

CAPITULO V.

De la nutricion de las plantas.

Luego que la planta ha empezado á desarrollar sus primeras hojas, y á fijar sus raices en la tierra, se nutre de nuevos alimentos que toma en la atmósfera, y en el terreno en donde vegeta.

Los órganos por donde recibe este nuevo sustento, son principalmente las hojas y las raices. Las hojas absorben algunos de los gases contenidos en la atmósfera, y las raices toman en la tierra, con el agua que los acarrea, los jugos y las sales esparcidos en ella, al mismo tiempo que los gases que se desprenden, y los que son introducidos en la tierra con el aire, ó que se hallan en el agua.

ARTICULO I.

Influencia del ácido carbónico sobre la nutricion.

Las plantas absorben el gas ácido carbónico contenido en el aire y en el agua (1); lo descomponen hallándose en contacto de los rayos solares, y se apropian el carbono y una parte del oxígeno.

Una corta porcion de gas ácido carbónico, añadida á la que contiene la atmósfera, favorece la vegetacion; una cantidad demasiado grande le seria dañosa.

Este gas es indispensable para la vegetacion; pero la ne-

cesidad de él no es igual en todos los períodos del crecimiento de la planta.

Una planta muy nueva, que empieza á desarrollar las hojas y las raices, padece y se pone lánguida si se riega con agua impregnada de ácido carbónico. Cuando tiene mas vigor y se halla crecida, esta operacion la hace vegetar con más energía. Sennebier habia ya observado que las hojas nuevas descomponian, bajo un volúmen igual y en un mismo tiempo, menos gas ácido carbónico que las hojas adultas.

En general se puede acelerar la vegetacion, mezclando con el aire atmosférico hasta una decima ó una duodécima parte de ácido carbónico; pero, para que esta adiccion sea favorable, deben las plantas estar espuestas al sol, pues, si vegetasen á la sombra, una mezcla cualquiera de este ácido les seria muy dañosa.

El efecto del mantillo, y de muchas otras materias, que se emplean para favorecer la vegetacion, es debido en mucha parte al gas ácido carbónico que se desprende de ellas y se esparce continuamente en la atmósfera, ó es transmitido directamente á la planta.

Las hojas tienen principalmente la propiedad de absorver el ácido carbónico y de descomponerlo para apoderarse de su carbono. La descomposicion es muy activa estando en contacto con los rayos solares, y, en este caso, las hojas devuelven á la atmósfera la mayor parte del oxígeno mezclado con un poco de azoe.

Segun esperimentos hechos por Mr. de Saussure, las plantas, en el acto de la descomposicion del ácido carbónico, se apropian una corta parte de su oxígeno, y devuelven la otra parte á la atmósfera.

Cuanto mas viva es la luz solar, y cuanto mas verdes y sanas son las hojas, tanto mas activa es la descomposicion del ácido carbónico. Sin embargo parece que la descomposicion, sin ser muy intensa, se opera un poco á la sombra, pues que Sennebier ha observado que las hojas ahiladas que se desarro-

llan en ella, se colorean sensiblemente de verde, lo que atribuye á la descomposicion del ácido carbónico.

Daré aqui la descripcion de una observacion que hé hecho, hace mucho tiempo, en las minas de carbon de Bousquet en el distrito de Beziers.

Las piezas de madera que sostienen el techo de la larga galería que conduce á las vetas de carbon, estaban llenas de unos hongos grandes que por lo regular se fijan sobre los troncos de los árboles viejos: la entrada de la galería tiene mucha claridad, pero la luz disminuye insensiblemente á medida que se penetra en lo interior, y en el fondo hay una absoluta obscuridad. Me admiré de ver la diferencia que habia entre los hongos que vegetaban á diferentes profundidades en lo largo de la galería; los de la entrada tenian un color amarillo y su tegido era tan compacto que costaba trabajo para poderlo romper con la mano; á medida que se iba adelantando, el color amarillo rojizo disminuia, y el tegido era mas flojo y mas suelto, resultando que, en el fondo de la galería en donde la luz no penetraba, los hongos, aunque de igual volúmen, eran perfectamente blancos y casi sin consistencia, en tales términos que, comprimiendolos con la mano, no se estraia de ellos mas que un líquido y un tegido fibroso. Llené algunas botellas de estos últimos, y tomé, llevandolos en la mano, dos ó tres de los que vegetaban en el medio y á la entrada de la galería, y habiendo hecho un ecsámen comparativo de estos productos, solo he obtenido de ellos agua saturada de ácido carbónico, una cantidad de mucílago, y un poco de parenquima (2) fibroso nadando en el líquido, esto es por lo que respecta á los del fondo de la galería, pues la proporcion del ácido fué mucho menos cuantiosa, y el tegido leñoso mucho mas considerable en los hongos cogidos en el medio, y principalmente en los que tomé á la entrada. Los hongos del fondo de la galería no contenian pues otra cosa que los materiales de la nutri-

cion no elaborados, mientras que, en los otros, la nutricion y la apropiacion eran mas ó menos perfectas, segun que la luz y el aire atmosférico habian facilitado la obra de la vegetacion. Ademas, como en la parte oscura de la galería, el ácido carbónico era mas abundante que en la entrada, el tegido de estos vegetales debió tambien impregnarse de él con mas abundancia.

ARTICULO II.

Accion del gas oxígeno sobre la nutricion.

Las hojas sanas absorven el gas oxígeno durante la noche; pero los fenómenos que presentan varian segun la naturaleza del vegetal.

Las hojas del roble, del castaño de Indias, de la falsa acacia, &c., absorven el oxígeno, y se forma un volúmen de ácido carbónico menor que el del gas oxígeno consumido.

Las hojas de las plantas grasas disminuyen el volúmen de la atmósfera en la que se hallan sumergidas; absorven su oxígeno, sin que se forme sensiblemente gas ácido carbónico.

Cuanto mas vigorosa está la planta tanta mayor cantidad de oxígeno absorve.

La absorvencia se regula tambien sobre la temperatura: es mayor á veinte y cinco grados del termómetro de Reaumur que á diez y á quince.

Cuando se coloca alguna planta dentro de un recipiente lleno de aire atmosférico, y se mantiene en él durante muchas noches, las hojas continuan, pero mas lentamente, absorviendo el oxígeno, y están saturadas de él luego que lo contienen en una cantidad que forme una vez y un cuarto su volúmen.

Cuando las hojas se hallan saturadas de gas oxígeno, forman ácido carbónico, combinando su carbono con el oxígeno

de la atmósfera, sin que por esto cambien su volúmen, y jamas emplean para formar este ácido mas que la mitad del oxígeno que pueden absorver.

El oxígeno absorbido por las hojas se encuentra en ellas en un estado de combinacion: el vacío que se hace sobre las hojas y el calor que se les aplica no pueden desprender de ellas mas que la sesta parte del volúmen del gas absorbido; este gas, así estraido, no es oxígeno puro, y sí una mezcla de gas azoe, de ácido carbónico, y de oxígeno.

Es muy probable que el gas oxígeno, absorbido por las plantas en la obscuridad, se combina con el carbono de estas para formar ácido carbónico, el cual queda en disolucion en sus jugos, hasta que el sol opera su descomposicion, y devuelve el oxígeno á la atmósfera por medio de la transpiracion de las hojas, mientras que el carbono queda para entrar en la composicion de la planta.

Las plantas no pueden desarrollarse no siendo en una atmósfera que contenga oxígeno; sin embargo de esto, prosperan menos, en la sombra, en gas oxígeno puro, que cuando este está mezclado con otros gases, tales como el ácido carbónico y el azoe.

Las hojas de los diferentes vegetales no consumen, en la obscuridad, la misma cantidad de gas oxígeno. Las de las plantas grasas absorven poco oxígeno, lo retienen mas fuertemente, y dejan que se desprenda menos porcion de ácido carbónico. Como conservan mejor el carbono é inspiran poco oxígeno, estas plantas pueden vivir en terrenos poco fértiles, crecer sobre alturas en donde el aire esté muy enrarecido, y vegetar en arena árida.

Las hojas de los árboles que las pierden durante el invierno son, en general, las que absorven mas oxígeno y las que contienen mas carbono: estas plantas no solamente preparan todos los jugos que son empleados para la vegetacion y para la formacion de los frutos, pero tambien, despues de haber

ejercido estas funciones, continúan estrayendo del aire y de la tierra los principios de su nutricion; los elaboran y los depoenen en el tegido de la albura, para que puedan servir de primer alimento á la planta cuando vuelva la estacion que las reanima, hasta que, el desarrollo de las hojas y la escitacion de las raices por el calor, puedan proveer á su nutricion absorviendo cuerpos estraños: todo esto resulta de las esperiencias practicadas por Mr. Knight.

Este fenómeno de la vegetacion tiene la mayor analogía con lo que pasa en la mayor parte de los insectos, en algunas aves, y en muchos cuadrúpedos, los cuales quedan entorpecidos y adormecidos durante el invierno, nutriendose de la grasa que se ha acumulado sobre su tegido celular en el otoño.

Las plantas de los pantanos, que están casi constantemente rodeadas de una atmósfera de vapores, consumen menos gas oxígeno que la mayor parte de las demas plantas herbáceas.

Generalmente, cuanto mas fecundo es el terreno en que vegetan las plantas, y cuanto mas oxígeno contiene el aire bajo el mismo volúmen, tanto mayor es la porcion de este gas que absorven las plantas. Estos resultados son deducidos de las esperiencias hechas por Mr. de Saussure.

Las raices sanas, separadas de sus troncos y puestas debajo de una campana de vidrio, disminuyen el volúmen del aire atmosférico, y forman ácido carbónico con el gas oxígeno ambiente: en este caso, las raices no absorven jamas un volúmen de oxígeno mayor que el suyo. La raiz, así saturada, y puesta debajo de otro recipiente lleno de aire comun, forma ácido carbónico sin producir mutacion alguna en el volúmen del aire; pero si es espuesta entónces por poco tiempo al aire libre, absorve una porcion de oxígeno casi igual á su volúmen, como cuando fué puesta la primera vez debajo de la campana; esto prueba que el aire atmosférico libre puede privarla del ácido carbónico que habia formado.

Las raices obran, pues, con relacion al gas oxígeno, lo

mismo que las hojas, pero lo absorven en ménos cantidad: la sola diferencia que hay es, que las raices no descomponen el gas ácido carbónico: esta es una función que parece estar reservada á las hojas en las cuales este ácido es llevado para ser descompuesto por los rayos solares.

Cuando la raiz no está separada de su tronco, los resultados son bien diferentes: en este caso, las raices absorven muchas veces su volúmen de gas oxígeno; la razon es bien sencilla: entónces el ácido carbónico que se forma, se disuelve inmediatamente en los jugos del vegetal; pasa al tronco, y de este á las hojas, las cuales son el principal órgano en donde se opera la descomposicion; de modo que la raiz se queda desprovista de este ácido á medida que se forma en ella, y lo produce incesantemente sin hallarse jamás sobrecargada de él.

Las raices no solo absorven el gas oxígeno del aire atmosférico que penetra hasta ellas, pero tambien el que existe constantemente en el agua que las humedece.

Esto me conduce á explicar un hecho que hé observado muchas veces. Cuando las raices de la mayor parte de los árboles están sumergidas y encenagadas en agua estancada que está encerrada en el terreno sin contacto con el aire atmosférico, el vegetal no tarda á padecer, las hojas se ponen amarillas, y muere. Parece que, en este caso, el gas oxígeno contenido en el agua se agota, y que, no siendo renovado, la raiz se encuentra privada de poderlo absorver, y entónces se pudre, mientras que, cuando la raiz está continuamente bañada por agua corriente, puede extraer de ella sin interrupcion el oxígeno que contiene, y formar ácido carbónico, principio de nutricion del vegetal.

La madera, la albura, los pétalos, y en general las partes que no son verdes, no aspiran ni espiran alternativamente, durante el dia y la noche, el gas oxígeno que les rodea; pero absorven una corta cantidad de este gas, la cual, combinándose en el carbono, queda en disolucion en los jugos de la

planta, hasta que estos sean transportados á las hojas en donde se opera la descomposicion por la accion del sol. Segun esto, parece que el carbono, que forma uno de los principios mas abundantes de los jugos, y otros abonos, que son transmitidos á la planta para servirle de alimento, no puede ser apropiado por el vegetal sino cuando se ha combinado con el oxígeno para formar ácido carbónico. En este estado es como se halla esparcido en la atmósfera, de donde es estraído poco á poco por las hojas y descompuesto por ellas. Lo que me parece confirmar esta opinion es que, si nos apoderamos por medio de la cal, y de los álcalis caústicos, del ácido carbónico á medida que las hojas lo transpiran, la planta perece.

ARTICULO III.

Accion del aire sobre los frutos.

Mr. Berard, habiendo colocado sucesivamente frutas verdes de todas especies en frascos bien cerrados, ó debajo de campanas de vidrio, puestas boca abajo sobre mercurio, y bien espuestas á la luz, y habiendo estado estas frutas veinte y cuatro horas en los vasos, la análisis del aire, cuyo volúmen resultó ser siete ú ocho veces mayor que el de la fruta, le dió constantemente los resultados siguientes:

Ácido carbónico.	4
Oxígeno.	16,80
Azoe.	79,20
	<hr/>
	100
	<hr/>

Resulta en todos los casos que una porcion del oxígeno ha desaparecido, y que ha sido reemplazada por un volúmen, poco mas ó ménos igual, de ácido carbónico. Ha sucedido muchas veces, que la porcion de ácido carbónico, que se ha

hallado, era un poco ménos que la del oxígeno que habia sido absorvida.

Disminuyendo el volúmen de aire en el cual se esponen las frutas, el oxígeno puede ser absorvido casi por entero. Las esperiencias, hechas en vasos en los que la fruta ocupaba un tercio de su capacidad, han dado los resultados siguientes:

Ácido carbónico.	18,52
Oxígeno.	1,96
Azoe.	79,52

100

Segun estas esperiencias pareceria quedar probado que las frutas, espuestas á la accion del aire en un parage bien claro y bajo la influencia sucesiva del dia y de la noche, absorven el oxígeno, el cual se combina con el carbono del vegetal, y que se forma un volúmen de ácido carbónico casi igual al del oxígeno absorvido.

El mismo fenómeno tiene efecto si se coloca el aparato al contacto de los rayos solares, con la sola diferencia, que la descomposicion del aire es mas pronta y mas completa al sol, que á la simple luz del dia y en la obscuridad de la noche.

Almendras, espuestas al sol desde las nueve de la mañana hasta las cuatro de la tarde, han alterado el airé de la campana como sigue:

Ácido carbónico.	15,74
Oxígeno.	5,65
Azoe.	78,61

100

En este último caso, parece que, ademas del ácido carbónico que se forma á espensas del oxígeno del aire y del carbono de la fruta, esta dá tambien una corta cantidad de este

ácido; de lo que Mr. Berard ha deducido, que las frutas obraban en el aire distintamente de las hojas; en lugar de convertir el ácido carbónico del aire en carbono y en oxígeno, como lo hacen las hojas, las frutas, hallándose en contacto con los rayos solares, combinan el oxígeno con su carbono, para formar ácido carbónico tanto en el sol como en la sombra.

Mr. Berard ha obtenido iguales resultados cuando ha operado sobre frutas que estaban aun adherentes al árbol y en plena vegetacion.

La maduracion de las frutas, al parecer de Mr. Berard, no se puede operar sino por la substraccion de su carbono por medio del oxígeno del aire que las rodea. Cuando, por un medio cualquiera, se contraría y se detiene esta substraccion, la fruta se seca y perece.

Si se hace el vacío en los recipientes que contienen frutas, y se las rodea de una atmósfera de gas hidrógeno, de azoe, ó de ácido carbónico, dejan por de pronto que se desprenda una corta cantidad de ácido carbónico; pero este desprendimiento disminuye sensiblemente, y cesa ácia el tercero ó cuarto dia.

En todos los casos, las frutas verdes se conservan mucho tiempo sin alteracion; su madurez no va mas adelante, y queda estacionaria, pero vuelve á seguir su curso si, despues de algunos dias, se pone la fruta en disposicion de que pueda absorber el oxígeno y transpirar el ácido carbónico.

Cuando las frutas han llegado al estado de maduracion, continúan absorviendo el oxígeno para formar ácido carbónico con una porcion de su carbono; entónces ellas mismas dán una cantidad grande de este ácido, el cual procede de la combinacion de sus propios elementos.

De la análisis que Mr. Berard ha hecho de porcion de frutas, á varios grados de su maduracion, resulta que se encuentran en ellas, en todas esas épocas, los mismos principios, pero en proporciones diferentes. Solo citaremos los resultados de una de estas análisis comparativamente.

Albaricoques. ó alberchigos.

	Ménos	
	Verdes.	verdes. Maduros.
Materia animal.	0,76	0,34
Materia colorante verde.	0,04	0,03
Leñoso.	3,61	2,53
Goma.	4,10	4,47
Azúcar.	indicios.	8,64
Acido málico.	2,10	2,30
Cal.	poca.	poca. poca.
Agua.	89,39	84,49

Las cerezas, las grosellas, las ciruelas, los priscos, &c., analizados antes de su madurez, y en la época de ella, han dado los mismos resultados, con alguna leve diferencia en las proporciones de los productos.

A medida que la madurez de las frutas va adelantando, la materia animal, el leñoso, el ácido málico, y el agua disminuyen mientras que el azúcar aumenta considerablemente. Este último producto, extraído de las uvas, de los higos, y de los priscos, al estado de maduración, cristaliza en parte mientras que el de las manzanas, de las peras, de la grosella, de las cerezas, de los alberchigos, y de las ciruelas, se mantiene líquido é incristalizable.

Si se coloca, en una atmósfera privada de oxígeno, frutas verdes, susceptibles de completar ellas mismas su maduración, en este caso, no maduran; mas esta facultad está solamente suspendida, y se puede restablecer poniendo la fruta en una atmósfera que contenga oxígeno; pero si las frutas han estado demasiado tiempo en el aire que no contenía oxígeno, entonces su madurez no puede ya tener efecto.

Después de la maduración, la fruta experimenta otro género de alteración que la hace mudar de naturaleza; entonces se pasa y se pudre, y se desprende una grande cantidad de ácido carbónico. En este último caso, el carbono es suministrado principalmente por el leñoso que se vuelve algo moreno, y por el azúcar cuya proporción disminuye y desaparece al fin mientras que el oxígeno no puede ser razonablemente atribuido á otra causa que á la descomposición del agua. Nos hallamos tanto mas inclinados á apoyar esta asercion, cuanto que se puede observar diariamente que, cuando las frutas se pasan, ó que se pudren en montones, se distingue fácilmente, en la atmósfera que las rodea, un olor particular semejante al que ecshalan algunas combinaciones gaseosas, sobre todo las del hidrógeno con el carbono.

Mr. de Saussure, que ha repetido los mismos experimentos sobre las frutas, ha deducido de ellos consecuencias que difieren de las de Mr. Berard: cree que esta diferencia se puede atribuir á que, habiendo este último encerrado las frutas en frascos de la capacidad solamente de seis á ocho veces su volúmen, el contacto casi inmediato de las paredes de los frascos, calentadas por el sol, pudo alterar las frutas y producir un principio de descomposición.

Resulta de las experiencias hechas por Mr. de Saussure que las frutas verdes obran como las hojas, pero que la acción de estas es mas intensa.

Las frutas absorben el gas oxígeno lo mismo que las hojas, y lo reemplazan con ácido carbónico del que absorben una parte.

Las frutas transpiran oxígeno, hallándose en contacto con los rayos solares, y consumen mas oxígeno en la obscuridad, cuando se hallan aun distantes de su maduración, que cuando están mas inmediatas á ella.

Las operaciones de Mr. de Saussure han sido constantemente sobre volúmenes de aire que escedian de treinta á cua-

renta veces el de la fruta, y debilitando mucho la acción ardiente del sol.

Las consecuencias de las esperiencias de Mr. Berard son todas aplicables á la madurez de los frutos á lo que se dirigía su atención, y las de Mr. de Saussure tienen principalmente por objeto su crecimiento y su vegetacion. El primero los ha considerado en las mutaciones que se efectúan en ellos cuando están desprendidos del árbol; y si somete algunas veces frutas verdes á estas esperiencias, estas se conducen debajo de los recipientes estrechos como cuerpos muertos: el segundo ha analizado los fenómenos de la vegetacion de los frutos: no es pues extraño que hayan obtenido resultados diferentes.

ARTICULO IV.

Accion del agua en los fenómenos de la nutricion.

El agua obra en la vegetacion no solamente por medio de los principios nutricios que suministra al vegetal que la descompone, si tambien por medios puramente físicos que vamos á dar á conocer.

1º El primer efecto del agua sobre una tierra dedicada á la vegetacion, consiste en humedecer el terreno, dividir la tierra, y de consiguiente ponerlo en disposicion de que las raices puedan estenderse, que el aire pueda penetrar, y que el gérmen pueda desarrollarse.

2º El segundo efecto del agua es, el de acarrear á la semilla el primer alimento que necesita, el oxígeno que este líquido tiene constantemente en disolucion, en una proporcion mas ó ménos abundante, el cual, como ya lo hemos manifestado, es el principal agente de la germinacion.

3º El tercer efecto consiste en, dividir el estiércol, y disolver algunos de sus principios para transmitirlos inmediatamente á la planta, de manera á poder alimentarse de ellos y elaborarlos.

Todas las aguas no son igualmente propias para estos usos: el agua de lluvia que es la mas pura de todas y la mas aireada, es tambien la mejor; ninguna otra la puede reemplazar.

Generalmente, las aguas, que proceden de las montañas de granito ó de calcáreo primitivo, son muy propias para la vegetacion; pero, para esto, es menester que manen por terrenos que no las puedan cargar de sales metálicas ó terrosas, y que el espacio que habran corrido antes de servir para el riego, les haya permitido de impregnarse suficientemente de aire atmosférico.

Las aguas pueden no ser puras, y sin embargo ser útiles para regar las plantas; esto se verifica principalmente con las que acarrear, ó tienen en disolucion, ciertas sales favorables á la planta, y sustancias animales y vegetales. En este caso las aguas obran con doble virtud y producen un doble efecto.

Estas aguas pueden ser divididas en tres clases: la primera comprende las que estan cargadas de materias animales; la segunda, las que tienen en disolucion algunos principios de los vegetales; y la tercera las aguas puras, ó las que no contienen sales sino en corta cantidad.

Las aguas de la primera clase son las mas activas; y, entre estas, las que estan cargadas de la suarda de la lana, ó de las combinaciones amoniacaes que se forman por la fermentacion de los huesos pulverizados, de las raspaduras de las astas, ó de los residuos de la lana, ocupan el primer lugar: estas sustancias empleadas, al estado seco, como abono, producen lentamente su efecto; ellas egercen una accion mucho mas enérgica cuando son descompuestas por la putrefaccion, y que el agua se apodera de todos los productos á medida que se desenvuelven, para transmitirlos á la planta.

Las sustancias líquidas, flojas, ó carnosas de los animales, no producen un efecto tan duradero; su descomposicion es demasiado rápida para que su accion se prolongue mucho tiempo.

Las aguas de la segunda clase, que son las que estan car-