando estaban perfectamente secos, se los colocaba sobre dos puntos de apoyo distantes uno de otro quince líneas, y despues se iban echando poco á poco granos de plomo suspendidos en pedazos de tierra, por medio de un platillo de peso, hasta que se rompian. El peso que habian sufrido servia de medida de su tenacidad.

Cohesion del suelo en el estado húmedo y su adherencia á los instrumentos de agricultura. Trabajando una tierra en estado húmedo, no solo hay que vencer su cohesion, sino principalmente su adherencia á los instrumentos de agricultura. Para determinar la resistencia de las diferentes clases de suelos en este sentido, se ha empleado el medio siguiente: dos discos de igual tamaño, de hierro ó de haya, se atan á las extremidades de los brazos de una balanza, cuidando de que esten en equilibrio. Entonces se pone uno de estos discos en contacto, lo mas exactamente posible con la tierra que se va á examinar, y se carga el otro disco de peso hasta que el primero se desprenda de la tierra; la cantidad de pesos añadidos indica la adherencia con el otro disco.

Disminucion de la cohesion por efecto de las heladas. Es sabido cuánto disminuye la cohesion de los terrones de tierra, cuando una recientemente labrada recibe alguna helada, y cuán desmoronadiza se pone entonces. Para seguir mas de cerca este fenómeno, se forman largos pedazos de tierra de igual espesor y anchura, y se exponen en estado húmedo, durante muchos dias á un frio rigoroso, hasta que se hayan helado completamente; despues se dejan secar poco á poco en una pieza habitada, con otros pedazos de tierra que no hayan sido expuestos al frio; entonces se determina su tenacidad por el método expuesto.

La cohesion de los que han sido expuestos á los frios disminuyen algunas veces hasta la mitad. La humedad es necesaria para producir este efecto; las tierras secas antes de ser sometidas al hielo, no pierden su tenacidad. Véase como se explica este efecto; el hielo toma mas volumen que el agua de que procede; las partículas de tierra entre las cuales se interponen los cristales de hielo, se hallan, pues, separadas y desunidas. Pero esta disminucion de consistencia no siempre es de larga duracion; labrando bien la tierra deshelada, adquiere la misma cohesion que antes tenia. Asi se comprende la influencia favorable de las labores de otoño; el hielo, producido por una temperatura inferior á cero, puede penetrar mucho mas en la tierra, la masa de esta se hiela mejor y conserva mas tiempo su porosidad en la primavera; las labores son entonces menos útiles en esta estacion; porque verificadas en un tiempo algo húmedo, hacen perder á la tierra la porosidad que el frio le habia procurado.

La consistencia de un suelo disminuye tambien considerablemente quemándole. La mayor parte de las cualidades físicas cambian entonces; la arcilla pura, que antes formaba el suelo mas compacto, se hace por medio de esta operacion mas friable; pierde su consistencia y tenacidad ordinarias; y ya no es posible devolvérselas humedeciéndola. En las comarcas de Escocia se acostumbra mejorar el suelo quemando la arcilla.

Una simple desecacion divide las tierras arcillo-calcáreas, porque como la arcilla disminuye mas que el carbonato de cal, todas las partes se desagregan sucesivamente.

III. Permeabilidad del suelo

Se concibe cuán útil es la permeabilidad del suelo que debe dejar llegar á las extremidades esponjosas de las raíces, el agua, las disoluciones nutritivas y estimulantes, el aire y los gases. Asi es como la experiencia ha dado á conocer la importancia de tener la tierra movable para las plantas anuales, dividir la superficie encima de las raíces los árboles, etc.

Los experimentos comparativos sobre la permeabilidad son fáciles: se toma un peso igual de dos ó mas tierras secas que se hayan de ensayar, por ejemplo, un kilogramo; se deslie cada una de ellas en un litro de agua, y se echan en unos tamices separados puestos sobre dos traviesas.

Despues se vierten encima hasta diez litros de agua, cuidando de que el nivel de la tierra no se altere, y aun aplanándole cada vez con una paleta de madera. La velocidad con que se verificará la filtracion del agua, indicará el grado de permeabilidad del suelo entre estos dos extremos, la arena que dejará filtrar el agua casi tan aprisa como se vaya vertiendo, y las arcillas plásticas que apenas la dejarán correr gota á gota.

Mas adelante indicaremos, hablando de los abonos, los medios de dar el grado de permeabilidad mas conveniente.

IV. Facultad de absorber el agua.

Esta propiedad de los suelos es una de las mas importantes, porque da á la savia una parte indispensable de la humedad, suministrada algunas veces á largos intervalos por las lluvias.

Se calcula fácilmente tomando de uno de los tamices de que hemos hablado, y cuando ya no gotea el agua, 500 gramos de tierra mojada; se conoce su peso colocándola en un ancho plato, pesado de antemano, despues se coloca este plato asi pesado, bien sea sobre el suelo de un horno despues de cocer el pan, bien sobre una paila: cuando la desecacion es completa, es

decir, que el peso ya no disminuye, la diferencia de peso que entonces se advierte, indica la cantidad de agua que la tierra conservaba absorbida entre sus partes. Así cuando 500 gramos de tierra mojada se hayan reducido después de la desecación á 400, se deducirá que los 400 gramos de tierra habían retenido 100 de agua, y que 100 habrían retenido 25.

De esta manera se han obtenido los resultados siguientes:

Sustancias terrosas ensayadas. 100 partes contienen.	Agua.
Arena silícea.	25
Arena calcárea.	29
Greda seca.	40
Greda crasa.	50
Tierras arcillosas.	60
Arcilla exenta de arena.	70
Tierra calcárea fina.	85
Tierra de jardín.	89
	52
Tierras arables.	48
Magnesia carbonatada.	456
Humus.	190

La tabla anterior demuestra: 1.° Que las arenas retienen menos agua; 2.° Que las tierras arcillosas retienen tanta mas, cuanto menos arena contienen; 3.° Que la cal carbonatada absorbe tanta mas agua, cuanto mas dividida está; 4.° Que el humus retiene mas, salvo la magnesia carbonatada que nunca se halla pura en los suelos, pero les hace contener un exceso de agua.

V. Facultad de las tierras para desecarse.

Esta propiedad es muy interesante de conocer, porque es evidente que los suelos que se secan con mas rapidez, son los mas secos y cálidos, y deben recibir abonos apropiados; recíprocamente es preciso facilitar la desecación de las tierras que retienen demasiado tiempo el agua llovida.

Schubler propone ensayar esta facultad determinando por la pérdida de peso, durante un tiempo igual, en el mismo aire, cuánta agua deja exhalar cada clase de tierra mojada, sobre la proporcion que contiene. La tierra enjugada sobre el tamiz, como lo hemos dicho mas arriba, puede servir tambien á este experimento. Se tomaran por ejemplo 200 gramos de cada una; se extenderan durante cinco horas en una capa de igual espesor sobre un plato, y después se pesaran de nuevo. Si estos 200 gramos contenian 120 de agua y hubieran perdido 60, se calculará de este modo: si 120 han dejado evaporar 60, 100 hubieran perdido 50. Este ensayo aproximado da los resultados siguientes:

Sustancias terrosas.	100 partes de agua pierden.
Arena silícea.	88,4
Arena calcárea.	75,9
Greda seca.	52
Greda crasa.	45,7
Tierra arcillosa.	94,9
Arcilla sin arena.	31,6
Cal carbonatada fina.	28
Tierra de jardín.	24,3
	32
Tierras arables.	40
Magnesia carbonatada.	10,8
Humus.	20,5

Los resultados de esta tabla son: 1.° Que las are-

nas silíceas y calcáreas son las que pierden mas agua en el mismo tiempo ó se secan mas de prisa, así concurren á formar los suelos mas cálidos; 2.° Que la cal carbonatada obra de una manera enteramente diferente segun sus diferentes formas. En efecto, la arena calcárea constituye un suelo muy cálido, mientras que la tierra calcárea, retiene mucho tiempo la humedad, y aun mas tiempo que la arcilla. Sin embargo, merece una preferencia marcada sobre esta última tierra, porque su acción sobre los ácidos le da una influencia química útil sobre el humus, y ademas porque siempre permanece ligera. 3.° Que la arcilla pierde del agua que contiene, una porcion tanto menor, cuanto menos arena encierra. 4.° Que el humus retiene el agua mas que la mayor parte de las sustancias terrosas ordinarias; una corta proporcion mantienen pues una humedad útil. 5.° Que la magnesia carbonatada contribuye á hacer los suelos frescos y húmedos; porque contiene mas agua y deja exhalar menos. Mas adelante veremos que se calienta menos y conserva menos calor que todas las demás.

VI. Disminucion de volumen por la desecación.

La mayor parte de las tierras se aprietan mas cuando estan secas, y con frecuencia se hacen grietas en el suelo, que si son demasiado hanchas perjudican á la vegetación, porque las raíces cabelludas que suministran el mayor alimento á las plantas, se secan y rompen en estas aberturas.

Para someter esta propiedad á una medida comparativa se ha usado el medio siguiente: Se forman con diferentes especies de tierra igualmente humedecidas, trozos cúbicos iguales de diez líneas de altura, longitud y latitud, es decir mil líneas cúbicas; se hacen secar á la sombra en una habitación, por una temperatura de 15° á 18°, y durante algunas semanas, hasta que no tienen mas peso que perder, entonces se determina su volumen, con una medida y se obtienen los resultados siguientes:

Especies de tierras.	1,000 partes pierden de su volumen.
Cal carbonatada fina.	30
Greda seca.	60
Greda crasa.	89
Tierra arcillosa.	114
Arcilla pura.	183
Magnesia carbonatada.	154
Humus.	200
Tierra de jardín.	149
Tierra arable.	120

Las arenas silíceas y calcáreas no disminuyen de volumen ó disminuyen muy poco, y se deshacen al mas leve contacto.

De la tabla anterior resulta: 1.° De todas las sustancias que contienen las tierras, el humus es el que mas se contrae; su contracción equivale á la quinta parte de su volumen. El humus adquiere tambien mucho volumen á medida de que se le humedece; esto explica un fenómeno que se observa en los barrancos de turba; frecuentemente se observa en estas comarcas una elevación considerable de la superficie del suelo, que se hace especialmente sensible cuando á un tiempo húmedo, sigue un frio muy rigoroso; la tierra se eleva entonces algunas pulgadas. La cristalización del agua helada, que añade otra causa de aumento de volumen, contribuye á esta elevación de los terrenos turbosos. 2.° Entre todas las tierras que no contienen humus, la arcilla es la que pierde mas volumen por la desecación; esta cualidad disminuye cuando se añade arena, cal carbonatada ó marga. 3.° La reducción de volumen por la desecación no es,

como podría creerse, proporcionada á la facultad de retener el agua. En efecto la cal carbonatada fina retiene una gran porcion de agua, y sin embargo su contracción no es mas que de cincuenta partes sobre mil, mientras que la arcilla pierde ciento ochenta y tres partes. Esta cualidad no tiene tampoco relación con la consistencia del suelo; el humus posee una tenacidad mucho menor que la arcilla; sin embargo su contracción es mucho mayor. 4.° La pulverización de la marga por las influencias atmosféricas, se explica en parte por la diferente contracción de los componentes, la arcilla y la cal carbonatada fina; los puntos de contacto de las diferentes partes son separados por la desigual contracción, y los pedazos de marga se pulverizan espontáneamente. 5.° Este hecho explica todavia una parte de la influencia de la marga calcárea, muy preferible á una mezcla de arena y de arcilla; el carbonato de cal disminuye la consistencia y la tenacidad del suelo, pero ademas posee mayor poder absorbente para el agua, y es capaz de saturar los ácidos, propiedades que la arena no presenta.

VII. Del efecto de la capilaridad en los suelos.

La capilaridad en los suelos es una de sus propiedades mas importantes. Ella es en efecto la que conduce á las partes esponjosas de las raíces, los líquidos inmediatos, cuando las disoluciones que están en contacto son absorbidas; del mismo modo conduce á la superficie los líquidos infiltrados, á medida que la evaporación arrebató el agua á la atmósfera. Este último efecto hace tambien acudir á la superficie de la tierra, las sustancias solubles fijas que siguen al agua líquida, pero que la abandonan cuando se evapora. Entre las sustancias solubles, muchas sales aumentan considerablemente los efectos de la capilaridad, ofreciéndole muchos puntos de apoyo, así es como se las ve subir á grandes alturas, ó presentarse en eflorescencia en la superficie de la tierra.

Estas eflorescencias salinas permiten hacer verdaderas recolecciones de sales por un simple barrido en ciertas localidades.

En los terrenos demasiado salados, los mismos fenómenos desembarazan en parte el suelo del exceso de sal. Se podría aumentar este efecto útil descortezando dichos terrenos en tiempo de sequía, exponiéndolos después á lavaduras naturales por medio de las lluvias, ó por medio de riegos artificiales, á las tierras levantadas antes de esparcir las sobre los campos, ó antes de volverlas á entregar al cultivo. Las labores ó surcos profundos tienen por otra parte una eficacia mas inmediata en el cultivo de las tierras demasiado saladas.

La capilaridad de los suelos depende sobre todo de una permeabilidad conveniente; así el ser demasiado arenoso ó demasiado arcilloso, altera la propiedad capilar: en el primer caso, presentando anchos intersticios y desecándose completamente; en el segundo, estrechando de tal manera los intersticios, que toda circulación de agua en ellos sea imposible. Esto es lo que sucede á las arcillas plásticas, cuando constituyen el sub-suelo, solamente la capilaridad en la capa arable superior puede conducir á la superficie donde se evapora el agua excedente que retenia el fondo arcilloso, y que hubiera alterado las raíces de las plantas.

VIII. Propiedades de las tierras para absorber la humedad atmosférica.

Esta propiedad de las tierras, evidentemente favorable á la vegetación, es principalmente útil en tiempos secos, á fin de compensar en parte por la absorción en la noche, la gran evaporación operada durante el día.

Se ha sometido esta propiedad á una medida aproximada valiéndose de algunas láminas de hoja de lata, sobre las cuales se extendían formando una capa diferentes tierras en polvo fino y seco. Estas tierras eran expuestas á un aire igualmente cargado de vapor de agua, encerrándolas á una misma temperatura (15° ó 18°) bajo una campana de igual cabida y tapada por abajo con agua. Después de doce, veinte y cuatro, cuarenta y ocho y setenta y dos horas de tiempo, la tierra pesada con la placa indicaba la cantidad de agua absorbida.

El resultado de este experimento ha dado origen á las observaciones siguientes: 1.° Las tierras absorben mas durante las primeras horas; la absorción disminuye á medida que han adquirido mas humedad, y cesa al cabo de algunos días; las tierras entonces parece que estan saturadas; absorben mas durante la noche que durante el día, sin duda en razon á estar la temperatura mas elevada. 2.° De todas las sustancias terrosas el humus es el que absorbe mas humedad, y excede en esta facultad al carbonato de magnesia. 3.° Las arcillas absorben tanto mejor la humedad, cuanto menos arena contienen, pero nunca tanta como el humus. 4.° La arena silícea absorbe apenas la humedad, así como la arena calcárea; por eso forman un suelo árido, seco y cálido. 5.° Aunque las tierras absorben ordinariamente tanta mas humedad cuanto mas humus contienen, la fertilidad del suelo no puede juzgarse por este solo indicio; porque la arcilla, la tierra calcárea fina y la magnesia, absorben mucha humedad sin contener humus; por otra parte una tierra de jardín muy fértil que contenia 7,2 por ciento de humus, absorbía en 12 horas 17,5 de humedad; una tierra arable fértil 8,0 mientras que la arcilla infértil solo absorbía en el mismo espacio de tiempo 18,5; la tierra calcárea 13,0 y la magnesia carbonatada 34,5. 6.° Esta facultad es con frecuencia aunque no en todos casos, proporcionada á la facultad de las tierras para retener el agua; menos concuerda con la facultad de desecarse. Por lo demás la desigualdad de la superficie y el volumen de la tierra influyen mucho en estos fenómenos.

IX. Facultad de absorción de las tierras para los gases.

Esta propiedad es tambien muy importante; pero no ha sido experimentada con la precision suficiente para expresarlo en números. Es probable que sea relativa á la facultad de retardar la evaporación del agua, tanto mas, cuanto el estado de porosidad le es igualmente favorable.

La utilidad de absorber y retener los gases es evidente; porque unos como el oxígeno y el aire son indispensables para la germinación; otros y especialmente todos los que encierran carbono ó ázoe son útiles á la nutrición de las plantas, ó para estimular su fuerza vegetativa; la consecuencia de estos dos efectos es que tierras infértiles á cierta profundidad, puedan volverse fecundas con ser aireadas durante algunos meses.

Se ha demostrado, en efecto, por un gran número de hechos, que el oxígeno desempeña un gran papel en la economía animal y vegetal, y que favorece mucho al desarrollo de las partes orgánicas, principalmente la germinación de las semillas segun las observaciones de Saussure y De Candolle. Por medio del cultivo y la labor, se ponen en contacto del aire muchas capas de tierra, que por decirlo así son fertilizadas por la absorción del oxígeno. Estos trabajos son tanto mas necesarios, cuanto que el oxígeno no penetra sino con mucha lentitud pasando de algunas líneas de profundidad, y ademas se encuentra muy frecuentemente con sustancias orgánicas con las cuales produce combinaciones y especialmente ácido carbónico.

Si se comparan varias capas de tierras arables, se

observa siempre que las mas profundas son menos fértiles que aquellas que se hallan en contacto inmediato con la atmósfera, y que es necesario algun tiempo para hacer que lleguen al mismo grado de fertilidad, aun cuando su composicion química sea casi idéntica á los gases interpuestos. Se observa con frecuencia este fenómeno en las tierras recientemente rozadas, que habiendo sido en otro tiempo fértiles, parece que han perdido momentáneamente dicha cualidad por haber estado mucho tiempo privadas de la influencia del aire.

Esto explica tambien por qué la arcilla y las tierras que contienen humus, si poseen al mismo tiempo la porosidad conveniente, son ordinariamente de las mas fértiles, porque en dichos suelos se verifica muy fácilmente la absorcion del aire.

Utilidad de la ventilacion de los suelos. Mucho tiempo hace que se ha demostrado generalmente la utilidad de esta práctica, que se verifica, ya sea por labores hechas de antemano, ya por surcos profundos, abiertos algunos meses antes de la plantacion de los árboles.

Estos trabajos tienen varios efectos útiles como son los siguientes: 1.º Segun hemos demostrado mas arriba, las tierras expuestas en una gran superficie á las alternativas de sequía y humedad, y á las variaciones de temperatura, se dividen, se hacen mas porosas, mas fácilmente permeables por las raíces y mas absorbentes. 2.º El aire y los gases absorbidos son indispensables, tanto á la germinacion, como al desarrollo de las plantas; y asi es que diferentes semillas, y aun los tubérculos de las patatas, no pueden germinar á una profundidad á veces poco considerable, donde la formacion y la permanencia del ácido carbónico ha excluido ó combinado todo el oxígeno del aire. De este modo se comprende que semillas enterradas en la tierra, y aun las patatas, pueden estar uno, dos ó mas años sin brotar, y si por casualidad ó de propósito son conducidas cerca de la superficie, desarrollan con rapidez una hermosa vegetacion.

X. Facultad de absorber y de retener el calor.

Esta propiedad de los suelos es muy importante, porque ofrece una de las mas poderosas causas de la actividad vegetativa; determina la vegetacion, compensa en parte las desigualdades repentinas de temperatura de la atmósfera entre los dias y las noches, como entre ciertos dias; evita las transiciones demasiado rápidas que son nocivas á las plantas y á los animales, y constituye la principal causa de la temperatura general de la superficie del globo, que puede mantener la vida de los animales y de las plantas. Fourier ha demostrado en efecto que el calor central tenia poca influencia hoy en la temperatura de la corteza terrestre. La temperatura de la atmósfera en que vivimos, está por consiguiente sostenida casi exclusivamente por la absorcion de los rayos caloríficos solares.

Las diferentes clases de tierra son calentadas á diferentes grados por los rayos del sol; este efecto debe tener grande influencia sobre la vegetacion, principalmente cuando en primavera, la tierra no está todavía cubierta de sombra por las hojas. En esta propiedad su funda en general la denominacion de suelo frio ó seelo cálido, y aunque el agricultor no parece indicar por esto caracteres ciertos, son sin embargo conformes á los datos precedentes. En efecto, un suelo formado de arcilla húmeda y de color claro, será calentado con mucha mas lentitud por el sol, que un suelo arenoso de color oscuro, cosa que puede demostrar fácilmente el termómetro. Una tierra de jardin negra y que contenga humus, se calentará mucho mas, que una tierra seca, calcárea ó arcillosa.

El grado de calorificacion de las diferentes tierras,

depende sobre todo de las cuatro circunstancias siguientes: 1.º De la naturaleza de la superficie de la tierra; 2.º de la composicion de las tierras; 3.º de los diferentes grados de humedad de la tierra cuanto se halla expuesta al sol; 4.º de los diferentes ángulos que forman los rayos del sol al caer sobre la superficie de la tierra.

Varios experimentos se han emprendido con objeto de determinar numéricamente las facultades de los suelos para absorber y retener el calor; pero no ofrecen bastante exactitud para ser citados. Las siguientes consideraciones parecen á propósito para dar nociones suficientes y mas ciertas.

Entre las principales condiciones de absorcion del calorífico, debe contarse el color mas oscuro; el resultado medio de un gran número de ensayos ha demostrado que la coloracion en negro de un suelo blanquecino puede aumentar en un cincuenta por ciento su propiedad absorbente. Lampadius ha demostrado la poderosa eficacia de esta coloracion, cubriendo de una pulgada de carbon en polvo la superficie de la tierra de una caja donde maduraron melones cultivados al descubierto durante el verano fresco de 1813 en el distrito de las minas de Sajonia. La temperatura se elevó de 37 á 48 grados, mientras en la superficie del suelo ordinario permaneció entre 25 y 38. El *negro animalizado* de que hablaremos al tratar de los fiemos, produce un efecto parecido; y en fin, las paredes de espaldera pintadas de negro apresuran y completan la maduracion de los frutos.

Para calcular la influencia del color de la superficie de la tierra en la calorificacion del suelo, se han hecho los ensayos siguientes; se han puesto cantidades iguales de diferentes tierras en vasijas de igual capacidad y de una superficie de cuatro pulgadas cuadradas por media de profundidad, en cuyo medio y fondo se habian colocado las bolas de termómetros comparados, capaces de marcar hasta una décima parte de grado. Se exponia al calor del sol una de estas vasijas con su superficie de calor natural; la superficie de la otra estaba teñida de negro, con negro de humo espolvoreado por medio de un tamiz; la tercera estaba coloreada de blanco por medio del carbonato de magnesia muy fino. Cada vez se dejaron estas vasijas expuestas al ardor del sol durante un tiempo igual y con cielo sereno. Generalmente una superficie ennegrecida adquiria una temperatura mas fuerte; la temperatura de la arcilla teñida de blanco aumentaba por la accion del sol, 16º centígrados, mientras que la de una cantidad igual de tierra coloreada de negro, aumentaba 24. Este aumento de temperatura ocasionada por las superficies negras, no es solamente pasajera, sino que permanece constantemente alta mientras dura la accion solar. Si se exponen al sol por algunas horas las mismas especies de tierra, con superficies negras y blancas, estas tendrán constantemente una temperatura menor. En este principio se funda tambien la práctica de sembrar en la primavera cenizas y tierra sobre la nieve para hacerla derretirse mas aprisa. Diversas observaciones demuestran cuán diferente es la temperatura de las capas superiores del suelo, de la del aire.

La mayor influencia de capacidad para el calor, existe en el peso específico del suelo; porque por una parte el aire interpuesto en una tierra muy ligera es mal conductor; y por otra, siendo igual la profundidad á que aumenta la temperatura del terreno, la sustancia terrosa mas pesada que segun los ensayos contiene mas calor, ofrece una masa mayor.

Finalmente, la cantidad de agua interpuesta es una causa de enfriamiento por la gran proporcion de calor que su evaporacion exige, y los suelos húmedos son en efecto generalmente frios. La cantidad de humedad influye mucho en la calorificacion de las tierras por el sol, las tierras húmedas tienen una temperatura algunos grados mas baja que las de la misma espe-

cie secas; esta temperatura menor se conserva aun al sol hasta que la evaporacion del agua es completa; y no se puede dudar, que la gran cantidad de calor necesario para la evaporacion, es la causa principal de este fenómeno. Las tierras de color claro y que tienen una gran facultad de retener el agua, no se calientan sino muy lenta y débilmente por una doble razon; un suelo frio y arcilloso contiene mucha agua y pierde poca, mientras que la arena por el contrario, forma un suelo seco y cálido, en razon á la poca humedad que contiene y que se evapora muy pronto.

Las pendientes de terreno tienen tambien una influencia muy marcada sobre su calorificacion por los rayos del sol; la cantidad de calor absorbido en igualdad de circunstancias, es mayor segun que los rayos solares se hallan mas tiempo en una direccion cercana á la perpendicular levantada sobre la superficie del suelo. Se comprende en efecto, que la misma cantidad de rayos que cae oblicuamente y se extiende en una superficie doble, debe producir un efecto la mitad menor. Asi se explican fácilmente efectos muy notables observados en exposiciones diferentes, y se pueden elegir las que mas convienen á los diversos cultivos.

XI. Influencia del estado eléctrico de los suelos.

Las repetidas observaciones que se han hecho modernamente, demuestran una accion poderosa de parte de la electricidad en los fenómenos químicos como en las reacciones entre las materias inorgánicas y los cuerpos orgánicos. Una ciencia entera, la *electroquímica* se ha fundado sobre estos principios esta ciencia se relaciona con todas las ciencias de observacion, y experimentos modernos, especialmente los de Becquerel, prueban cuanto obran sobre la vida y desarrollo de los vegetales las débiles fuerzas eléctricas conducidas por corrientes continuas.

Se ha demostrado as, que la electricidad negativa tenia una accion estimulante muy favorable sobre la vegetacion, mientras que la electricidad positiva era desfavorable. Estas observaciones concuerdan por otra parte con los hechos incontestables que prueban la utilidad de un ligero exceso de bases alcalinas electro negativas como la cal, amoniaco, potasa y sosa en los fiemos, mientras que los ácidos libres electropositivos son frecuentemente nocivos, y aun pueden en dosis cortas, detener toda germinacion. De este modo diferentes detritus de vegetales, barrancos de hornagueros estériles, pueden ser convertidos en muy á propósito para los abonos de las tierras por medio de una mezcla con algunos céntimos de cal viva ó apaga, mientras que todos los restos de animales capaces de dar por su descomposicion espontánea una reaccion alcalina, forman sin mezcla excelentes fiemos, como veremos mas adelante.

ARTICULO V.

DEL SUB-SUELO Y DE SU INFLUENCIA.

Bajo la denominacion del sub-suelo se designa la capa de tierra, piedra ó roca, colocada inmediatamente debajo del suelo cultivado y sobre la cual reposa este. Preservado del todo ó en parte por la tierra arable de las influencias del aire, el sub-suelo presenta sus capas geológicas casi en su estado de pureza ó en débil principio de desagregacion. Su influencia sobre las cualidades de las tierras y la ventaja ó desventaja que presenta su mezcla en razon de su naturaleza, hacen su estudio y su conocimiento muy importante para el cultivador.

I. Impermeabilidad del sub-suelo por las raíces.

La capa inferior del suelo se compone ya de los

mismos elementos que la superior, á excepcion del humus y de los principios de aquella saca de la atmósfera con que está en contacto, ó ya de sustancias de una naturaleza diferente.

Cuando la capa arable reposa sobre rocas duras y no desagregadas ó en un principio de descomposicion, es ordinariamente poco fértil; no se podria darle mayor profundidad sino por medio de transportes de tierra, siempre demasiado dispendiosos en agricultura en una superficie poco extensa; ademas ofrece el inconveniente de causar con frecuencia la ruptura de los instrumentos de labranza. Si esta capa es muy delgada, y la roca no presenta endaduras, la tierra es casi productiva y no presenta sino muy pocas probabilidades de mejorar. Pero cuando el sub-suelo se compone de pedazos separados, ó que dejan entre sí hendiduras, cuando algunas partes se manifiestan al exterior, estos suelos pueden utilizarse sobre todo en bosque, porque las raíces de los árboles encuentran medios de penetrar en las hendiduras y grietas, entre los peñascos y sacar de allí la humedad que se conserva en aquellos lugares perfectamente. Tambien se los puede emplear en el cultivo de cereales ú otras plantas; pero entonces por lo comun se necesita usar instrumentos de mano.

En los lugares en que el sub-suelo se compone de capas compactas, ya sean arcillosas, ya calcáreas, ya arcillo-calcáreas, ya arcillo arenosas, la manera de proceder del cultivador depende de la naturaleza de la tierra y de las cualidades ó defectos que dominan en ella. Cuando el sub-suelo es de naturaleza propia, para mejorar la tierra laborable ó aumentar su espesor sin deteriorarla, se debe sacar una parte á la superficie por medio de excavaciones ó labores hondas; al principio esta mezcla suele empeorar el terreno, pero despues mejora sensiblemente; tal es la conducta que debe observarse por ejemplo cuando un suelo ligero reposa sobre una capa compacta ó marga arcillosa, ó cuando un terreno demasiado tenaz está sobrepuesto á una toba compuesta de piedras pequeñas calcáreas, cantos silíceos ó gujarros. Por el contrario, cuando el sub-suelo está dotado de propiedades que existen ya en exceso en la tierra que se cultiva es preciso reducirse á las labores superficiales, ó por lo menos no atacar la capa inferior sino con mucho cuidado, y despues de numerosos ensayos sobre los efectos que esta mezcla debe producir.

En las tierras que tienen poca profundidad, la capa inferior obra, pues, de una manera muy importante de apreciar, deteniendo las raíces ó dejándolas pasar con mas ó menos facilidad. En el primer caso, conviene limitarse al cultivo de plantas de raíces rastreras, únicas que pueden prosperar en estos suelos; en el segundo, es decir, si el sub-suelo está compuesto de gujarros, de piedras mezcladas con sustancias desmoronadizas, podrá permitir á las raíces largas y fuertes introducirse por en medio de ellas con ventajas para la vegetacion, ó bien se dejará penetrar por todas las raíces fibrosas, y se deberán en este caso elegir cultivos apropiados.

II. De la mezcla del sub-suelo con la capa vegetal.

Darblay ha demostrado perfectamente cuan inexacto es en los buenos cultivos donde las recolecciones estan bien entendidas, el precepto verdadero solamente, en los cuales cultivos, de que cuando se sacan á la superficie, por medio de una labor profunda, las tierras de un mal sub-suelo, se hace la capa superior antiguamente cultivada estéril por algunos años. Si el cultivador quiere inmediatamente una buena recoleccion de cereales, sin el cuidado de mejorar progresivamente el suelo, no hay duda que el sub-suelo no impregnado de fiemos y de las influencias atmosféricas, aun cuando fuera de buena calidad, perjudica á