

cciones de Agricultura

LECCIONES
DE
AGRICULTURA
PARA LAS
ESCUELAS DE LA REPUBLICA



PANAMA
TIP. CASIS Y C^{IA}.
1907

PROLOGO

Hoy, como ayer, opino que la Agricultura es redención para hombres, pueblos y naciones.

En la preparación de la presente obra he tenido como auxiliares á autores distinguidos sobre la materia; y en el plan didáctico, quiero y debo decir, para que sirva como texto de enseñanza, seguí las indicaciones del Inspector de Instrucción Pública de la Capital, joven de estudios pedagógicos y de cerebro bien nutrido. Después, don Manuel A. Alguero, técnico en el sentido amplio del término pasó revista á mi labor y aplicando sus conocimientos agrónomos, rectificó errores y me expidió un certificado que enaltece mi virtud patriótica y estimula mi pobre inteligencia.

Dedico la obra al Doctor Manuel Amador Guerrero, Presidente de la República, como un reconocimiento público, por sus esfuerzos en fomentar el cultivo patrio y en obsequio de una amistad, que la gratitud y el tiempo le han impreso una forma simpática y un fondo santificado.

Panamá, Mayo 12 de 1907.

JOSE LLORENT.

Lecciones de Agricultura

- PARA LAS ESCUELAS DE LA REPUBLICA -

LECCION I.

Definición de Agronomía y de Agricultura.—Diferencia en el significado de estas voces.—División para el estudio.

1 Se entiende por *Agronomía* el conjunto de las leyes científicas en que se fundan los procederes empleados en la producción de substancias vegetales y animales.

La voz *Agricultura*, que significa *cultivo del campo*, se emplea para designar las operaciones que se practican en el campo para obtener de los animales y de los vegetales los productos que sirven al hombre para alimentarse, vestirse, etc. En este sentido, la Agricultura no viene á ser sino la aplicación de las leyes de la Agronomía, considerada ésta como ciencia y aquélla como arte ó industria; pero comunmente se usan estas dos voces como sinónimas, aunque impropiamente.

El *Agrónomo* es persona que forma juicio, adquiere la ciencia ó el conocimiento de las leyes que rigen la producción rural en general. En el *agricultor*, la práctica constituye toda su ocupación sin que haya necesidad de que intervenga el raciocinio. El *agrónomo* por lo regular no es *agricultor*, ni es preciso que lo sea.

2 La *Agronomía* se divide para su estudio en siete partes, á saber:

1.^o *Agrología*, que trata del suelo ó capa superficial de la tierra, donde se establecen los cultivos; 2.^o *Climatología*, que trata de los fenómenos naturales que ocurren en la atmósfera, y de la influencia que ejercen en los seres sometidos á ellos; 3.^o *Mecánica*, que enseña el conocimiento de las máquinas empleadas en agricultura y los principios en que se funda su construcción; 4.^o *Química*, que estudia la composición elemental de los suelos, de los abonos, de las partes de los seres organizados que constituyen la producción agrícola; 5.^o *Pitotecnia*, que trata de una manera especial del modo de cultivar las plantas; 6.^o *Zootecnia*, que enseña la manera de criar, manejar y engordar los animales domésticos; 7.^o *Economía rural*, que trata de la dirección y gobierno de las operaciones que requiere toda explotación agrícola, para que sea productiva.

La parte de la *Agricultura* que trata de las labores de las huertas, se llama *Horticultura*; la *Floricultura* se conoce con el nombre de *Jardinería*, y la *Arboricultura* es el cultivo de los árboles.

PARTE PRIMERA.

AGROLOGIA

LECCION II

Definición de Agrología y Geología.—Formación de la tierra y cuerpos que entran en su composición.

3 *Agrología* es la parte de la *Agronomía* que trata especialmente del *suelo*, es decir, de la porción de tierra donde viven las plantas y de donde toman, por medio de sus raíces, una parte de las materias de que se nutren. Como los suelos se forman de las materias que provienen de la descomposición y disgregación de las rocas que constituyen el globo terrestre, se hace indispensable, para el estudio de la *Agrología*, tener algunas nociones de la ciencia que trata de la naturaleza y formación de los materiales que lo constituyen, ciencia llamada *Geología*.

4 La *Geología* nos enseña que nuestro planeta se compone: de un *núcleo* ó parte central; de una envoltura sólida, que rodea el *núcleo* interior por todas partes, y forma con él un esferoide, cuya superficie rugosa y desigual se conoce con el nombre de *costra terrestre*; de una capa líquida que cubre la costra terrestre en unas tres cuartas partes de su extensión, formada de agua, que recibe las denominaciones de *océano*, *mar*, *lago*, etc.; por último, de una envoltura gaseosa que rodea toda la superficie de la capa líquida y la parte de la costra terrestre que deja á descubierto el agua, y se denomina *atmósfera*.

5 Todas estas partes de nuestro planeta están formadas de cuerpos materiales, dotados de ciertas propiedades que se nos revelan por los sentidos, como el color, el olor, la dureza, el peso, etc.; propiedades que varían según las condiciones, pero conservando los atributos propios de la materia. De estos cuerpos hay unos que se denominan *simples ó elementos*, porque sometidos á todos los medios de que podemos disponer para descomponerlos, dan siempre una sola y misma substancia que conserva todas sus propiedades; hay otros que se llaman compuestos, porque están formados de dos ó mayor número de elementos, que pueden separarse. El análisis químico, que es el medio que se emplea para conocer la constitución de los cuerpos, ha permitido descubrir hasta hoy unos setenta cuerpos simples, y de ellos, asociados y combinados de mil diversas maneras, está formado el universo accesible á nuestra observación.

6 No todos entran en la misma proporción á formar los materiales de que se compone la tierra; hay unos quince que entran en mayor proporción que los otros y son, por orden de importancia, los siguientes, cuyo conocimiento es indispensable al agricultor: oxígeno, silicio, carbono, azufre, hidrógeno, cloro, nitrógeno, fósforo, entre los llamados (metaloides); aluminio, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro y manganeso, entre los metales.

LECCION III

Cuerpos simples ó elementos.—Metaloides.

7 El *oxígeno*, al estado gaseoso, no tiene color, olor ni sabor; tiene poca densidad y es poco soluble en el agua. Al estado natural es el elemento más abundante, pues forma casi la mitad de todo nuestro planeta; ocupa la quinta parte del volumen de la atmósfera; entra en el agua en la proporción de ocho noventa partes del peso; la mayor parte de los minerales y rocas lo contienen, y además entra en la constitución de los seres organizados.

8 El *silicio*, que sigue en importancia al oxígeno, no existe en la naturaleza en estado libre, sino combinado con el oxígeno formando la *silice*, que constituye más de la mitad de los materiales conocidos; en este estado entra en la constitución de los vegetales y, en combinación con las bases alcalinas, terrosas y metálicas, forma los minerales llamados silicatos, muy abundantes en la costra terrestre.

9 El *carbono*, al estado puro, existe en el diamante; es transparente, sin color y está cristalizado; en otra forma impura, de color gris, opaco y cristalizado, existe en el gráfito; en estado amorfo, se encuentra en las antracitas, hullas y otros carbones. Pero el principal representante del carbono en la constitución del globo es el ácido carbónico, combinación del carbono con el oxígeno, que existe en el aire, en las aguas de las lluvias,

de los océanos, de los depósitos y corrientes terrestres, y que, en combinación con la cal, la magnesia y otras bases, forma minerales muy abundantes é importantes para la Agricultura. El ácido carbónico atmosférico es el que suministra á los vegetales el carbono de que están compuestos en gran parte.

10 El *azufre* se presenta en la naturaleza, sobre todo en la inmediaciones de los volcanes extinguidos, en masas cristalinas, opacas; es un cuerpo sólido de color amarillo, duro, quebradizo, sin olor ni sabor. En combinación con el hierro y otros metales, forma sulfuros, conocidos con los nombres de piritas, galeñas, blendas, cinabrios, etc.; con el oxígeno forma el ácido sulfúrico que, unido á diversas bases, constituye los sulfatos de soda, cal, potasa, etc., que prestan servicios á la Agricultura; en las materias orgánicas se encuentra también el azufre, sobre todo en los principios albuminóideos, lo que demuestra su importancia agrícola.

11 El *hidrógeno*, al estado libre, no existe sino excepcionalmente en algunas emanaciones volcánicas; pero en combinación con los otros elementos, forma muchos de los materiales del globo. El *hidrógeno* puro es un gas sin color, olor ni sabor, mucho más ligero que el aire. Combinado con el oxígeno, forma el agua; unido al carbono, se encuentra en las materias orgánicas, y con el nitrógeno forma el amoniaco.

12 El *ázoe ó nitrógeno* se presenta al estado gaseoso sin color, olor ni sabor, de poca densidad y muy poco soluble, en el agua. Se encuentra en estado libre en la atmósfera, de la cual constituye las cuatro quintas partes; combinado, con el hidrógeno, forma el amoniaco, que también existe en la atmósfera en pequeñas proporciones; entra como elemento esencial en la constitución de los seres organizados; en combinación con el oxígeno, forma el ácido nítrico, componente de los nitratos de potasa, soda, etc., muy importantes como abonos.

13 El *cloro* es gaseoso, de color amarillo obscuro ó verdoso, de olor especial muy fuerte, de mucha densidad, soluble en el agua. No existe en la naturaleza al estado libre, sino en combinación con algunos metales, en particular con sodio, potasio, magnesio y calcio; con el primero forma el cloruro de sodio ó sal común, que existe en mucha abundancia en las aguas salobres, y al estado sólido forma los depósitos de sal gema.

14 El *fósforo* no se encuentra en la naturaleza como elemento aislado; preparado en los laboratorios es un cuerpo sólido, de color amarillo muy claro, sin olor, tan blando que se puede rayar con la uña; expuesto al aire húmedo, se altera prontamente, exhala un olor especial y se pone luminoso en la obscuridad; no se disuelve en el agua. En combinación con el oxígeno, forma el ácido fosfórico, que, unido con varios óxidos metálicos, forma fosfatos naturales de cal, magnesia, hierro, etc., que

sirven de abonos. El fosfato de cal entra en mucha proporción con la constitución de los huesos de los animales, y se halla abundantemente en los vegetales, sobre todo en los granos de los cereales.

LECCION IV

Cuerpos simples de la clase de los metales.

15 El *aluminio* es, entre los metales, el más importante de los elementos; forma con el oxígeno la alúmina, que ocupa, después de la sílice, el lugar más importante entre los materiales que constituyen la costra terrestre. Existe al estado nativo en algunos minerales, pero toda su importancia geológica consiste en la combinación con la sílice y el agua formando las arcillas que abundan tanto en la naturaleza y son la principal porción de los suelos.

16 El *calcio* entra en la constitución de muchos minerales en combinación con el oxígeno formando la cal, base de suma importancia, sobre todo al estado de carbonato y de sulfato ó yeso. El carbonato de cal se halla en las aguas naturales, en los esqueletos, conchas y caparazones de los animales, en masas enormes y en grandes depósitos en nuestros terrenos.

17 El *magnesio*, el *potasio* y el *sodio* también entran en gran parte en la formación de los minerales y de las rocas; los óxidos de estos metales, en combinación con el ácido silíceo, forman la mayor parte de los minerales ó entran como una de sus bases; el carbonato de cal con el de magnesia forman dolomías; el cloruro de sodio forma la sal común; las sales de potasa son esenciales para la constitución de los vegetales, pues todos las contienen en gran cantidad.

18 El *hierro* y el *manganeso*, al estado de óxido, se encuentran en casi todas las rocas y son la materia colorante de la mayor parte de ellas: el hierro forma la base de muchos silicatos; las aguas lo cargan en disolución y lo dejan depositado en los terrenos, de donde lo toman los vegetales y lo suministran luego á los animales que de ellos se nutren. El hierro existe al estado nativo asociado con otros metales, pero es más abundante al estado de óxido, de carbonato y de sulfuro. El manganeso se encuentra al estado de óxido en filones ó en capas y entra en la composición de algunos silicatos.

LECCION V

Principales minerales que entran en la composición de las rocas.

19 Los *minerales* que constituyen las rocas se componen de ellos y con más frecuencia de varios de los cuerpos simples descritos. Por la manera de haberse formado, se encuentran en la

naturaleza en cuatro estados: en *crisales* ó poliedros geométricos regulares; en forma *vítrea*, ó de masas á manera de vidrio, que conservan la estructura cristalina; en estado *coloidal*, es decir, parecido á la cola ó gelatina, sin el menor vestigio de cristalización, y al estado *amorfo*, que quiere decir sin forma, porque el mineral no tiene ninguna determinada, ni estructura cristalina.

Los principales minerales que entran en la constitución de las rocas y que el agricultor debe conocer, porque disgregados entran en la formación de los suelos, son los siguientes:

20 *Silice*, que también se llama cuarzo, mineral de estructura compacta que se presenta en masas ó aglomeraciones, en forma granular. Se compone de dos elementos: silicio y oxígeno, y con frecuencia contiene impurezas ó mezclas de otras sustancias. Este mineral es el que forma comunmente las arenas que son parte integrante de la composición de los suelos.

21 *Alúmina* es un mineral compuesto de aluminio y oxígeno que entra en la formación de muchas rocas, y que al estado de pureza constituye piedras preciosas.

Su importancia agrícola consiste en hallarse en los silicatos, compuestos de silice y de alúmina, minerales muy abundantes que forman la mayor parte de las rocas, y, por su disgregación y alteraciones sucesivas, suministran la arcilla, otro de los componentes más esenciales de los suelos.

22 *Calcita* es un mineral muy importante porque suministra á los suelos otra de sus partes componentes; se compone de oxígeno, carbono y calcio, formando la sal llamada carbonato de cal, muy abundante en la naturaleza y que entra en la formación de rocas diversas.

23 *Ortosa* ú *ortoclasa* es un silicato de potasa ó feldespato, abundante en las rocas, que les suministra á los suelos la potasa que han menester para su fertilidad.

24 *Hemitita*, *magnetita* y *limonita*, son minerales compuestos de óxido de hierro; *pirita*, es el sulfuro de hierro; *siderita*, el carbonato de hierro. De estos minerales, que se encuentran en mucha abundancia en las rocas, toman los suelos el hierro que necesitan para las necesidades de la vegetación.

25 *Magnesita* es el carbonato de magnesia análogo al de cal; *dolomita* es un carbonato doble de cal y de magnesia; *serpentina* es un silicato de la misma base. Estos minerales suministran á los suelos la magnesia.

26 *Apatita* es un fosfato de cal con cloruro y fluoruro, calcio, es uno de los minerales más importantes, porque suministra el fósforo á los suelos; *vivianita* es un fosfato de hierro.

LECCION VI

Definición, caracteres generales y clasificación de las rocas.

27 Se da la denominación de rocas á los materiales sólidos que constituyen la costra terrestre, siempre que se encuentren naturalmente en masas considerables. Se componen de uno ó de muchos minerales, del mismo modo que éstos se componen de elementos. Presentan ciertos caracteres que sirven para clasificarlas. Atendiendo á su estructura, se dividen en dos grandes grupos: 1.º Las *crystalinas*, incluyendo en ellas las *vitreas*; 2.º Las *fragmentarias* ó *elásticas*.

28 Se entiende por rocas *crystalinas* las que se componen totalmente ó en su mayor parte de cristales distintos ó de partículas *crystalinas*. Este grupo se subdivide en tres clases: *estratificados*, *esquistosos* y *maeizas*. Se llaman rocas *estratificados* las que están dispuestas en láminas ó capas paralelas continuas, intercaladas en las formaciones del segundo grupo; *esquistosas* son las que tienen una estructura hojosa ó sea en laminitas que no guardan paralelismo, sino que se entrelazan, adelgazadas en unas partes y más gruesas en otras; se reserva el nombre de *maeizas* á las rocas en que no se manifiesta la disposición estratificada, ni la estructura esquistosa de las precedentes, pero conservando el carácter del grupo, que es el de ser *crystalinas* ó *vitreas*.

29 El grupo de las rocas *fragmentarias* ó *elásticas* comprende todas aquellas que tienen un origen secundario ó que se derivan de las del primer grupo; están siempre formadas de partículas que, habiendo existido previamente en otra forma, se han ido acumulando después y, al consolidarse, han formado nuevas rocas.

30 Por la disposición que guardan las rocas; por la naturaleza y caracteres de los restos de organismos llamados *fósiles*, que abrigan en sus capas; por los principales minerales que las constituyen, se han hecho de ellas períodos ó épocas geológicas, que son las siguientes: 1.ª *época arcaica*; 2.ª *primaria*; 3.ª *secundaria*; 4.ª *terciaria*; y 5.ª *cuaternaria*.

31 La *época arcaica*, *azoica* ó *primordial* está constituida por las rocas *crystalinas* que se consideran más antiguas, y constituyen como el esqueleto del globo; están absolutamente desprovistas de *fósiles* y formadas de granito, gneis y esquistos.

32 La *época primaria* está constituida por las rocas *clásticas*, formadas por la sedimentación de las materias disgregadas de las *primordiales*. Las más importantes de esta época son las pizarras, las areniscas, los conglomerados, algunas calizas y los depósitos de carbones y de minerales susceptibles de explotación.

33 La *época secundaria* se caracteriza principalmente por la abundancia de los fósiles pertenecientes á reptiles de formas extrañas, y por la aparición de aves y mamíferos imperfectos. Las rocas principales son las calizas, que adquieren un desarrollo inmenso, y las areniscas.

34 La *época terciaria* es notable porque en ella aparecen los verdaderos mamíferos y adquieren mucho desarrollo, al paso que desaparecen los reptiles de la época anterior y algunas otras especies. Las rocas que la forman son principalmente las arcillas y las areniscas; las primeras sobre todo adquieren mucho desarrollo, forman grandes bancos y depósitos considerables.

35 Con el nombre de *época cuaternaria* se designa el conjunto de materiales que han venido depositándose desde el piso superior de la época terciaria hasta nuestros días. Se la divide en dos partes: la más antigua, llamada *diluvial*, se caracteriza por la existencia de algunas especies ó animales fósiles, cuyos representantes no existen en la actualidad. Como rocas características contienen los depósitos glaciarios, cantos erráticos, lignitos y tobas. La segunda, la más reciente, llamada *aluvial*, contiene en sus depósitos restos de especies que aún viven. La constituyen los depósitos que forman las aguas, llamadas *aluviones*, la turba, y en general todos los materiales que se transforman á nuestra vista y van dejando sus huellas en las capas que forman.

LECCION VII

Causas de la alteración de las rocas.

36 A dos clases de causas pueden referirse todos los fenómenos que desde el origen del globo hasta nuestros días han estado produciendo modificaciones en la estructura, configuración y demás condiciones de su superficie: á la una se refieren los fenómenos del calor central, conocidos con el nombre de *causas hipógenas ó plutónicas*; á la otra los que provienen de la acción del sol que, obrando sobre la atmósfera, los océanos y la costra terrestre, engendra las transformaciones que se ofrecen todos los días á nuestra observación, y se conocen con el nombre de *causas epígenas*.

37 Las manifestaciones *plutónicas* son: erupción de materiales del interior, rupturas de la costra y plegaduras que ocasionan el levantamiento de cadenas de montañas y el hundimiento de otras porciones que forman los bajos fondos cubiertos de agua y los valles. A la serie de los fenómenos que se relacionan con la expulsión de los materiales del interior del globo se da el nombre de *volcanismo*. Los fenómenos ocasionados por causas hipógenas son los que han producido y siguen produciendo las más trascendentales modificaciones; las corrientes de materias fundidas, derramándose sobre las capas sedimen-

rias, cambian su constitución de tal manera que las arcillas se vuelven esquistos; las areniscas ó asperones, cuarcitas; las calizas ordinarias, mármoles, y así las demás.

38 Se conoce con el nombre de *metamorfismo* el conjunto de estos fenómenos debidos á las causas hipógenas, y se llaman rocas *metamórficas* las que han sufrido tales cambios.

El calor, tanto el central del globo como el desarrollado por las reacciones, ha desempeñado la parte principal en la manifestación de estos fenómenos; pero la presión también ha ayudado á causar la metamorfosis de muchas rocas.

39 Numerosísimas son las *causas epígenas* que producen cambios en la superficie terrestre: todos los meteoros pertenecen á esta clase, puesto que es la acción del sol la que los determina; los vientos, la evaporación del agua y su consiguiente formación de nubes y nueva condensación de los vapores para precipitarse en forma de lluvias, nieves, granizo, etc.; las corrientes de agua sobre la superficie que producen corrosiones; la agitación de las aguas de los océanos, lagos y pantanos; la actividad de los seres organizados; los cambios de temperatura; en una palabra, todos los mejores son agentes de alteración y descomposición de las rocas, y por consiguiente de formación de suelos. Las lluvias ocasionan cambios en la constitución de las rocas, ora por las combinaciones químicas, ora por la acción mecánica y física; arrastran de la atmósfera gases, partículas orgánicas y minerales y llegan al suelo cargadas de oxígeno, ácido carbónico y nítrico, amoníaco, etc., lo que hace que á la acción disolvente del agua pura, se agregue la acción química.

LECCION VIII

Formación de los suelos.

40 Por el modo de formarse los suelos, se dividen en dos grandes clases: ó bien se forman en el lugar mismo dónde se descomponen las rocas y á expensas de los materiales de las mismas, y en tal caso se denominan *suelos detriticos ó de asiento*; ó bien provienen de los residuos de la disgregación de las rocas transportados y depositados lejos del lugar de su primitivo yacimiento, y entonces reciben la denominación de *suelos de acarreo ó de transporte*.

41 La descomposición de las rocas para formar suelos se hace de esta manera: supongamos que se trate de un canto de granito que se deje expuesto al aire; después de algún tiempo tomará un color obscuro, presentará poros y hendiduras, y finalmente dejará por residuo una arena finísima mezclada con el polvo de la atmósfera y cubierta de una vegetación criptogámica. En estos tres sencillos fenómenos: cambio de coloración, formación de grietas y reducción á arena fina, puede decirse que reside enteramente la explicación de la formación de los suelos.

De los tres materiales que forman el granito —feldespato, cuarzo y mica— el más atacable es el feldespato, que suele contener hierro en mayor ó menor proporción en estado de óxido con poca proporción de oxígeno. Este óxido de hierro, al contacto del aire, se convierte en otro óxido más abundante en oxígeno, de donde resulta el cambio de color, la alteración química y el aumento de volumen que á su vez produce una acción mecánica, y todas rennidadas tienden á descomponer el mineral, le hacen perder su cohesión y lo dejan sujeto á ulteriores alteraciones; la oxidación y la hidratación siguen obraudo y las materias solubles se separan, unas al estado de carbonato, otras, al de óxidos ó nitratos.

La mica, que también es un silicato, sufre análogas modificaciones, y el cuarzo se reduce á granos finos. Así es como el canto de granito —y lo mismo puede decirse de cualquier roca— se ha transformado dando arena, arcillas, óxidos de hierro, sales de bases de potasa, soda, cal, magnesio, etc., que son los materiales que constituyen los suelos.

42 Los vegetales, desde que las condiciones les son favorables, se apoderan de las rocas y obran como agentes de descomposición; las primeras plantas que crecen sobre las rocas á medio descomponer, dejan allí sus despojos, los cuales, mezclándose con los materiales desprendidos de las rocas, dan origen á un suelo que ya puede proveer á la alimentación y sustento de otros vegetales más exigentes y cuyo mayor desarrollo es, á la vez, causa de alteración de la roca y de acumulación de elementos de riqueza en el suelo. De esta manera el terreno se va cubriendo, primero de unas pocas plantas de organización sencilla, luego de otras más complicadas y numerosas, y finalmente con todos sus despojos forma una capa de materia parda ó negruzca designada con el nombre de *humus* ó *mantillo*.

LECCION IX

Elementos constitutivos de los suelos.

43 Los suelos se componen esencialmente de *arena*, *arcilla*, *calcáreo* y *mantillo*; fuera de estos cuatro elementos, contienen diversas substancias que sirven para la nutrición de las plantas, como son fosfatos, sulfuros, nitratos, de base de potasa, cal, magnesia, óxido de hierro y de manganeso, agua y gases.

44 La *silice* constituye en los suelos las arenas, que son las partes que permanecen poco tiempo en suspensión en el agua cuando se pone la tierra en ella y se agita. Se encuentran en estado de granos más ó menos finos, ó en cristallitos de cuarzo. Hay otras rocas que, descompuestas, pueden presentarse en granos ó arenas, como las calizas y algunas de las volcánicas, pero

ordinariamente es el cuarzo el que forma las arenas, que por esta razón se llaman silíceas. La sílice entra en la constitución de los suelos, no sólo al estado de arena sino también en combinación con la alumina, formando las arcillas.

45 La *arcilla* es otro de los elementos esenciales de los suelos; se llaman *aluminosos* y, con más generalidad, *arcillosos*, los suelos en que domina el silicato de alumina hidratado ó arcilla, que proviene siempre de los minerales que contienen sílice ó alumina, como la mayor parte de los feldespatos. La arcilla se encuentra frecuentemente mezclada con materias extrañas, como arena, óxidos de hierro, carbonatos de cal, de magnesia y sustancias bituminosas. Cuando tiene carbonato de cal, se llama *marga*; cuando tiene sílice, se llama *greda*; cuando tiene óxidos de hierro, se llama *ocre*.

El carácter distintivo de las arcillas consiste en formar con el agua una pasta tenaz, más ó menos plástica ó que puede amoldarse con facilidad. Al secarse la pasta que forma la arcilla con el agua, se endurece, y calentándola adquiere mayor dureza y pierde la propiedad de formar pasta con el agua.

46 El *carbonato de cal* constituye la base de algunos suelos, y se considera como uno de sus elementos esenciales.

Proviene de la descomposición de las rocas calizas, tan abundantes en todas las formaciones, sobre todo en las de la época secundaria. Hay muchas de estas rocas que contienen el carbonato de magnesia al mismo tiempo que el de cal, y en tal caso los suelos que resultan de su descomposición son *magnesianos*.

47 Otra de las materias que se considera como elemento esencial de los suelos es el *humus ó mantillo*, que proviene de la descomposición de los mismos vegetales que han vivido en el suelo. En el mantillo siempre hay mezcla de materias minerales y de resto de sustancias orgánicas en proporciones variables. Cuando proviene de plantas ricas en tanino, el mantillo es *ácido*, y cuando nó, se llama mantillo *dulce*.

LECCION X

Propiedades físicas de los suelos.

48 Con el nombre de *propiedades físicas* de los suelos se designa cierto número de cualidades ó defectos que dependen de la manera como sus elementos, sin variar de composición química, se disponen para hacerlos más ó menos aptos para el cultivo. Entre las propiedades físicas de los suelos se enumeran las siguientes: *densidad, tenacidad, imbibición, frescura, evaporabilidad, higroscopicidad, absorción del aire y de los gases y facultad de absorber y retener el calor.*

49 La *densidad* es la relación que existe entre el peso de un volumen dado de tierra y el igual volumen de agua. Hay muchos procedimientos para determinar la densidad de la tierra; pero este es un dato de poco valor para el agricultor, porque no le da idea sino de una propiedad abstracta. El peso de un metro cúbico de tierra si es un dato útil para los trabajos que se ejecutan en el campo. Como la densidad varía al cavar las tierras ó al hacerles cualquiera otra mejora, debe preferirse el conocimiento del peso de una unidad de volumen al peso específico.

50 Se llama *tenacidad* la propiedad que tienen los cuerpos de resistir á las causas que tienden á romperlos tirando de sus partes; depende de dos propiedades físicas: la *cohesión* y la *adherencia*, y se modifica mucho por el grado de humedad en que los cuerpos se encuentren. La arcilla pura es la más adherente de todas las tierras, y la arena la menos, de modo que la adherencia dependerá, hasta cierto punto, de la proporción en que se encuentren en el suelo estas substancias.

La tenacidad no le interesa al agricultor como propiedad abstracta, sino la *resistencia á los instrumentos*, que se mide por el esfuerzo que sea necesario emplear para labrar la tierra.

51 La *imbibición* es la propiedad que tiene la tierra de admitir agua en sus intersticios, propiedad que depende particularmente de la división de sus partes, y, por consiguiente, no es una propiedad absoluta ni de valor para el agricultor. La *higroscopicidad* es la facultad de absorber y retener el vapor de agua, lo que depende también, en gran parte, del estado de la tierra, de su división, de su humedad, etc., por lo cual no debe buscarse esta propiedad en los suelos como antes se hacía.

52 La *frescura* de un suelo depende del estado de humedad ó sequedad en que se encuentre, y por consiguiente es una propiedad relativa y variable que no puede determinarse en absoluto. La propiedad de absorber y retener el calor tampoco puede considerarse como absoluta ni especial de ningún suelo determinado; depende, como las otras, de condiciones variables.

53 El estado de *continuidad* ó *discontinuidad* de las partículas del suelo es el único carácter que tiene interés en agricultura, y depende de la proporción en que se encuentren la parte constituida por partículas palpables ó arenas ó la parte impalpable ó arcillas. De esta sola propiedad resultan las otras ó son una consecuencia de ella; así es que hoy no se estudia sino la relación en que se hallan en el suelo las partes finas, impalpables, y las gruesas ó arenas, al hacer el estudio físico de los suelos.

LECCION XI

Análisis físicos de los suelos.

54 El *análisis físico* de los suelos tiene por objeto separar las diversas partes de que se componen, atendiendo á la determina-

ción del grosor de las partículas, sin cuidarse de su composición química. Para obtener la separación de estas partes se emplea un proceder mecánico que se conoce con el nombre de *levigación*.

55 Antes de entrar en la descripción de esta operación, es necesario saber cómo se ha de tomar la muestra de tierra que se va á someter al análisis. Para esto se cavará en el campo que se intenta analizar, después de haberle raspado la yerba, si existe, á la profundidad á que llega el suelo, lo que ordinariamente se conoce por el color más obscuro, por la mayor porosidad y por el conocimiento que se tenga de los instrumentos de labor, de las plantas que allí vegetan y del sistema de explotación que se siga. Esta profundidad no pasa, en la mayoría de los casos, de 15 á 20 centímetros. Se tomará, pues, á esta profundidad un poco de tierra; con 500 gramos hay para todos los análisis.

56 De esta muestra se toman unos 10 gramos, después de haberla mezclado muy bien, se ponen á secar en una estufa, se pesa, cuando se juzga que ha perdido por el calor toda su humedad, y la diferencia de peso da la proporción de agua que la tierra contenía para el análisis.

Se separan luego los cascajos empleando una coladera de fondo metálico que tenga sus mallas á un milímetro de distancia. Las partes voluminosas que no pueden pasar por la coladera se separan por medio de la inmersión en el agua en dos clases, las ligeras que sobrenadan, y las pesadas que ocupan el fondo.

La tierra que pasó por la coladera de mallas de un milímetro de separación, se coloca en un barreño, se vierte agua encima y se agita todo con una espátula, imprimiéndole un movimiento giratorio, de modo que toda la tierra se encuentre suspendida en el agua y arrastrada en el torbellino. Se deja de agitar y se va echando en otra vasija el agua clara que va quedando en la parte superior del barreño; se echa de nuevo agua en éste, se agita y se saca el agua de la superficie; estas manipulaciones se repiten hasta que el agua no se enturbie. En el fondo del barreño queda la arena, se seca y se pesa. Las aguas que se han ido depositando en la otra vasija se dejan decantar, y últimamente se hacen pasar por un filtro, en el cual queda la arcilla. Se pesa después de secarla, y queda terminado el análisis.

57 También pueden hacerse estas manipulaciones con más comodidad, poniendo la tierra con agua en un frasco, sacudiéndolo fuertemente y dejando que se repose; se vierte el agua turbia, se reemplaza por otra, se vuelve á sacudir y á sacar el agua de la parte superior, hasta que no se enturbie el contenido del frasco agregándole más agua. La arena lavada queda en el frasco, y se trata como la del barreño.

58 Por estos medios se obtiene la cantidad de cascajos ó piedras que contiene el suelo; la de partículas orgánicas ligeras que sobrenadan en el agua; la de partículas palpables representadas por las arenas que quedan en el fondo de la vasija en que se hace la levigación, y, por último, la de partículas impalpables que representan la arcilla. Se conoce, pues, la proporción en que están la arena y la arcilla, y de ahí se deducen las propiedades del suelo analizado.

LECCION XII

Análisis químico de los suelos.

59 La levigación separa del suelo analizado la arena de las arcillas, pero no da idea de la composición de unas y otras; por eso debe intervenir el análisis químico para determinar la naturaleza de los componentes. Este análisis no puede hacerse sino por un químico; no obstante, para la clasificación de los suelos, puede hacerse un análisis imperfecto que permita saber á qué clase pertenece el suelo.

Las propiedades químicas de los suelos son las que resultan de la proporción en que se encuentren en ellos los materiales nutritivos de las plantas, como los nitratos, la potasa, los fosfatos, etc., y esta determinación pertenece á la Química. En Agrológica sólo se estudian los cuatro elementos que forman, por decirlo así, la masa del suelo: sílice, arcilla, calcáreo y humus. Ya se dijo cómo se separan la arena y la arcilla; veamos ahora cómo se determinan el calcáreo y el humus.

60 Para determinar el calcáreo se toman 10 gramos de la muestra de tierra, secados y pulverizados, y se introducen en una redoma, se vierte encima ácido clorhídrico diluido, poco á poco, y mientras dé efervescencia, pues si no diere efervescencia es señal de que no contiene calcáreo; se agita el contenido de la redoma y se vierte más ácido, hasta que no haya ninguna efervescencia; entonces se pone al fuego hasta que hierva, y después se filtra. El licor filtrado y reunido con el agua que se haya empleado para lavar el filtro se conserva caliente para agregarle una disolución de oxalato de amoníaco, que precipita la cal al estado de oxalato de cal, que es insoluble. Cuando ya se haya formado bien el precipitado, se recoge en un filtro pequeño y se seca en una estufa; después se separa el precipitado del filtro y se calcina en un crisol de platino. La acción del fuego transforma el oxalato de cal en carbonato, el cual, pesado, da la proporción en que se encuentra en la tierra.

61 Para conocer la proporción de humus, se trata la muestra de tierra con una disolución concentrada de carbonato de soda, que da un licor de color rojo obscuro; este licor, saturado

con un ácido, da un precipitado que constituye la materia húmica que se quería determinar. Se seca y se pesa.

LECCION XIII

Propiedades biológicas de los suelos.

62 Existen en los suelos ciertos organismos vegetales infinitamente pequeños que tienen la propiedad de tomar el nitrógeno de la atmósfera y fijarlo en la tierra, hay otros que se encargan de transformar los restos de materias orgánicas que contiene el suelo en nitratos asimilables; y también hay otros que se fijan en las raíces de las plantas de la familia de las leguminosas, formando allí unas nudosidades donde fijan el nitrógeno que toman de la atmósfera en cantidad suficiente para las necesidades de la planta que les alberga y para dejar el suelo enriquecido. Las plantas cultivadas toman directamente, por medio de sus hojas, del ácido carbónico de la atmósfera, el carbono que entra en la mayor parte de su constitución; toman el oxígeno y el hidrógeno por medio de las raíces, del agua que impregna los suelos; pero el nitrógeno no lo pueden tomar directamente de la atmósfera, á pesar de encontrarse en ella en tan grande proporción, ni de los compuestos nitrogenados del suelo, sino mediante las transformaciones que allí le hacen sufrir los microorganismos á las materias orgánicas ó humus.

63 Se da el nombre de *propiedades biológicas* de los suelos á la facultad que tienen de proveer á las necesidades de la vegetación por medio de los organismos microscópicos que encierran en su seno. De los diversos organismos que contiene el suelo arable, hay unos que reducen á nitratos las materias orgánicas complexas y las hacen así solubles y asimilables: á esta función de los microorganismos del suelo se da el nombre de *nitrificación*.

64 La nitrificación no es solamente un fenómeno químico, sino un acto fisiológico correlativo de la vida, una fermentación que necesita la presencia de organismos inferiores, aptos para desarrollarse á expensas de las materias orgánicas azoadas ó de las sales amoniacales que previamente debe tener el suelo. Esto indica la necesidad que hay de que el suelo contenga humus en cantidad suficiente para el trabajo de la nitrificación.

65 El fermento nitrificador debe hallarse colocado en condiciones de vida para que ejecute sus funciones; en un suelo seco no trabaja aunque existan las materias orgánicas en cantidad suficiente; sin aire, es decir, sin la porosidad del suelo, tampoco se hace la nitrificación: de modo que el suelo ha de ser poroso, húmedo y dotado de humus para que puedan cumplirse en él las propiedades biológicas. Esto demuestra la inti-

ma relación que existe en los suelos entre sus propiedades físicas, químicas y biológicas y la necesidad que tiene el agricultor de estudiarlas para conocer su naturaleza.

LECCION XIV

Clasificación de los suelos.

66 Todos los suelos se dividen en cuatro clases: *arenosos*, *arcillosos*, *calcáreos* y *húmicos*, según predomine en ellos uno de los elementos esenciales de su composición, que son: sílice ó arena, alúmina ó arcilla, carbonato de cal ó calcáreo, y humus ó mantillo.

Si al hacer el análisis físico resulta que la sílice es el elemento que constituye el suelo, éste formará una clase que no puede confundirse con ninguna otra, y cuyas propiedades agrícolas serán perfectamente conocidas porque dependen de este elemento. Estos suelos se llaman *arenosos* ó *silicios*. Si la sílice no forma exclusivamente el suelo, sino que entra alguno de los otros elementos, como sucede comunmente, á la denominación de silicio se agrega la del otro elemento que entre en mayor proporción después de la sílice; si es la arcilla, diremos que el suelo es *silico-arcilloso*, y así de los demás.

67 Cuando el elemento dominante es la arcilla, el suelo se denomina *arcilloso*; si después de la arcilla el elemento más abundante es la sílice, llamaremos *arcillo-arenoso* al suelo; si es el calcáreo, lo llamaremos *arcillo-calcáreo*; si es el humus, *arcillo-húmico*.

68 Cuando el elemento dominante es el calcáreo, el suelo recibe esta denominación; si al calcáreo sigue en cantidad la sílice, la alúmina ó el humus, el suelo se denominará *calcáreo-arenoso*, *calcáreo-arcilloso*, *calcáreo-húmico*, respectivamente.

69 Si el humus es el elemento dominante, el suelo se denomina *húmico* y los elementos que lo acompañan sirven para darle, según la proporción en que entren, los epítetos de *humo-arenoso*, *humo-arcilloso*, *humo-calcáreo*.

70 Para clasificar los suelos no se necesita sino hacer el análisis y ver de cuál de los cuatro elementos hay mayor proporción, y ese dará la primera voz para la denominación del suelo; el que siga al primero en proporción, dará la voz para la subclase, y si se quiere se puede agregar una tercera palabra para indicar el elemento que sigue á los dos primeros, diciendo, por ejemplo, suelo *arcillo-areno-húmico*; pero casi nunca es necesario este último vocablo, pues en la descripción de los suelos se dan las indicaciones que no deben entrar en la clasificación.

LECCION XV

Estimación de los suelos por su origen.

71 Lo primero que debe tenerse en consideración para apreciar un suelo en su origen, es decir, si es detrítico ó de acarreo. Los suelos detríticos son inferiores en propiedades agrícolas á los de acarreo; porque, formándose de los detritus de la roca en el lugar mismo de su yacimiento, carecen de la diversidad de elementos que debe tener un suelo para ser fértil; porque no tienen espesor ó profundidad, puesto que se forman á expensas de la descomposición de la roca, cuya alteración no puede extenderse á mucha profundidad, tanto por hallarse protegida por la capa descompuesta, como por establecerse en ésta una vegetación endeble que no suministra abundancia de despojos; porque se encuentran de ordinario situados en la parte más elevada sobre el nivel del mar, donde es necesariamente desventajosa la explotación por las dificultades para la provisión y el manejo de las aguas, el acarreo de abonos y de los productos; porque reposan sobre un subsuelo formado por una roca de las mismas condiciones del suelo en cuanto á su composición, lo que impide el mejoramiento que pudieran recibir con las labores profundas.

Por otra parte, los suelos detríticos se ligan íntimamente á la época geológica á que pertenece la roca en que se forman; así es que los de la época arcaica tienen que ser inferiores á los de la época primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Puede establecerse como un principio general, que mientras más antigua sea la roca de donde provenga el suelo, menor será su riqueza, y al contrario. Los suelos detríticos de la época cuaternaria casi se confunden con los de acarreo y participan hasta cierto punto de sus ventajas. En las rocas eruptivas también se aplica la regla de ser las más antiguas las que suministran los peores terrenos de asiento y las más modernos los mejores.

72 Los suelos de acarreo ó de transporte son los que se destinan casi siempre al cultivo, tanto porque son los más esparcidos sobre la superficie terrestre, como por sus propiedades intrínsecas. Todos los suelos de acarreo tienen los siguientes caracteres generales, que los hacen más estimables que los de asiento: mayor profundidad ó espesor, la cual proviene de que los materiales que han sufrido el transporte se hallan descompuestos y agrupados de tal modo, que la acción de los agentes de alteración se ejerce con mayor energía y puede afectarlos á mayor profundidad; mayor riqueza en su composición, porque, no proviniendo de la descomposición de una sola roca, sino también de las partículas reunidas en todo el transcurso del acarreo, tanto por disolución como por suspensión en el agua, sus componen-

tes resultan más complejos, y como han estado sometidos á toda clase de agentes, físicos, químicos y mecánicos, tienen que haberse reducido á mayor tenuidad, circunstancia muy favorable para el cultivo.

73 Otra de las ventajas de estos suelos es la posición que ocupan en las partes más bajas, en las llanuras, en las mesetas, en los valles, en las depresiones de toda clase que ofrecen los terrenos, lo que facilita singularmente las operaciones agrícolas. Además, los favorece mucho la circunstancia de reposar sobre subsuelos, ó bien formados de la misma manera que ellos, por acarreo, ó bien pertenecientes á rocas ya alteradas ó clásticas y de naturaleza distinta de la del suelo. La circunstancia de ser de edades más recientes, tanto los suelos como los subsuelos, es ventajosa para los de acarreo.

LECCION XVI

Estimación de los suelos por su composición física.

74 Todo suelo constituido por uno solo de los cuatro elementos que entran ordinariamente en su composición, es estéril é inútil para el cultivo de la generalidad de las plantas. Para que el suelo sea bueno es necesario que reúna los cuatro elementos esenciales de su composición: arena, arcilla, calcáreo y mantillo. De la proporción en que entren estos elementos depende en gran parte su valor como suelo agrícola, fuera de los elementos accesorios que no se consideran en esta estimación de su composición física.

75 La *arena* ha de entrar en la composición de un suelo, por lo menos en la proporción de 50 por 100 respecto de las otras partes, porque ésta es la que le da la permeabilidad, la frescura y demás condiciones que lo hacen estimable; la *arcilla* debe ser el elemento que siga en abundancia á la arena para ligarla y darle al suelo las condiciones apetecidas; luego el *calcáreo*, y por último el *mantillo*, que no debe entrar en mucha proporción, pues pasando de 25 por 100 ya perjudica á la bondad del suelo; la mejor proporción es de 5 á 10 por 100. La arcilla y el calcáreo deben hallarse en la proporción de 25 á 30 por 100.

Pocas veces se encuentran suelos constituidos de tal manera que sus elementos se hallen en las proporciones antedichas: generalmente pecan por exceso ó defecto en la proporción de sus componentes, lo que los hace defectuosos y obliga á aplicarles enmiendas ó correctivos.

76 El exceso de arena los hace demasiado porosos, discontinuos, no retienen el agua, impiden por su discontinuidad que se verifique el movimiento del agua por capilaridad, las raíces no

encuentran suficiente apoyo y quedan expuestas las plantas á sufrir por la acción de los huracanes y por la sequedad; además, dejan pasar las substancias solubles sin fijarlas.

77 Cuando la arcilla se encuentra en exceso en un suelo, lo hace tenaz, adherente á los instrumentos, impermeable, compacto y difícil de labrar. Las arcillas absorben y retienen tenazmente el agua, de modo que en los climas húmedos, donde abundan las lluvias, en los puntos bajos á donde afluyen las aguas del rededor, y en aquellos en que se reciben las infiltraciones superficiales, los suelos arcillosos en demasía se encharcan; si no se practican trabajos de saneamiento, se pierden los cultivos.

78 El calcáreo en exceso recibe y retiene mucha humedad, pero la pierde con la misma facilidad; tiene la ventaja el suelo calcáreo de dejarse labrar con facilidad, y los terrenos que se forman con las labores se desquebrajan, mientras que los arcillosos permanecen sin sufrir alteración y son muy duros.

79 Cuando el humus existe en mucha proporción, el suelo absorbe mucha cantidad de agua en las épocas lluviosas, y la pierde con mucha facilidad en las de sequía; se empapa completamente, se entumece y después se reduce á polvo, dejando las plantas expuestas á toda clase de accidentes.

PARTE SEGUNDA.

CLIMATOLOGIA

LECCION XVII

Definición de Meteorología y de Climatología.—Atmósfera.

1 *Meteorología* es la ciencia que trata de los fenómenos naturales que ocurren en la atmósfera, que se designan con el nombre de *meteoros*: El conjunto de éstos es lo que constituye el clima de una localidad. *Climatología* es la ciencia que enseña, fundándose en los datos de la Meteorología, á conocer el *clima*.

Este conocimiento lo necesita el agricultor, porque tiene el clima influencia considerable sobre los seres organizados que son el objeto de la producción agrícola.

2 Siendo la atmósfera el medio en que se verifican todos los meteoros y al mismo tiempo el en que viven todos los animales y vegetales, el estudio de la Climatología debe principiar por el de la *atmósfera* misma. Es ésta la envoltura exterior, gaseosa, de nuestro planeta que rodea la costra terrestre y las aguas que cubren á esta última.

3 No se conoce la altura de la atmósfera ó su espesor, pues la diversidad en los resultados obtenidos por los cálculos que se han hecho hasta hoy, indica que realmente no sabemos á dónde ni cómo termina. No conociendo el espesor, tampoco se puede saber el volumen de la atmósfera. Su peso si se conoce: es el que hace equilibrio á una columna de mercurio de 76 centímetros de altura al nivel del mar, que es donde tiene su mayor altura.

4 La atmósfera se compone de una mezcla de substancias gaseosas, en la cual entran dos clases de elementos: *ázo*e, *oxígeno* y *ácido carbónico*, en proporciones definidas, fijas y casi invariables; *vapor de agua*, algunos *gases nitrosos* y *amoniacales*, partículas de *substancias orgánicas* y *minerales*, en proporciones variables según la época del año, la situación del lugar y otras muchas circunstancias.

5 El nitrógeno y el oxígeno entran en la composición de la atmósfera en la proporción del 79.1 del primero, por 20.9 del segundo, en volumen; en la de 77 por 23 en peso, ó sea, próximamente, cuatro quintas partes de nitrógeno por una de oxígeno. El ácido carbónico entra en la proporción de cerca de tres diez milésimos; aumenta ligeramente durante la noche, y es algo menor en el hemisferio austral que en el boreal.

LECCION XVIII

Temperatura de la atmósfera.

6 La *temperatura* ó el grado de calor de la atmósfera proviene de la acción calorífica de los rayos solares, los cuales antes de llegar á la tierra le ceden una pequeña parte de su calor, y, al caer sobre la superficie terrestre, ésta los absorbe, se caldea y luego emite y refleja sobre la atmósfera el calor que recibe del sol; de ahí proviene su temperatura. Aunque la costra terrestre tiene también su calor propio, independiente del que le suministra el sol, no es casi sensible en su parte superficial, por lo cual no puede utilizarlo sino en mínimas proporciones y en determinadas circunstancias; de modo que la fuente de calor reside casi exclusivamente en la acción solar.

7 El calor solar, obrando sobre la tierra, no afecta más que su capa superficial, extendiéndose la elevación de temperatura á una profundidad variable con la zona, pasada la cual, la influencia del calor del sol es nula ó apenas sensible, y la temperatura de la capa situada á esta profundidad es invariable. Pero si á partir de la capa de *temperatura constante*, se penetra en el seno de la tierra á profundidades considerables, encuéntrase en todos los lugares del globo, sin excepción, que la temperatura aumenta de una manera regular. Aunque la naturaleza del terreno modifica este aumento, puede estimarse, en término medio, que es de un grado centígrado por cada treinta metros de profundidad.

8 Este aumento de temperatura con la profundidad ha sido observado en las galerías de las minas profundas, en las perforaciones hechas para buscar aguas subterráneas hasta la profundidad de algo más de mil metros. Por otra parte, las materias que arrojan los volcanes tienen una temperatura muy elevada; las aguas que brotan del interior de la tierra tienen temperatura más elevada que las de la superficie, ya sea porque exista esa mayor elevación de temperatura en las capas de donde provienen, ya sea porque la originen las reacciones químicas. De todos modos, la tierra dispone de un manantial de calor interior que puede comunicarle á la atmósfera, siquiera sea en mínimas proporciones, ora con las erupciones volcánicas, ora con las fuentes termales, las aguas artesianas y las combustiones.

9 El calor del sol obra con desigual intensidad sobre la superficie terrestre á causa de la inclinación de la elíptica y de los movimientos de rotación y de revolución, lo que determina el establecimiento de *zonas*. La radiación del calor es tanto más intensa cuanto menor sea la distancia del foco calorífero; en el Ecuador los rayos caen casi perpendicularmente en la superficie terrestre, y por eso el calor entre los trópicos es mayor que en las zonas templadas, y mayor en éstas que en las polares, porque la inclinación ú oblicuidad de los rayos solares va aumentando del Ecuador á los Polos, y por consiguiente la distancia.

10 De esta disposición resulta otro hecho que influye en la temperatura, á saber: la desigual duración del día y de la noche, tanto mayor cuanto más distante se halle el lugar del Ecuador. Entre los trópicos los días y las noches son casi iguales, lo que hace que el calor que recibe la tierra durante el día se pierda en la noche y no se acumule, como sucede en las zonas templadas y frías.

LECCIÓN XIX

Medida de la temperatura—Termómetros—Modo de hacer las observaciones.

11 Los instrumentos que sirven para medir la temperatura se llaman *termómetros*, y se fundan en la dilatación de los líquidos por la acción del calor. El termómetro ordinario consiste en un tubo de vidrio capilar, terminado por una de sus extremidades en un receptáculo de cualquier forma y cerrado por la otra extremidad. El receptáculo y parte del tubo están llenos de mercurio ó de alcohol; estos líquidos se dilatan por la acción del calor, y marcan, por su elevación en el tubo, el aumento de la temperatura, y por su descenso, la disminución.

12 Para graduar los termómetros se toman como puntos fijos la fusión del hielo y la ebullición del agua, y el intervalo entre estos dos puntos se divide en cierto número de partes exactamente iguales que se llaman *grados*. En el termómetro centígrado el cero marca el punto de la fusión del hielo; el número 100, el punto de ebullición del agua á la presión de 76 centímetros; el espacio comprendido entre dos puntos se divide en 100 partes ó grados.

13 Fuera del termómetro ordinario, hay el de *máximum* y el de *mínimum*, que sirven para conocer los extremos á que llega la temperatura en el día, sin necesidad de estar observando el termómetro constantemente. El termómetro de *máximum* se construye como el ordinario, pero hacia la parte interior del tubo se hace una curvatura ó un adelgazamiento, que permite la subida del mercurio cuando la temperatura aumenta, é impide que baje cuando la temperatura disminuye: de modo que marca el punto más alto. El de *mínimum* se llena con alcohol en vez de mercurio y se provee en el interior de la columna líquida; cuando el calor dilata el alcohol y hace subir la columna, el índice se sumerge entre el líquido; pero cuando baja desciende con él y lo deja en el punto más bajo á que haya llegado la temperatura en el día. Estos instrumentos se colocan horizontalmente.

14 Hay otros instrumentos llamados *termógrafos*, que inscriben, por medio de un mecanismo como el de los relojes, en una hoja de papel, una línea ó raya que indica todos los cambios que sufre la temperatura en el curso del día.

15 Es de la mayor importancia para hacer observaciones meteorológicas colocar bien los instrumentos, porque de otra manera las observaciones no tienen ningún valor. El termómetro debe colocarse al aire libre y no en un recinto donde el aire se confine; debe estar á cubierto, es decir, protegido de la acción directa de los rayos solares y de la lluvia; no debe estar sometido á la acción de objetos que le puedan transmitir el calor reflejado, como paredes de edificios, y debe estar distante del suelo y de las paredes.

16 Dispuesto convenientemente el termómetro, se harán las observaciones y se anotarán á intervalos iguales de tiempo: las seis de la mañana es la hora más conveniente para dar principio á las observaciones, porque es la hora en que el termómetro está más bajo; las otras observaciones, á partir de esta hora, se harán cada tres horas ó bien á la hora de mayor altura, que es á las dos ó tres de la tarde. Mientras más numerosas sean las observaciones, mejor se conocerá el curso de la temperatura y las condiciones del clima, en lo que á la temperatura concierne.

LECCION XX

Distribución del calor.—Causas de las variaciones de la temperatura.

17 Observando el termómetro colocado en buenas condiciones, se nota que marca al subir el sol, ó momentos antes, la temperatura más baja de todo el día; que á medida que el día va avanzando, el termómetro va subiendo hasta las dos ó tres de la tarde; que desde esta hora en adelante vuelve á bajar y sigue bajando toda la noche hasta el amanecer. A estas diferencias de temperatura que se observan durante el día, se da el nombre de *variaciones horarias de la temperatura*.

18 En la zona tórrida muy poca diferencia hay entre la temperatura de un día comparada con la de otro; entre la temperatura de los meses y por consiguiente de todo el año. En las zonas templadas y frías las diferencias son muy grandes, según las estaciones: el calor va aumentando desde el invierno, en que está en su mínimum, hasta el verano, en que llega al máximum, para volver á bajar en el invierno. Se llaman *variaciones mensuales y anuales* las que resultan de estas diferencias termométricas.

19 Se llama *temperatura media* de un lugar el término medio que resulta del cotejo de todas las observaciones. Para tomar la temperatura media del día se suman todas las anotaciones y la suma se divide por el número de ellas; el cociente es la temperatura media. También puede tomarse sumando la indicación del termómetro de máximum con la del mínimum y dividiendo por dos esta suma.

20 En la zona tórrida, donde la igualdad de los días y las noches y la influencia de las estaciones casi nula colocan la zona de temperatura invariable de la tierra muy superficialmente, se puede tomar la temperatura media fácil y rápidamente de esta manera: en el piso bajo de un edificio cualquiera, á donde no penetren directamente los rayos solares, se abre un hoyo con una barra, suficientemente ancho y profundo para que se pueda colocar en él un termómetro colgado, de manera que no toque con las paredes del hoyo. Se introduce allí el termómetro suspendido de un listoncito de madera que se atraviesa sobre el orificio del hoyo; se cubre con una piedra y al rededor de ésta se cierran las rendijas que deje con tierra que se apisona bien, de modo que el aire exterior no pueda penetrar en el hoyo. Se deja allí el termómetro durante una ó dos horas, y después se saca y se lee rápidamente la indicación: ésta es con toda precisión la temperatura media del lugar.

21 La causa de las variaciones de la temperatura es la acción calorífica del sol: desde que éste aparece en el horizonte

empieza á ejercer su acción sobre la superficie terrestre, ésta absorbe parte del calor y luego lo comunica á las capas inferiores de la atmósfera, las que á su turno lo comunican á las inmediatas superiores; y así sucesivamente. Cuando el sol se oculta deja de calentar la tierra, y entonces va perdiendo el calor recibido durante el día por radiación, y el termómetro baja. Fuera de la zona tórrida, donde hay variaciones anuales, éstas dependen, como las estaciones, de la oblicuidad de la eclíptica, por el desigual calentamiento de la tierra.

LECCION XXI

Presión atmosférica.—Barómetro.—Fluctuaciones de la presión

22 Se llama *barómetro* el instrumento que sirve para medir el peso de la atmósfera. Los hay de varias clases: el de *mercurio* y el *aneroides* son los más usados. Consiste el primero en un tubo que, lleno de mercurio, se invierte y sumerge en un recipiente del mismo metal; la presión que ejerce la atmósfera sobre el recipiente se revela en el tubo en el cual el mercurio sube ó baja á medida que aumenta ó disminuye la presión, dejando en la parte superior un espacio vacío, llamado *cámara barométrica*.

23 En los barómetros aneroides se hace el vacío en un recipiente metálico que se pone en relación con un indicador; cuando la presión aumenta, las paredes del recipiente se acercan y el indicador marca el aumento de presión; al contrario, cuando la presión disminuye, se dilatan y transmiten su movimiento al indicador.

24 Para estimar la presión se forma una escala, que se coloca al lado de la columna de mercurio ó en un cuadrante, dividida en centímetros y milímetros. Para apreciar fracciones de milímetros se coloca un *vernier* en la escala. Al nivel del mar el barómetro marca 76 centímetros, y á medida que aumente la altura del lugar, irá disminuyendo la altura de la columna y marcando menor número de centímetros, en relación con la altura. En esto está fundada la *medición de las alturas*.

25 Fuera de las variaciones que el barómetro indica en relación con las diferencias de altura, ofrece otras que dependen de la atracción del sol y la luna, las cuales se hacen con mucha regularidad en la zona tórrida y son enteramente análogas al flujo y reflujo de los mares y sometidas á las mismas leyes.

A estas variaciones se les da el nombre de *flutuaciones de la presión*.

26 Las flutuaciones de la presión son independientes del tiempo ó sea de las manifestaciones de los otros meteoros atmos-

féricos: el barómetro sube y baja dos veces en las veinticuatro horas del día, cualquiera que sea el estado de la atmósfera: con vientos, lluvias, días despejados ó cubiertos; sólo obedece á las leyes de la atracción. Baja en el perihelio cuando la tierra se acerca más al sol; sube en el afelio cuando más se aleja. Esto constituye las *fluctuaciones anuales*. La luna ejerce también su influencia sobre las fluctuaciones de la presión: el barómetro, en igualdad de circunstancias, está más bajo en el perigeo que en el apogeo, en las zizigias que en las cuadraturas. A estas fluctuaciones dependientes de la atracción lunar se les llama *fluctuaciones mensuales ó lunares*.

27 Las *fluctuaciones horarias* son las que resultan del movimiento de rotación de la tierra, en el cual va presentando sucesivamente en cada lugar diferencias de distancia al sol, y por consiguiente diferencias en la magnitud de la fuerza de atracción, que se traducen por fluctuaciones de la presión.

LECCION XXII

Vientos.—Anemómetros.

28 Fuera del movimiento general que la atmósfera, como parte de nuestro planeta, verifica, existe en la misma atmósfera una incesante movilidad de sus elementos, debida á las variaciones de la temperatura; á esta movilidad de la atmósfera se da el nombre de *vientos ó corrientes atmosféricas*.

29 Hay dos clases de vientos: *generales y locales ó parciales*. Los primeros, conocidos con los nombres de *alisios* y de *monzones*, se dirigen hacia el Ecuador, porque la zona tórrida, recibiendo con menor oblicuidad los rayos solares, se caldea mucho más que las otras, el aire calentado y enrarecido se levanta y es reemplazado por el de las zonas templadas, más frío y denso. Por el movimiento de rotación del globo, los alisios, en lugar de correr directamente del Norte y del Sur hacia el Ecuador, se dirigen, el del Norte en dirección Nordeste, y el del Sur en dirección Sudeste. La zona comprendida en el encuentro de estos dos vientos se conoce con el nombre de zona de las *calmas tropicales ó Ecuador térmico*.

30 Por causa de la inclinación de la elíptica, la zona de las calmas tropicales se muda durante el año; cuando el sol pasa del hemisferio austral al boreal arrastra consigo el Ecuador térmico y hace que el alisio del Sudeste reine en parte del hemisferio boreal; cuando el sol pasa al hemisferio austral, la zona de las calmas se muda hacia el Sur y reina el alisio del Nordeste hasta cerca del Ecuador. Hay otras corrientes llamadas *contra-alisios*, que se dirigen en sentido contrario, de los trópicos hacia los polos.

31 Los vientos locales dependen de las circunstancias especiales de cada localidad: se llaman *brisas* los que soplan de mar á tierra, y al contrario; estos vientos dependen de que durante el día la tierra se caliente más que el mar y se establezca una corriente de mar á tierra; durante la noche, la tierra pierde por radiación más calor que el mar, y entonces la corriente se establece en sentido contrario, de la tierra hacia el mar.

32 La misma causa que produce las brisas, que es la diferencia de temperatura que resulta de la caída desigual de las diversas partes del globo, se encuentra, en los lugares distantes de las costas, y origina todos los otros vientos locales. Un bosque, un lago, una montaña ó cualquiera otra circunstancia hacen que una porción de la superficie terrestre reciba, absorba ó emita mayor cantidad de calor que otra, y de ahí nace un viento.

33 La dirección del viento se conoce por la *veleta*, que es un aparato sencillísimo, compuesto de una saeta movable que se dispone en un eje vertical, de modo que gire fácilmente y señale la dirección en que el viento sopla. Los vientos se designan en los registros meteorológicos con el nombre de los puntos cardinales de donde vienen. Según la intensidad ó velocidad de la corriente, se llaman con nombres especiales: *ventolina* es el viento menos fuerte, y *huracán* el más impetuoso.

34 La velocidad del viento se mide con un instrumento llamado *anemómetro*, que consiste en cuatro semiesferas huecas, colocadas al extremo de dos varillas horizontales que se cruzan en ángulo recto, montadas en un eje vertical. El viento, al obrar sobre la concavidad de las semiesferas, hace girar el aparato con una velocidad proporcional á la fuerza del viento. Los anemómetros están, además, provistos de un aparato anotador que permite contar y dejar inscrito el número de vueltas que da en un tiempo dado, con lo cual se conoce la velocidad del viento.

35 Hay también anemómetros *auto-registradores*, que trazan sobre una tira de papel la dirección y la velocidad del viento, del mismo modo que lo hacen con la temperatura los termógrafos y con las fluctuaciones de la presión los barómetros auto-registradores. Todos estos aparatos simplifican mucho el trabajo de las observaciones meteorológicas y suministran datos más precisos para el estudio de la climatología.

LECCION XXIII

Humedad atmosférica. —Higrómetro, psicrómetro y amidómetro.

36 El agua, en cualquier estado que se encuentre en la superficie terrestre, aun al de hielo, está evaporándose constantemente; sus vapores, por ser menos densos que el aire atmosféri-

co, se elevan y, difundiéndose en la atmósfera, la tienen siempre húmeda. Los instrumentos que se emplean para medir el vapor de agua atmosférico se llaman *higrómetros*.

37 El aire atmosférico no puede contener sino un peso determinado de vapor de agua en relación con la temperatura. Toda cantidad de vapor que se agregue, sin que la temperatura aumente, da lugar inmediatamente á una condensación; toda baja de temperatura producirá el mismo efecto si el aire está saturado, es decir, si contiene la cantidad que es susceptible de contener á esa temperatura.

38 La relación entre la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener á una temperatura dada, y la que realmente contiene, es lo que se llama el *grado de humedad ó estado higrométrico* del aire. El aire no contiene generalmente más vapor por la mañana y por la tarde que á mediodía; pero como entonces está más frío, se acerca más al punto de saturación y nos parece más húmedo. El grado higrométrico varía, en general, en razón inversa de la temperatura: está en su máximo al salir el sol, que es el momento más frío del día; llega al minimum hacia las dos ó las tres de la tarde, que es cuando la temperatura está al máximo.

39 Para medir el estado higrométrico se usa el instrumento llamado *psicrómetro*, que consiste en dos termómetros exactamente iguales, situados verticalmente el uno cerca del otro, de los cuales el uno tiene cubierto el depósito de mercurio con una telita que se conserva humedecida teniéndola en comunicación con un vaso de agua. La evaporación que se produce en la tela humedecida rebaja la temperatura del termómetro; la diferencia de temperatura entre los dos termómetros sirve para calcular la humedad del aire. Mientras más activa sea la evaporación, mayor será el enfriamiento del termómetro humedecido y aumentará en la misma proporción la diferencia entre las dos temperaturas, lo que indica disminución del grado higrométrico; al contrario, cuando los dos termómetros tiendan á igualarse, ó sea menor la diferencia de temperatura, mayor será la humedad relativa.

40 La vaporización es más activa, en igualdad de circunstancias, en el agua pura que en la que contenga alguna substancia en disolución; mientras mayor sea la humedad del aire, menor será la evaporación; si el aire se confina, su estado higrométrico aumenta y disminuye la velocidad de la evaporación; si el aire se renueva rápidamente, la evaporación se hace más activa, por eso el viento promueve tanto la evaporación.

41 El instrumento que se emplea para medir la cantidad de agua que se evapora se llama *atmidómetro ó evaporómetro*. Puede ser una vasija cualquiera en que se pone agua medida ó pesa-

da, y después de un tiempo determinado, se vuelve á medir, y, por la pérdida que haya sufrido, se obtiene la cantidad de evaporación en el tiempo transcurrido. Es preferible servirse de un tubo de vidrio graduado que se llena de agua y se invierte sobre un papel de filtro muy poroso; el papel se empapa de agua, la cual se va evaporando gradualmente y descendiendo en el interior del tubo, y como éste tiene marcada su graduación, se puede anotar la cantidad de evaporación.

42 Cuando se usa el psierómetro para conocer el grado higrométrico, el depósito de agua que se necesita para humedecer uno de los termómetros puede ser un tubo graduado, como acaba de decirse, y así se tiene el atmómetro al mismo tiempo que el psicrómetro, y colocado en buenas condiciones para hacer la observación.

LECCION XXIV

Meteoros acuosos.

43 El vapor de agua es invisible en la atmósfera mientras conserva su estado gaseoso; pero desde que toma la forma líquida ó sólida por enfriamiento ó por saturación, se hace perceptible en varias formas: en la de *velo*, que hace aparecer la atmósfera como cubierta de humo; en la de *nieblas* y *nubes*, y en la de llovizna, lluvia, nieve, granizo, etc.

44 Entre las nieblas y las nubes no hay más diferencia que la distancia desde donde se les observe; la niebla, que nos envuelve y nos rodea en la mañana, se convierte en nube al levantarse, sin que nada haya cambiado en su constitución. Las nubes reciben nombres según sus formas: *estratus*, *cirrus*, *cúmulus* y *nimbus*. Se llama *estratus* la nube que se presenta en fajas horizontales; *cirrus*, cuando ofrece el aspecto de barbas de pluma ó de copos algodonosos; *cúmulus*, es la nube que resulta de la reunión de los cirrus y se presenta en forma de aglomeraciones, como montañas vistas de lejos; *nimbus*, es la forma de las nubes de grandes dimensiones, plomizas, casi negras, colocadas muy cerca de la tierra.

45 El *rocío* es el vapor de agua atmosférico que se condensa sobre los cuerpos por saturación debida al enfriamiento. Se llama *helada blanca* la condensación del rocío en nieve finísima; la *nieve* es el agua atmosférica en estado sólido que se deposita sobre la tierra, y allí, comprimida, forma el hielo. El *granizo* es la caída de agua congelada en estado de hielo, en esferitas de tamaño variable; cuando éstas son muy grandes se llaman *pedras*.

46 La *lluvia* es la caída del agua líquida que resulta de la condensación del vapor de la atmósfera. Para medir la cantidad de lluvia se usa un instrumento llamado *pluviómetro*, udó-

metro ú *ombrómetro*. Se compone de un embudo de hoja de lata, colocado sobre un cilindro que guarde relación determinada con el embudo y que esté graduado. El embudo sirve para recibir el agua, y el cilindro para contenerla y marcar la altura directamente, ó bien se tiene una medida graduada para esto. La altura del agua se expresa en milímetros.

47 El *pluviómetro* debe colocarse de modo que reciba toda el agua que cae naturalmente, lo que se consigue evitando colocarlo arrimado á los edificios, á los árboles ó á otros objetos que puedan impedir que el agua le caiga ó que le suministren agua que se haya recogido en los aleros de los edificios ó en la copa de los árboles. Debe asimismo evitarse el colocarlo tan cerca del suelo que pueda entrarle el agua que salpique; debe tenerse con el cuidado y vigilancia necesarios para que las indicaciones no sufran alteración por ninguna causa.

LECCION XXV

Electricidad atmosférica.

48 Existe en la atmósfera cierta cantidad de electricidad que generalmente pasa inadvertida para nuestros sentidos y que suele manifestarse en determinadas condiciones por fenómenos luminosos, seguidos de ruido, como el trueno, ó de otras perturbaciones en las manifestaciones de los meteoros.

49 Se da el nombre de *electrómetro* al instrumento que sirve para medir la electricidad; el más sencillo es el de Volta, que consiste en dos pajitas suspendidas con un alambre de cobre, dispuesto verticalmente dentro de una caja de vidrio y comunicadas con una punta metálica que se proyecta fuera de la caja. Cuando aumenta la electricidad, las dos pajitas se separan una de otra, y el espacio que media entre ellas indica el grado de intensidad de la electricidad, el cual se mide con una escala dividida en milímetros.

50 La observación nos enseña que la electricidad aumenta con la elevación y que ofrece variaciones diurnas, mensuales y anuales análogas á las de la presión. Tiene su *máximum* y su *mínimum* casi á las mismas horas que la presión, y sus variaciones se cumplen en el mismo sentido, lo que hace presumir que tenga una misma causa.

51 Se atribuye la causa de la electricidad atmosférica al movimiento de rotación de la tierra; y á la licuefacción del vapor de agua en las capas superiores, la tensión y la producción de las descargas disruptivas que se observan en las tempestades. En la mayoría de los casos esta licuefacción va acompañada de lluvias y granizadas. Las tempestades son más frecuentes des-

pués del mediodía y por la noche, porque las corrientes ascendentes que reinan, sobre todo en la mañana, conducen mucha cantidad de vapor de agua á las regiones superiores de la atmósfera; allí ese vapor se enfría prontamente, forma nubes, que se resuelven en lluvia, ó en granizo, cuando hay mucha licuefacción.

52 Cuando los rayos solares calientan fuertemente la superficie terrestre, las corrientes de aire ascendentes son más fuertes y van cargadas de mucha humedad, lo que facilita el transporte de la electricidad á las regiones superiores, por ser el vapor de agua buen conductor de la electricidad. Frecuentemente las tempestades que acaecen durante la noche han sido precedidas de un día cálido en que el aire se ha saturado de vapor de agua cuya licuefacción produce la tensión eléctrica, las descargas disruptivas, la caída de lluvias y algunas veces de granizo.

LECCION XXVI

Climas.

53 Por *clima* de un lugar se entiende el conjunto de condiciones meteorológicas que existen en él. Estas condiciones le determinan diversas circunstancias: la altitud ó altura sobre el nivel del mar; la latitud y la exposición, ó sea la manera de estar orientado y sus relaciones con los lugares circunvecinos.

54 Los lugares situados bajo el Ecuador y en toda la zona que se extiende hasta los trópicos, reciben mayor cantidad de calor solar que todos los demás de la superficie terrestre, lo que hace que la temperatura de la zona tórrida sea más elevada, en igualdad de circunstancias, que las de las otras zonas. Las zonas templadas son también más favorecidas por la acción calorífica del sol que las frías, y su temperatura, á igualdad de altitud, es más elevada.

55 La altitud es, después de la latitud, la causa principal de la diferenciación de los climas: entre los trópicos la influencia de las estaciones casi desaparece y sólo queda la diferencia de nivel marcando los caracteres fundamentales del clima. Los lugares bajos, situados al nivel del mar ó á poca altura, tienen un clima abrazador; los que se hallan muy elevados, lo tienen excesivamente frío; entre estos dos extremos se hallan los climas templados ó de temperatura intermedia, que están libres de los calores excesivos y de los fríos intensos.

56 La altitud y la temperatura están en razón inversa; á mayor altura sobre el nivel del mar corresponde menor temperatura, y á la inversa. Pero no puede decirse que á una altura dada corresponda un grado preciso de temperatura, porque hay mil circunstancias que modifican la temperatura y hacen que lu-

gares situados á una misma altura tengan temperaturas diferentes. En términos generales puede decirse que, en nuestra zona tórrida, la temperatura de los lugares situados desde la orilla del mar hasta 1,000 metros de altura, tienen una temperatura media que oscila entre 30 y 25 grados; entre 1,000 y 2,000 metros de altura la temperatura oscila entre 25 y 20 grados; de 2,000 á 3,000 metros de altura se encuentran temperaturas que varían entre 20 y 10 grados; de los 3,000 á los 4,000 metros la temperatura oscila entre 10 y 5 grados.

57 Teniendo en cuenta esta variación de la temperatura con la diferencia de la altura, se han dividido nuestros climas en tres clases: *cálidos, templados, y fríos.*

* A la primera clase pertenecen los lugares bajos, desde el nivel del mar hasta 1,000 metros de altura, con temperatura media de 25 á 30 grados; á la segunda, los que se hallan entre 1,000 y 2,000 metros de altura, con temperatura variable entre 20 y 25; á la tercera, los que ocupan la faja comprendida entre los 2,000 y los 3,000 metros, cuya temperatura oscila entre 20 y 10 grados. Se llaman *páramos* la región situada encima de 3,000 metros y cuya temperatura está entre 10 y 5 grados.

58 Los otros caracteres que sirven para distinguir los climas, fuera de la temperatura determinada en gran parte por la altura, son: la intensidad luminosa, que depende del estado habitual del cielo, ora despejado, ora cubierto de nubes; el grado higrométrico, la cantidad de las lluvias, así como su frecuencia y la manera de distribuirse en el año; los vientos, en intensidad y dirección; la manifestación de los meteoros eléctricos, etc. Estos datos se obtienen por la observación de los meteoros, como se ha explicado en las lecciones precedentes, y su conocimiento sirve de base para el establecimiento de las industrias agrícolas.

LECCION XXVII

Caracteres generales de los climas cálidos.

59 En Colombia los climas cálidos abarcan una zona que se extiende desde las costas marítimas hasta la base de las cordilleras, penetrando en éstas hasta 1,000 metros de altura. Tiene, pues, una anchura, en el sentido vertical, de 1,000 metros, y una extensión superficial considerable, la mayor de todas las tres zonas cultivables.

60 Por su extensión, por la naturaleza de la formación geológica, por la vegetación espontánea, y por algunos caracteres meteorológicos, esta zona se subdivide en dos regiones: la *región de los pastos*, llamada también *de las pampas*, y la *región de los bosques ó montañosa*. La primera comprende toda la región oriental, desde el pie de la cordillera oriental hasta los confines

de la República; por el Norte parte de la Goajira y las llanuras de Bolívar. La segunda comprende las hoyas de los grandes ríos, las de sus principales afluentes y los bosques que cubren todas las bases de las cordilleras.

61 La gran zona de los climas cálidos, que por sus producciones se puede llamar también *tropical*, tiene caracteres generales que la distinguen de las otras dos zonas, y, además, caracteres especiales á cada una de sus dos porciones, la *pampeana* y la *montañosa*. Son caracteres generales de toda la región: temperatura elevada, que en pocos lugares baja de 25 grados, fuerte presión, puesto que hay poca altura, con débiles oscilaciones y fluctuaciones muy marcadas, lluvias muy abundantes, acompañadas con mucha frecuencia de tempestades, intensa evaporación, grado higrométrico muy elevado, ausencia de escarchas, de heladas blancas y de granizadas, débil intensidad luminosa, predominio de los suelos silíceos y arcillosos sobre los calcáreos y húmicos. Como consecuencia de este conjunto de caracteres, vigor y lozanía de la vegetación, puesto que se reúnen el calor y la humedad, que son los más poderosos factores de la vegetación.

62 La región de los pastos se distingue de la de las selvas, porque la primera la cubren las plantas forrajeras de la familia de las *Gramíneas*, formando una capa de vegetación no interrumpida sino á trechos por bosques, mientras que la región montañosa está toda cubierta de vegetación arbórea. Los diluviones y aluviones de la época cuaternaria forman el suelo de ambas regiones, en su mayor parte, lo que indica la superioridad que tienen sobre las otras zonas; pero la fertilidad de las pampas es inferior á la de las partes montañasas, por los caracteres meteorológicos. En la región de los bosques, el ambiente se conserva más húmedo, la mucha evaporación disminuye la elevación de la temperatura y establece mayor uniformidad en ella; no existen cambios tan bruscos entre la temperatura del día y de la noche como los que se observan en las pampas.

63 Entre las plantas cultivables en los climas cálidos se cuentan: las palmeras, especialmente la de coco, el plátano (banana), el cacao, el tabaco, el arroz, el añil, la yuca y las gramíneas forrajeras. El maíz figura en primera línea entre las plantas graníferas de esta zona, y forma con el plátano y la yuca la base de la alimentación vegetal; el arroz es un cultivo muy secundario entre nosotros, y los otros cereales no se cultivan en tierra caliente. El algodón debería cultivarse extensamente en esta región que reúne las condiciones mejores para su cultivo; el tabaco tiene en ella su mejor clima; el cacao y la caña de azúcar son propios de los climas cálidos. Puede decirse que es la región privilegiada para la producción de lo que en el comercio se conoce con el nombre de productos tropicales.

LECCION XXVIII

Climas templados.

64 Nuestros *climas templados* abarcan una zona que empieza á 1,000 metros de altura y llega á 2,000 ó 2,500, con temperatura variable desde 24 hasta 20, según la altura y la exposición. Toda la zona templada está comprendida en los valles de la falda de las cordilleras, región montañosa, de vegetación arbórea, donde no se encuentran llanuras de pastos como en la cálida; ni mesetas de pajonales como en la fría. Presenta pocos terrenos planos, muchos valles y unas pocas mesetas, la mayor parte pertenece á los declives de las cordilleras y forma planos más ó menos inclinados.

65 La temperatura es uniforme, invariable durante todo el año, pero ofrecen mayor amplitud las oscilaciones que en la zona cálida. En general puede decirse que los climas templados son más variables que los otros; la lluvia de esta región, con ser abundante, es menor que la de la región cálida y su distribución más irregular; las nieblas son frecuentes; el grado higrométrico elevado; los vientos muy variables en intensidad y dirección; los períodos de sequedad y de lluvias se suceden con menos regularidad que en la región inferior.

66 La formación geológica que decide de la naturaleza y condiciones del suelo, es en general menos favorable para el cultivo que la de las otras dos regiones: en nuestros climas templados dominan los suelos calcáreos, con sus ventajas é inconvenientes, derivados de las rocas calizas de la época secundaria; en los valles hay excelentes terrenos aluviales, aunque de poca extensión; en los bosques hay grandes acumulaciones de materias orgánicas que son ricos elementos de fertilidad en los primeros años de cultivo.

67 El carácter general de la vegetación espontánea corresponde á la topografía de esta región: es arbórea casi sin excepción, pues sólo se encuentran en ella algunas mesetas que no ofrezcan este carácter. El cultivo se acomoda á estas condiciones; los árboles y los arbustos se cultivan aquí de preferencia á las yerbas y con mejor éxito. Las plantas forrajeras de todas las especies prefieren, unas la zona tropical, otras la fría, lo que hace que la producción animal se haya desarrollado mejor en las otras que en esta región.

68 Entre las plantas cultivadas en primera línea, como así las mejores condiciones de azúcar, aunque son propios de la zona tropical, se producen muy bien en la templada y ocupan alguna extensión.

avena se cultivan con facilidad, si bien están estos cereales expuestos á perecer por las heladas blancas, por el exceso de humedad, por la falta de calor suficiente para madurar sus frutos.

73 El cultivo de pastos es el mejor remunerado de esta zona y el que presenta menos contingencias; lo forman las gramíneas y las leguminosas principalmente, pero hay otras familias que ayudan al rendimiento de las praderas. Debido á esta circunstancia la cría de ganado prospera en esta región, donde los cultivos son muy precarios por las heladas, las granizadas, las bruscas transiciones de temperatura y de vez en cuando la escasez de lluvias.

PARTE TERCERA

MECANICA.

LECCION XXX

Principios generales de Mecánica.

1 La *Mecánica*, parte de las Matemáticas, trata de las fuerzas motrices y de su aplicación á las máquinas. Siendo muy numerosas las que se emplean en agricultura, deben conocerse las leyes generales de su construcción y la manera de funcionar.

2 Se llaman *fuerzas*, las causas del movimiento. Para tener una unidad á que referirse en la aplicación de las fuerzas, se ha convenido en llamar kilográmetro la cantidad de esfuerzo que se necesita para levantar un kilogramo de peso á la altura de un metro. Como, en general, no se puede producir ninguna obra ni obtener ningún resultado material sin vencer una resistencia, en todo trabajo hay que considerar: una resistencia vencida ó, lo que es lo mismo, una fuerza ejercida; un cambio de lugar de materia, es decir, un camino recorrido en la dirección de la fuerza. Estos dos elementos, que se encuentran en todo trabajo, son los que constituyen el *trabajo dinámico*. El trabajo dinámico de una fuerza constante que obre en la dirección del camino recorrido, es proporcional á su intensidad y á la longitud recorrida; de modo que el producto de la fuerza por el tiempo representa el efecto útil y se llama *cantidad de trabajo*.

3 En la ejecución de un trabajo se considera: 1.º las fuerzas motrices, llamadas con más generalidad *motores*; 2.º, las piezas ú órganos de las máquinas á que se aplican las fuerzas, llamados receptores; 3.º, los útiles que obran directamente sobre la materia, llamados *operadores*; 4.º, las piezas que se interponen entre los receptores y los operadores para guiar el movimiento, para transformarlo, regularlo ó modificarlo, llamadas *guías del movimiento*, *reguladores*, *organos de transformación*.

4 Los motores se dividen en animados é inanimados: el esfuerzo muscular del hombre y de los animales de trabajo representa los *motores animados*; la pesantez, la velocidad adquirida, el calor y las acciones químicas son los *motores inanimados*.

5 La potencia motriz de los motores animados reside en la contracción muscular, la cual se debe á una serie de ondas que se producen en la fibra muscular y que tienen por efecto aumentar su volumen; la potencia mecánica del músculo está en relación con su volumen total, el cual depende á su vez del número de haces de fibras y de su longitud. El músculo puede compararse con un resorte, como el de un reloj, que recibe la fuerza de la combustión directa que el oxígeno hace en el interior de los principios inmediatos de los alimentos; funciona mientras dure la provisión que tiene almacenada, agotada la cual hay que renovarla para que el músculo pueda contraerse. Así se establece una relación entre el trabajo y la alimentación, y como consecuencia, que todo motor animado necesita, para cumplir su función mecánica, reparar las pérdidas ocasionadas en sus órganos por el funcionamiento. Estas reparaciones deben estar en relación directa con la cantidad de fuerza producida, ó en otros términos, que mientras mayor sea la cantidad de fuerza que se exija de un motor animado, mayor será también el gasto que se le cause, debiendo en consecuencia suministrarle substancias alimenticias en mayor cantidad. En un órgano que ha funcionando se produce una acumulación de materias inútiles, por lo cual es necesario darle un período de descanso, para que la circulación arrastre esos residuos; de lo contrario, llegará la fatiga y la incapacidad en el motor para producir fuerza.

6 La pesantez se aplica en los líquidos que pasan de un nivel superior á uno inferior, haciendo caer el agua en un receptor á propósito y dejándola correr después para que no oponga obstáculo al movimiento. También se aplica en los sólidos, pero con menores ventajas para levantar pesos. La velocidad adquirida se aplica en combinación con la pesantez en los receptores de agua que se llaman *máquinas hidráulicas*. También se utiliza la del aire para poner en movimiento los receptores conocidos con el nombre de *molinos de viento*. El calor es la fuerza que pone en movimiento las *máquinas de vapor*, que son los receptores más usados en la industria. El calor que desarrolla la combustión de la hulla ó de otro combustible en el fogón, transforma en vapor el agua de la caldera, y éste, conducido á un cilindro provisto de un émbolo, le imprime un movimiento alternativo. Las acciones químicas desarrollan electricidad, que se puede transformar en fuerza motriz y aplicarse á un receptor.

7 Se conocen con el nombre de *motores secundarios* los que restituyen cantidades de trabajo almacenadas por un trabajo mecánico anterior. Los *resortes* de todas clases obran como motores secundarios; por su elasticidad se prestan para producir en

sentido inverso los efectos del movimiento que se les comunique; acumulan el trabajo cuando se aprietan y lo restituyen al aflojarse. La *pesantez* aplicada en los contrapesos obra como motor secundario; enrollando en un cilindro una cuerda que tenga un peso suspendido en su extremidad, se almacena una fuerza que hace girar el cilindro en sentido inverso al desarrollarse la cuerda. La *inercia* obra como motor secundario en los volantes de las máquinas, evitando irregularidades en el movimiento y pérdidas de fuerza.

LECCION XXXI

Receptores.

8 El hombre puede obrar por medio de la fuerza del brazo sobre una *palanca* aislada ó sobre varias adaptadas á un árbol, ora en un plano horizontal, ora en uno vertical. La mejor utilización es el *manubrio* de un torno ejecutando un movimiento circular; en el manubrio hay la ventaja de poderse utilizar, además del esfuerzo del brazo, el peso de la parte superior del cuerpo. También puede obrar por medio de *cuerdas* y *poleas*, y en este caso, como en el del manubrio, ayudan al esfuerzo los músculos de las piernas y el peso de la parte superior del cuerpo.

9 El esfuerzo muscular de las piernas se aplica al *pedal* para producir un movimiento alternativo, y á los radios colocados en la llanta de una rueda de eje vertical para producir un movimiento circular. Empleando el peso del cuerpo en lugar del esfuerzo muscular, el hombre puede desarrollar mayor cantidad de fuerza motriz; el receptor en este caso es una *rueda de clavijas*, de eje horizontal, por cuyos escalones va trepando al mismo tiempo que la rueda va girando, con lo que se obtiene un movimiento circular.

10 La fuerza muscular de los animales de trabajo pueda y debe reemplazar ventajosamente, en la mayor parte de los casos la del hombre, que debe reservarse para cuando sea necesaria la inteligencia en el trabajo. La disposición de los receptores varía necesariamente con las diferencias en la forma del cuerpo, en la resistencia, en el peso y otras circunstancias de los animales. El caballo, el asno, el mulo y el buey, que son los animales que se emplean en los trabajos agrícolas pueden utilizar para tirar del pecho ó de la cabeza, para cargar *faros* el peso del cuerpo.

11 Las guarniciones para los equídeos y equinos, con sus correspondientes tirantes, lanzas y cables, son los receptores del movimiento de tracción. Cuando se utiliza un cabrestante para producir un movimiento circular el receptor se llama *malacate*. Para utilizar el peso del cuerpo, se pone el receptor en un plano inclinado sostenido



fin, con dos poleas en los extremos, de modo que el plano inclinado entra en movimiento y obliga al animal á dar pasos cada vez que va cediendo el piso, y así se engendra un movimiento circular.

12 Los receptores de la fuerza motriz del agua ó *máquinas hidráulicas* se dividen en dos clases: *ruedas verticales de eje horizontal* ó *ruedas hidráulicas propiamente dichas*, y *ruedas horizontales de eje vertical* ó *turbinas*. A la primera clase pertenecen las de *cajones*, las de *paletas* y las de *cajones curvos* y las que se llaman *colgadas*, que se mueven en un río ó canal, en que obra la velocidad del agua en lugar del peso, como en las otras. Las *turbinas* se prestan en general, mejor para desarrollar fuerza, dan un efecto útil considerable y pueden girar con mucha velocidad.

13 La velocidad del aire se utiliza para poner en movimiento los receptores que se conocen con el nombre de *molinos de viento*. Consiste en disponer velas ó planos inclinados al rededor de un eje vertical, que giran al chocar con la corriente de aire y originan un movimiento circular.

14 El calor desarrollado por la combustión se utiliza para engendrar vapor de agua, cuya fuerza de expansión pone en movimiento el émbolo que está encerrado en un cilindro, produciendo un movimiento alternativo: tal es la *máquina de vapor*, el motor más ventajoso que se puede aplicar á la generalidad de los trabajos agrícolas. La *electricidad* empieza apenas á recibir aplicaciones prácticas y no se utiliza aún en las empresas agrícolas.

LECCION XXXII

Organos de transformación del movimiento y guías.

15 Entre los receptores y operadores de las máquinas se establecen ordinariamente otros órganos que sirven para comunicar simplemente los movimientos ó bien para modificarlos en dirección ó en intensidad; á éstos se da el nombre de *organos de transformación del movimiento*. El problema de la transformación de los movimientos consiste en hallar los intermedios que puedan comunicar cualquier movimiento de un cuerpo á otro y en las condiciones requeridas. Todo órgano elemental de una máquina es un cuerpo guiado por obstáculos, que pertenece á una de las tres clases siguientes: *palanca*, *torno* y *plano*. La palanca produce el movimiento circular alternativo; el torno, el movimiento circular continuo ó alternativo; el plano, el movimiento rectilíneo, continuo ó alternativo.

16 Los órganos de la transformación del movimiento no pueden, pues, consistir sino en hacer que un cuerpo obre sobre otro, estableciendo entre ellos cierta unión por medio de uno de

los sistemas dichos. Lo que ocurre con más frecuencia en la práctica es transformar el movimiento alternativo en circular, y al contrario. Los órganos generalmente empleados son: *engranajes, poleas, cadenas, charnelas, bielas y manivelas, excéntricos* y otros varios.

17 Se conocen con el nombre de *guías del movimiento* los órganos que sirven de puntos fijos para permitir que el movimiento se transmita sin obstáculo de unos cuerpos á otros. Hay guías de los tres sistemas —palanca, torno y plano— que se aplican según las exigencias del trabajo, pero el más empleado es el sistema torno, que reúne las mayores ventajas para el trabajo. Fuera de las guías y de los órganos de transformación del movimiento, hay otros mecanismos que se aplican para causar diversas modificaciones sobre los útiles operadores, como son: los que ponen las máquinas en movimiento, los que producen impulsión ó aceleración, los que sirven para suspender el trabajo ó para interrumpirlo momentáneamente. A esta clase pertenecen la *polea loca*, los *conos de fricción*, los *volantes de llantas pesadas*, los *frenos*, los *resortes*, las *compuertas* y las *llaves*.

Los operadores ú órganos que directamente ejecutan el trabajo en las máquinas, obedecen en su construcción á las reglas generales á que están sometidas las otras piezas de las máquinas

LECCION XXXIII

Maquinaria agrícola.—Clasificación.—Máquinas para preparar el suelo.

18 Las máquinas agrícolas se clasifican por el orden de sucesión de su empleo en las siguientes clases: 1.º, *máquinas para la preparación del terreno*; 2.º, *para sembrar, escardar, binar, aporcar* y demás operaciones que requieren las plantas durante la *vegetación*; 3.º, *para hacer la recolección de los productos y el acarreo*; 4.º, *para preparar los productos después de cosechados*.

19 Fuera de la *pala*, el *azadón* y *rastrillo*, instrumentos de mano que se emplean en la preparación del suelo, hay los movidos por motores animados, bueyes ó caballos, que son: el *arado*, el *rodillo*, la *grada* y el *extirpador*. De ellos el más importante sin duda es el *arado*, del cual hay dos clases: el *arado común* y el de *avanzón* ó *carruca*. El *arado común*, tal como existe entre nosotros, es un instrumento sumamente rudimentario; su trabajo se reduce á rasguñar la tierra, á romper la costra superficial del suelo, sin volver la tierra ni profundizar.

20 Los *arados* se dividen, además, atendiendo al objeto á que se destinan, en *arados para labores comunes* y *arados para fines especiales*; atendiendo á su construcción pueden ser *simples*; ó de una sola reja, y *múltiples* ó de muchas rejas. Todo

arado, á cualquiera clase que pertenezca, se compone, como toda máquina, de receptor, operador é intermedios. Las piezas que verifican el trabajo ó sean los útiles operadores del arado, son la *cuchilla*, la *reja* y la *vertedera*. La *cuchilla* y la *vertedera* pueden faltar en algunos, la *reja* nó, porque es el órgano operador por excelencia del arado.

21 La *cuchilla* tiene por función especial dividir la tierra en un plano vertical á la superficie del suelo, para separar la porción de la gleba que la *reja* corta en un plano horizontal y que la *vertedera* guía á su movimiento para depositarla de nuevo sobre el suelo. Generalmente la *cuchilla* se fija al timón del arado por la parte superior y lleva la extremidad libre; pero las hay que se fijan á la *reja* y al timón ó á la *reja* solamente. En la *cuchilla* se consideran: el *filo* ó la parte cortante, el *lomo* y las *caras*. El *filo* puede ser recto, cóncavo ó convexo, pero el más conveniente y el más usado es el recto. Las *caras* deben ser planas para facilitar el resbalo de la tierra; el *lomo* debe ir aumentando de espesor de la punta hacia arriba, en la misma proporción en que va aumentando la anchura de la *cuchilla*. Puede colocarse en tres posiciones: *vertical*, *inclinada hacia adelante* é *inclinada hacia atrás*; la segunda es la posición preferible.

22 La *reja* tiene por función cortar el suelo en un lino horizontal y al mismo tiempo empezar á dirigir la banda de tierra que va formando. Se consideran en ella tres caras ó planos: el *inferior*, que es horizontal; el *izquierdo*, que es vertical; y el *superior*, que es oblicuo ó inclinado de izquierda á derecha y termina en una superficie cortante que se llama *filo de la reja*. Estos tres planos forman una doble cuña, la cual obra, separando la tierra gradualmente, desde la extremidad ó punta de la *reja* hasta su parte más alta, donde se continúa con la *vertedera*. La parte del plano superior que se extiende hacia la derecha, se llama *ala de la reja*, y la cuña que forma el plano vertical, se llama *cuerpo de la reja*.

23 La función de la *vertedera* del arado consiste en conducir la gleba formada por la *cuchilla* y la *reja*, desde el momento que la abandona esta última hasta dejarla definitivamente vuelta sobre el suelo. La *vertedera* debe representar una superficie plana alabeada, su longitud debe estar en relación con la anchura de la labor y su altura con la profundidad de la misma.

24 El *dental* es la pieza del arado que recibe la *reja* por su extremidad anterior y sirve para sostener el arado en su posición y para guiarlo sobre el plano horizontal que forma el fondo del surco. Debe tener suficiente longitud para permitir la estabilidad del arado; las superficies que lo forman, una horizontal y otra vertical, deben ser planas; la altura no debe exceder la de la labor.

25 Las *ésteras* ó *manceras* son las piezas que sirven para sostener el arado en su posición, impidiendo que gire á derecha ó á izquierda, y para dirigir el movimiento de modo que la gleba conserve siempre la mayor uniformidad y regularidad que sea posible. Las *ésteras* deben ser largas para dar mayor acción á la palanca que representan.

26 El *timón* es el órgano receptor del movimiento: por una de sus extremidades recibe los tirantes ó la cadena de tiro que lo une al motor, y por la otra se articula con las otras piezas del arado á las cuales comunica el movimiento. En la extremidad delantera del timón se establece una pieza que sirve para dar adherencia á la cadena de tiro y para graduar la anchura y la profundidad de la labor; esta pieza se denomina *regulador*. Este órgano se construye de formas diversas y debe satisfacer á la condición de permitir fácilmente aumentar ó disminuir la profundidad de la labor por mecanismos que no sean complicados y que ofrezcan suficiente resistencia. Se llama *regulador de la profundidad*, cuando sirve para este oficio, y *regulador de la anchura*, cuando sus movimientos se hacen en sentido horizontal, de izquierda á derecha y de derecha á izquierda, para aumentar ó disminuir la anchura de la labor.

27 El *avatrén* consiste en un sostén que se coloca en la parte anterior del timón para darle estabilidad al arado, y al mismo tiempo sirve para regular la profundidad del surco. Generalmente es de una ó dos ruedas pequeñas sostenidas por un vástago que se articula con el timón, ó va adherido á él de modo que permita graduar la altura según la labor.

LECCION XXXIV

El rodillo, la grada y el extirpador.

28 El *rodillo* es un cilindro de madera, de piedra ó de hierro, que se hace rodar sobre el suelo para aplanar, comprimir y allanar la tierra, ó para romper y desmenuzar los terrones y facilitar, por la compresión de las glebas que forma el arado, las subsiguientes operaciones que requiere la preparación del campo. Se divide en dos clases: *rodillo comprimente* y *rodillo destripa-terrones*.

29 Se llaman *rodillos comprimentes* los que están formados de cilindros de superficie lisa, destinados á obrar por compresión. Se emplean para comprimir las glebas y allanar las desigualdades que deja en el campo el arado; para dividir y romper, por efecto de la compresión, los terrenos que forman las labores subsiguientes y facilitar la acción de la grada y el extirpador que le siguen en la preparación del suelo; para tender y encamar las cañas de los cereales cuando se va á dar una labor de arado; para cubrir semillas pequeñas; para afirmar el suelo después de la siembra de algunas plantas cereales.

30 La longitud del rodillo varía según sea de madera, piedra ó hierro: de metro y medio á dos metros no pasa en ningún caso, con una altura de 0.^m 70 á 0.^m 80. El rodillo de hierro es preferible á los de madera y piedra, tanto por la mayor durabilidad como por la facilidad de poderlo armar y desarmar. Se forma de discos de hierro de fundición, sostenidos en el centro por un eje de hierro forjado, sobre el cual giran libremente y con entera independencia unos de otros.

31 La segunda clase de rodillos, *destrina-terrones*, sólo se fabrica de hierro y se compone de muchos discos cuya circunferencia está armada de puntas en forma de cuñas, que giran individualmente según la resistencia que encuentran en el suelo, y desmenuzan y trituran en su movimiento los terrones. Sólo se emplean en la preparación del suelo, después de las labores de arado, y su fin único es desmenuzar los terrones.

32 Para poner el rodillo en movimiento, cualquiera que sea la clase á que pertenezca, es necesario proveerlo de una *armadura*, ó sea de un órgano receptor al cual se aplique la fuerza motriz. La más sencilla consiste en una armazón cuadrangular de madera fuerte, que comprenda el cilindro y lleve en sus piezas laterales coginetes para recibir los ejes que debe tener el rodillo en el centro de sus bases. En el travesaño delantero se fija una lanza para enganchar los animales de tiro.

33 La *grada* es el instrumento que más se emplea en la preparación del suelo después del arado, y tiene por función especial, como el rodillo, allanar el campo que se intenta cultivar, desembarazándolo de los terrones que forman las labores del arado; pero obra de muy distinta manera del rodillo, al cual precede algunas veces y sigue otras, sin que pueda sustituirse uno por otro, aunque ambos tiendan al mismo objeto. El rodillo obra por compresión, mientras que la grada obra por percusión hiriendo los terrones para cortar, desmenuzar y al mismo tiempo revolver y mezclar las diversas partes de la capa superficial del suelo, allanando las desigualdades y sacudiendo las yerbas y raíces que encuentra á su paso.

34 La *grada común* se compone de una armazón de madera que forma una especie de bastidor, compuesto de cuatro listones fuertes, dispuestos longitudinalmente y ensamblados con otros listones de menor espesor, dispuestos perpendicularmente á los primeros, de modo que formen como un enrejado cuadrangular. En cada uno de los listones longitudinales se implantan fuertes clavos de hierro, de forma cónica ó piramidal, de longitud variable, y cuyo número depende de la magnitud del instrumento. En una de las extremidades ó en ambas debe llevar una barra transversal de hierro, provista de muescas ó de agujeros, que sirven para fijar la cadena de tiro.

35 Las principales variedades son: la *grada romboidal*, la *triangular*, la *mariposa* y la *trapezoide*. Estas denominaciones las deben á su forma; la grada mariposa debe su nombre á la circunstancia de poderse plegar como las alas de una mariposa, por estar construída con dos triángulos con charnelas en sus lados mayores.

36 Hay gradas de hierro que forman otra clase, cuyas variedades son: la *grada en zig-zág*, la *de discos*, la *de cadena* y otras. Sus denominaciones corresponden á su forma y son muy eficaces en la preparación del suelo.

37 El *extirpador*, llamado también *escarificador*, consiste en una combinación del arado y de la grada; se compone de una armadura de hierro formada de barras que, prolongándose hacia adelante, forman un timón provisto de un avantrón de rueda; la cama del instrumento va sostenida por dos ruedas, provistas de reguladores; montados sobre esta especie de carreta sostenida horizontalmente en sus tres ruedas, van los útiles operadores, que son cinco pies ó dientes corvos terminados en una lengüeta en la cual se implantan pequeñas rejas de forma y de dimensión variables. Como va sostenido por ruedas, no necesita estevas para manejarlo; los dientes del extirpador se disponen de manera que vayan obrando cada uno en una línea distinta y á distancias iguales entre sí.

38 Los usos del extirpador son los siguientes: hacer las veces del arado en la preparación del suelo, pero sin formar glebas ni volver la tierra, de modo que su función es más análoga á la de la grada, pero más enérgica; cubrir las semillas mejor que la grada; destruir cierto número de plantas cuando la siembra ha resultado muy tupida; destruir las malas yerbas, para lo cual es el mejor instrumento y el más indispensable para dejar un campo bien preparado para la siembra.

LECCION XXXV

Instrumentos y máquinas para sembrar.

39 Por *sembrar* se entiende no sólo arrojar y esparcir la semilla en el suelo, sino también abrir en la tierra la cavidad en que debe atojarse y luego cubrirla para que germine. Esto se consigue de tres modos principales: á *voleo*, á *chorrillo* y á *golpes*.

40 La *siembra á voleo* consiste en esparcir la semilla á brazo y cubrirla luego con arado, grada, extirpador ó rodillo. La primera operación se ha simplificado mucho y al mismo tiempo se ha logrado hacerla mejor con la *sembradora* centrifuga, la cual consiste en un saco que sirve de tolva y se lleva al pecho del sembrador colgado de una correa; la semilla pasa del fondo del saco á una cavidad metálica donde se mueve una especie de

turbina por medio de un manubrio, y proyecta el grano en todas direcciones; pero en su salida se gradúa de modo que arroje por una superficie cónica, de que está provisto el instrumento, la cantidad que se requiera, según el espacio que recorra el sembrador al andar y la abertura que se dé al instrumento.

41 Para sembrar á chorrillo se emplea el arado, tanto para abrir el surco donde el sembrador va depositando la semilla como para cubrirla después de depositada; no se requiere, pues, máquina especial.

42 Para la siembra á golpes se usa el almocafre ó el plantador, ó simplemente una estaca puntiaguda; se abre el hoyo, se deposita en él la semilla, y con el pie ó con el azadón se cubre sin necesidad de otro instrumento.

43 Todas estas operaciones se hacen más económicas y convenientemente con las sembraderas. Las hay de muchas clases: las movidas á brazo ó de carretilla, y las movidas por otros motores. Todas se construyen siguiendo uno de los tres sistemas siguientes: con cucharas, con brochas y de linterna.

44 La sembradera del sistema de cucharas se compone de una caja ó tolva donde se deposita la semilla, con una abertura en la parte inferior, por la cual se gradúa la salida del grano á un depósito inferior, de donde lo toma un torno provisto de cucharas ó paletas cóncavas en la extremidad, movido por las ruedas de la máquina cuando entra en movimiento tirada por bueyes ó caballerías. Las cucharas van dejando caer las semillas que toman del depósito en unos embudos que las dirigen hasta el suelo y las dejan sembradas á chorrillo ó á golpes.

45 La sembradera de brochas no se diferencia de la anterior sino en usar en lugar de cucharas unas brochas que van tomando la semilla del mismo modo que las cucharas, y cuya graduación se hace obturando más ó menos las aberturas por donde sale la semilla. Las brochas se mueven por el mismo mecanismo que las cucharas, y el grano sale en mayor ó menor cantidad, según la velocidad que se dé á la máquina al recorrer el campo.

46 La sembradera de linterna consiste en hacer que la tolva misma gire sobre ejes dispuestos en sus extremidades; esta tolva está provista de aberturas que dejan salir los granos á medida que se vayan presentando á las aberturas, las cuales se gradúan según la cantidad que se quiera emplear de semilla y el grosor de ésta.

47 Cualquiera que sea el sistema empleado en la sembradera, lo esencial es que distribuya con uniformidad la semilla, que permita graduarla para las diversas semillas, que abra el surco en que se deposita y que permita también dar distintas distancias á las hileras de líneas en que se hace la siembra.

48 Hay aparatos en todo semejantes á las sembraderas que se usan para esparcir los abonos pulverulentos, con sólo variar la disposición de las aberturas, cucharas ó brochas; en algunas se hallan combinados los aparatos para ambas operaciones.

49 Para plantar se usa simplemente la pala ó un instrumento llamado *plantador*, que no es más que una pala que tiene sus lados encorvados para alojar las raíces con la tierra al hacer el trasplante. En los demás casos se usa el arado común ó arados especiales, según el caso.

LECCION XXXVI

Instrumentos empleados durante la vegetación de las plantas.

50 Para conservar la tierra removida y limpia de yerbas adventicias se emplea el *azadón*, la *azada* ó el *escardillo*, en los trabajos manuales, y el *azadón de caballo* en los cultivos en grande. Se compone éste de una armadura de madera ó de hierro, en todo semejante á la del extirpador, pero de menor anchura; de esta armadura hacia la parte anterior arranca el timón, el cual puede llevar avanzón, aunque de ordinario no lo lleva; en el mismo timón ó en la cama del instrumento y en su parte delantera lleva un diente de extirpador, terminado en lengüeta para recibir una reja; hacia la parte del medio lleva á cada lado pies con cuchillas dobladas en ángulo recto de fuera á dentro. Para guiarlo lleva manceras como el arado. El instrumento está dispuesto de modo que sus útiles operadores se puedan acercar ó apartar entre sí para adaptarse á las distintas separaciones que se dan á los cultivos.

51 La *aporcadera* es un arado de dos vertederas movibles como los dos pies del azadón de caballo, para poderlas cerrar ó abrir, según la anchura ó separación de las hileras de plantas. Este instrumento funciona exactamente por el mismo mecanismo que el arado común, con la sola diferencia de llevar dos vertederas en lugar de una. Se emplea con frecuencia el arado común para aporcar, pero la operación resulta más cara, porque hay que pasarlo dos veces por el mismo surco para echar la tierra una vez á un lado y otra al otro lado.

52 Para cosechar las mieses, para las yerbas forrajeras y para algunas escardas se usan la *hoz*, la *zapa* y la *guadaña*. La *hoz* se compone de una hoja de hierro corva, acerada en el filo, afianzada en una manija de madera ligera y proporcionada á la dimensión de la mano. Unas tienen el filo liso y otras lo tienen armado de dientes, á manera de sierra. En longitud, radio de la curva, espesor de la lámina y demás condiciones, la hoz varía con los usos de cada localidad y sin más regla que la costumbre.

53 La *guadaña* se compone de una lámina ú hoja de filo cortante, recto ó corvo, de un mango simple ó doble y de piezas intermedias que unen el mango con la cuchilla y permiten darle

diversos ángulos de inclinación, tanto á la cuchilla respecto del plano horizontal del suelo, como al mango en su unión con la hoz. Es un instrumento muy preferible á la hoz por la mayor cantidad de obra que ejecuta en igualdad de tiempo y de esfuerzo, por la comodidad que ofrece al obrero de no ir encorvado mientras trabaja.

54 La *zapa* se compone de una lámina más corta y más ancha que la de la guadaña, armada de una manija que forma ángulo recto con la cuchilla. Para trabajar con este instrumento se usa siempre un gancho montado en un mango largo, que sirve para retener la parte de la mies que se siega, en lugar de hacerlo con la mano, como en el trabajo con la hoz.

55. La *segadera mecánica* se divide en dos clases: la *segadera simple*, que sólo corta las yerbas, y la *cosechadora*, que reúne la mies en manojos, los ata y dispone en orden. La primera se compone de una armadura ó bastidor de madera, montada sobre dos ruedas de hierro fundido, en cuyas llantas sobresalen ligeras eminencias transversales, que tienen por objeto impedir que las ruedas deslicen, pues son éstas las que transmiten el movimiento á los útiles operadores. Cada rueda lleva interiormente un engranaje, y por medio de una biela comunica un movimiento de vaivén á la sierra que ejecuta el trabajo. Esta se compone de una lámina de hierro dispuesta horizontalmente á la altura á que se ha de segar, armada de cuchillas triangulares, contra las cuales vienen á rozar en su movimiento de vaivén los dientes de otra pieza movida por la biela, y obran como tijeras. Para moverla se dispone un receptor para caballos ó bueyes como para un carro ordinario.

56 En las cosechadoras el mecanismo de segar es el mismo, pero llevan además diversos órganos para recoger la mies, para atarla y depositarla fuera del campo de acción de la máquina.

57 Para la recolección de las raíces y tubérculos se usa el azadón ó la laya, horquetas, zapapicos y otros útiles análogos, en el trabajo de mano; para el cultivo en grande hay máquinas que ejecutan el trabajo con economía notable y con más perfección. Para la recolección de las papas se emplean aparatos que las sacan del suelo y las dejan encima, donde no queda más trabajo que recogerlas.

LECCIÓN XXXVII

Máquinas para preparar los productos cosechados.

58 Hay muchos productos que no se pueden ofrecer al mercado en el estado en que se cosechan, y exigen preparaciones y transformaciones para las cuales se emplean diversas máquinas agrícolas. El trigo, la cebada, el arroz y otros cereales, así como las plantas forrajeras, se trillan con máquinas que obran

por frotamiento, haciendo girar con mucha velocidad un tambor provisto de rugosidades; entre una reja cóncava, que sostiene las espigas contra el tambor, el cual las desgrana con su movimiento acelerado.

59 En tamaño, fuerza, velocidad y disposiciones accesorias varían mucho las *máquinas de trillar*, pero todas están fundadas en el mismo principio. Se les aplican receptores para caballos, bueyes, vapor, ruedas hidráulicas, según su magnitud. Todas se componen esencialmente de un cilindro hueco ó tambor, dispuesto horizontalmente y apoyado en sus extremidades en chumaceras; el cilindro se mueve con gran velocidad dentro de un enrejado cóncavo que deja entre él y el cilindro el espacio suficiente para el paso de la mies; este espacio se gradúa según la clase de cereal que se trilla, y en unó mismo según su grosor.

60 Para el maíz, por la forma diferente de su espiga, se usa una máquina distinta, que se llama desgranadora. Consiste en un disco acerado, de superficie muy rugosa, el cual, puesto en movimiento por medio de un manubrio, en las máquinas pequeñas, por engranajes ó poleas en las grandes, obra por frotamiento enérgico sobre la mazorca de maíz que se coloca sucesivamente con la mano en un cono abierto por el lado que da contra el disco y sostenido por un resorte para hacer fácil la fricción en las mazorcas de distintos tamaños.

61 Cuando se requiere desgranar mucho maíz se adopta en las desgranadoras otra disposición. En lugar del disco de las máquinas pequeñas, se dispone en medio un cono sólido y armado de rugosidades que se hace girar rápidamente dentro de un cóncavo, de modo que entre los dos quede espacio suficiente para el espesor, lleva una tolva y en la inferior se establece un enrejado que separa el grano de la *tusa*. Esta máquina viene en último resultado á funcionar como la de trillar y obedeciendo al mismo principio.

62 Desgranados ó separados de la espiga, tanto el trigo como el maíz y los otros cereales, semillas de forrajes, etc., hay que quitarles los restos de envolturas, fragmentos del raquis, polvo y otros cuerpos extraños, lo que se consigue con los *aventadores*, *cribas mecánicas* y *clasificadores*. El *aventador* ó *aventadera* consiste en una especie de arca ó caja grande de madera que tiene encima una tolva con una abertura en la parte inferior y anterior, que se puede abrir ó cerrar más ó menos. De la tolva va cayendo el grano mezclado con la paja sobre una criba animada de movimiento alternativo, en donde se preparan, tanto por la acción de la criba cuanto por la de una corriente de aire que recibe de un *ventilador* situado en el fondo de la gran caja.

63 Un *ventilador* se compone de un eje horizontal, armado de cuatro brazos ó aspas que, moviéndose con velocidad dentro de un tambor, forman una corriente de aire bastante poderosa

para lanzar fuera de las cribas todas las sustancias ligeras. El aire entra por el centro del tambor que contiene el ventilador y sale por una abertura que da enfrente de las cribas.

64 Después de aventados los granos requieren la separación por grosor, lo que se consigue con las *cribas*, que consisten en tambores ó cilindros huecos formados de una hoja de palastro ó de cobre provista de agujeros circulares ó de ranuras, de dimensiones proporcionadas á la clase de granos que se intenta separar, ó bien de un alambre enrollado en espiral y susceptible de dejar entre sus espiras espacios más ó menos grandes. El tambor dispuesto en un plano inclinado se pone en movimiento; de la tolva, colocada en la parte superior, va cayendo el grano dentro del tambor, donde va descendiendo lentamente, pasando por los agujeros y cayendo en cajas dispuestas debajo, en las cuales quedan separados los tamaños en dos, tres ó mayor número de clases.

LECCION XXXVIII

Otras máquinas para la preparación de los productos cosechados.

65 La caña de azúcar, que no se ofrece al mercado como se cosecha, requiere máquinas especiales que le extraigan el jugo, y aparatos que lo condensen, lo solidifiquen y lo cristalicen.

Para extraer el jugo de la caña se usan dos clases de aparatos: los *molinos ó trapiches* y los *aparatos de difusión*.

66 Los *trapiches* se componen de cilindros verticales ú horizontales, de piedra, madera ó hierro, montados en un sostén y puestos en movimiento por medio de malacates, ruedas hidráulicas ó máquinas de vapor. Su acción se ejerce por compresión sobre los tallos que se van presentando en el sentido de su longitud. Puede un trapiche ofrecer distinta disposición en el arreglo de sus masas ó cilindros: en los primitivos se colocan tres cilindros verticales en un mismo plano y, se hace pasar la caña sucesivamente entre el uno lateral y el central y entre éste y el otro lateral; en los perfeccionados, que son ordinariamente horizontales, dos ocupan un plano inferior y el tercero otro superior y medio, de manera que la acción se hace de una vez y economiza tiempo.

67 Las dimensiones de las masas, la fuerza motriz que se emplea, la disposición del volante y de los órganos de transformación del movimiento varían considerablemente con las necesidades de la explotación. Se cree que la extracción del jugo se hace mejor picando primero la caña por medio de una máquina, en trozos ó rebanadas de poco espesor, y someténdola así á la acción de los cilindros.

68 Los *aparatos de difusión*, más eficaces en su efecto, requieren máquinas de vapor y disposiciones que no se han introducido en nuestra agricultura. Para la concentración de los ju-

gos se emplean fogones que, obrando sobre los calderos en que se deposita el jugo, promueven la evaporación del agua, quedando así el jugo concentrado. Para la cristalización ó conversión en azúcar se usan moldes de arcilla.

69 Para la extracción de las fibras textiles de diversas plantas se emplean máquinas que varían con la naturaleza de la planta. Generalmente consisten en tambores armados de cuchillas que raspan el tallo, como en el ramio, ó la parte cortical, como en el fique, y en general en todos los agaves, y de cilindros que comprimen para separar de la fibra textil el jugo de que ordinariamente va acompañada. Otras veces se extrae la fibra por enriado, que es el proceder en que se emplea la acción prolongada del agua en tinas, para ayudar á la separación, por su sola acción ó por la de substancias que se agregan para que obren químicamente.

70 Las raíces y tubérculos necesitan ser divididos, así como los forrajes, para darlos á los animales, y para esto se emplean las máquinas de picar pasto, cortar raíces y tubérculos, los cuales consisten en cuchillas que se ponen en movimiento montadas en una rueda ó volante y en cilindros alimentadores, por entre los cuales va pasando el forraje con regularidad y sometándose á la acción de las cuchillas. Para quebrantar los granos se usan cilindros acanalados, y para reducirlos á harina los molinos de piedra.

PARTE CUARTA.

QUIMICA

LECCION XXXIX

Definición y objeto.—Germinación

1 La aplicación de la química á los fenómenos vegetativos se llama *Química agrícola*. Estudia la composición del vegetal para conocer los elementos de que está formado; la manera de fijarse en sus tejidos los elementos de la atmósfera y del suelo para constituir sus principios inmediatos; las transformaciones de éstos en compuestos más complejos, y por último, las condiciones en que se cumplen todos estos actos, tanto de parte de la atmósfera como de parte del suelo.

2 El primer fenómeno que se ofrece en el estudio químico es la *germinación*, ó sea la sucesión de los fenómenos que se cumplen en una simiente, cuando colocada en condiciones favorables empieza á desarrollar los rudimentos de la planta. En la simiente se encuentran elaboradas ya las materias de que debe formarse el nuevo sér, y sólo se necesita para que germine colocarla en ciertas condiciones, siempre que haya adquirido y conserve sus

propiedades germinativas. Hay, pues, condiciones *intrínsecas* ó que dependen de la semilla, y condiciones *extrínsecas* ó dependientes del medio ambiente.

3. Siendo la simiente el óvulo vegetal fecundado que ha recorrido las fases de su desenvolvimiento hasta llegar á la madurez, la primera condición que ha de tener la semilla destinada á la reproducción es que haya adquirido el grado de desarrollo de que es susceptible, según su especie, para estar apta para el desempeño de sus funciones. En la simiente bien desarrollada existe el germen, casi pudiera decirse la planta en embrión, que sólo espera condiciones favorables para vivir de nuevo, pues la germinación no es más que la continuación de la vida vegetativa suspendida desde la madurez de la simiente hasta el momento en que se inicia la germinación y renace la actividad. De donde se sigue que la simiente debe tener mayor vigor ó potencia germinativa mientras menos tiempo haya transcurrido entre su madurez y el principio de la germinación, lo que hace que se cuente la *edad* entre las condiciones intrínsecas que influyen en la germinación. Unas semillas pueden germinar inmediatamente después de formadas, y otras no lo hacen sino pasado algún tiempo; pero, de una manera general, todas germinan mejor cuando nuevas que cuando han envejecido. Hay muchas que pierden las facultades germinativas al envejecer y otras que, aunque las conserven, necesitan cuidados especiales y condiciones muy favorables para poder germinar.

4. La acción del *calor* destruye en las simientes la facultad germinativa; pero mientras en unas se destruye con elevar unos pocos grados la temperatura, otras resisten muchos grados de calor. La humedad, promoviendo el movimiento germinativo, hace que la simiente pierda su facultad, si se suspende, por cualquier causa, el movimiento iniciado.

5. Entre las causas exteriores, la primera es la suficiente *humedad*, puesto que en un medio absolutamente seco ninguna puede germinar. El primer fenómeno que se observa en la germinación es la hinchazón y el reblandecimiento de la substancia que contiene el germen, y para ello es indispensable que la simiente esté colocada en un ambiente húmedo. Cierta grado de temperatura es otra de las condiciones extrínsecas de la germinación; pero la cantidad de *calor* que se requiere varía con las especies y aun con las variedades de plantas, pues unas requieren más que otras.

6. El exceso de temperatura impide también la germinación haciendo que las simientes pierdan, sometidas á una elevada temperatura, sus propiedades germinativas. En general puede decirse que todas germinan entre 5 y 25 grados de temperatura y que la mayor parte pierde la facultad de germinar á 50 grados. La duración de la acción del calor también ejer-

ce influencia sensible, porque hay unas que sometidas á una temperatura elevada, aunque sea por poco tiempo, no se alteran, mientras que para otras es mortal esta prueba.

7 La presencia del *oxígeno* en cierta proporción es otra de las condiciones esenciales para la germinación, porque en este acto se verifica un fenómeno de combustión, en virtud del cual una parte del carbono de la semilla se convierte en ácido carbónico; de modo que sin oxígeno no es posible esta combustión, no hay germinación. En resumen, las condiciones esenciales é indispensables para la germinación de una simiente viva, son: *humedad, calor y oxígeno* en convenientes proporciones.

LECCION XL

Fenómenos químicos de la germinación.—Asimilación.

8 Diversos fenómenos químicos se cumplen durante la germinación: el almidón se transforma en glucosa y en dextrina mediante la acción de un principio azoado llamado *dias-tasia*; la glucosa ó la dextrina se transforman luego en celulosa, que forma el tejido de los órganos de la tierna planta; las materias grasas, al perder carbono, engendran también glucosa, que á su vez se transforma en celulosa; las materias azoadas dan la esparragina ó la solanina.

9 El peso de la simiente disminuye por la pérdida que experimenta principalmente en carbono, el cual se exhala en forma de ácido carbónico, debido á la combustión que se hace en el acto de la germinación; la temperatura se eleva en esta reacción; el oxígeno y el hidrógeno también disminuyen, mientras que el nitrógeno parece que no sufre ninguna disminución.

10 Mientras dura el acto de la germinación que da nacimiento á los primeros rudimentos de la planta, los principios almacenados en la simiente suministran, mediante las transformaciones sucesivas que experimentan, los materiales necesarios para la formación; pero agotado el depósito y apta la planta para ejercer sus funciones, empieza á vivir por sí misma, á tomar de la atmósfera y del suelo los materiales que hasta entonces le había suministrado su propia simiente, y á cumplir otra serie de actos que se conocen con el nombre de *asimilación*.

11 El más importante de los actos de la vida propia del vegetal es la fijación del carbono, que se hace á expensas del ácido carbónico de la atmósfera; los vegetales absorben el ácido carbónico, de la atmósfera y, descomponiéndolo en la parte verde de su parénquima, llamada *clorófilo*, fijan y retienen el