

Es cierto que, para las viñas existentes, hay bastante sujeción, á causa de la existencia de emparrados, que fijan casi invariablemente la dirección que ha de adoptarse para las líneas de tubos, pero ésta, en definitiva, no es sino una dificultad secundaria. Los buenos resultados obtenidos en las aplicaciones ya numerosas del drenaje por tubos en viñas francesas, prueban que esta sujeción no es en manera alguna un obstáculo.

Una objeción, verdaderamente seria, está basada, por el contrario, en el peligro de frecuentes obstrucciones de los tubos, por las raíces de las cepas. En efecto, esta objeción se presenta claramente en los términos siguientes.

Hallándose estimulada la vegetación de las viñas por el saneamiento del suelo, pero sobre todo por su mullido completo en la parte vertical sobre los tubos, ¿no es de temer que sus raíces penetren los tubos y los obstruyan bien pronto?

Si esto hubiera de tener lugar así, se podría vacilar en emprender en grande una operación que, aunque ejecutada con economía, sería onerosa si fuese preciso repetirla cada cuatro ó cinco años.

Es verdad que hay algunos ejemplos de tubos de conducción de agua atravesando viñas, sujetos á atascamientos por las raíces. Por esto tiene lugar en terrenos ligeros, de subsuelo permeable y que por consiguiente no tienen analogía con los que reclaman la aplicación del drenaje.

El propietario de la finca citada de la Grange, en el momento de emprender su operación, muy importante porque había de extenderse sin interrupción sobre cerca de 100 hectáreas, ha abierto una verdadera información para recoger todos los documentos capaces de ilustrarle sobre la cuestión de que se trata. Esta información ha dado por resultado establecer que en el terreno en que se opere, según la naturaleza de los plantíos de viñas y según la profundidad de 1^m,20 á 1^m,30, en la cual están colocados los tubos, no había lugar de temer ver penetrar las raíces.

La opinión de los principales vinicultores bordeleses, consultados sobre esta cuestión por el conde de Duchatel, así como por el marqués de Bryas, fué casi unánime en el mismo sentido. Fueron de opinión, que si las raíces de árboles de madera blanca, que buscan ávidamente la humedad, tienen una tendencia constante á introducirse en las más pequeñas hendiduras de los tubos de conducción, donde adquieren un desarrollo excesivo, no sucederá nunca lo mismo con la viña que teme el exceso de humedad y cuyas raíces se detienen con el encuentro de bancos acuosos.

Se puede, pues, sin temor, inducir á los propietarios de viñedos, que sufren la influencia de un sub-suelo compacto, á mejorarlo por medio del drenaje. Se puede, con mayor razón, dar el mismo consejo á los que se proponen extender el mismo cultivo á terrenos nuevos, á los que no faltaba más que el saneamiento para dar un producto abundante.

CAPÍTULO VI

Cantidad y calidad del agua en los riegos.

AGUA DE VEGETACION Y DE EVAPORACION. El gran botánico Sachs se expresa en los siguientes términos á propósito del papel que desempeña el agua en el desarrollo de la célula, base y fundamento del tejido orgánico, así como del agua evaporada y absorbida por las plantas.

El acrecentamiento de las células de las plantas está siempre ligado necesariamente á una absorción de agua, no sólo porque el espacio ocupado por el jugo celular se agranda, sino también porque el acrecentamiento de la membrana de los otros cuerpos organizados de la célula exige para operarse una intercalación correspondiente de partículas de agua entre las moléculas sólidas. Es preciso, pues, suministrar continuamente agua á las células y á los tejidos que están en vía de crecimiento. Si los órganos que absorben esta agua en el medio exterior están alejados de los tejidos que se desarrollan, tendrá que recorrer el líquido en la planta un camino bastante largo para trasportarse desde el lugar de absorción al de utilización. Por su parte, los órganos de acumulación que llegan al desarrollo completo, consumen agua que descompone para suministrar el hidrógeno necesario á la formación de las combinaciones orgánicas. Por último, los depósitos de materias nutritivas en que se almacenan interinamente los compuestos asimilados, exigen del mismo modo una cierta cantidad de agua de vegetación, cuando llega el momento en que estas sustancias se disuelven para ir á las extremidades de las raíces, de los tallos y de las hojas, y llevarles los materiales necesarios para su crecimiento.

Todas estas causas, íntimamente unidas con la nutrición y con el crecimiento, determinan en el cuerpo de la planta movimientos de agua que se realizan lentamente, como el crecimiento mismo, y cuya dirección está determinada en general por la posición relativa del órgano que absorbe el agua en el medio exterior y del que la consume.

En las plantas que viven completamente bajo tierra ó bajo el agua, y en las cuales es nula ó insensible la pérdida de agua por evaporación superficial en el medio exterior, el movimiento del agua no reconoce otras causas más que los fenómenos internos que acaba-

mos de señalar. Sucede casi lo mismo en ciertas plantas terrestres, cuya organizacion particular las protege casi completamente contra la evaporacion del agua que han absorbido, como los cactus, por ejemplo, á cuya circunstancia deben precisamente estas plantas la facultad que poseen de vegetar en lugares sumamente secos.

Pero la gran mayoría de los vegetales presentan al aire un follaje abundante de un desarrollo superficial considerable. Si además estas hojas son tiernas, como en la mayor parte de las plantas de crecimiento rápido, la evaporacion les quita en muy poco tiempo una porcion notabilísima del agua del jugo celular, de suerte que al fin de un período completo de la vegetacion, la cantidad de agua evaporada puede llegar á ser varias veces mayor en peso y en volúmen que el peso y el volúmen de la planta misma. De aquí que esta incesante eliminacion de agua no sea posible sino mientras que la pérdida se halle compensada en cada momento por la absorcion de agua correspondiente, hecha por medio de las raíces, agua que debe subir en la planta para reemplazar sucesivamente la evaporacion por las hojas. Mientras el tejido de la planta que traspira permanezca terso, es preciso que la cantidad de agua dada por las raíces equivalga próximamente á la perdida por las hojas. Si cesára la traspiracion, ya por la excesiva humedad del aire, ya porque las hojas estén mojadas por el rocío ó por la lluvia, ya por la caida de las hojas, etc., la corriente de agua cesará tambien desde que el tejido haya vuelto á tomar su tersura. Como la evaporacion de agua depende de la temperatura del aire, de su estado de sequedad, y sobre todo de la accion solar, y como todas estas circunstancias son eminentemente variables, la velocidad de la corriente está sometida tambien á continuos cambios.

La corriente de agua provocada de esta suerte por la traspiracion, no tiene ninguna relacion inmediata con los fenómenos de crecimiento y de nutricion. El castaño de Indias y otros árboles y arbustos no desarrollan en primavera más que un número determinado de hojas, y no las forman nuevas en el verano; sin embargo, durante el verano es cuando traspiran con más actividad y cuando es más abundante la corriente de agua que atraviesa su cuerpo. En invierno el crecimiento y la evaporacion se detienen al mismo tiempo y con ellos todo movimiento de agua en la planta. Cuando los botones se abren al principio de la primavera, el agua no entra en movimiento sino en la cantidad precisa para el desarrollo de los órganos nuevos, pero á medida que éstos crecen y que aumenta la superficie, vuelve á ejercerse la evaporacion con creciente velocidad, y la corriente de agua que provoca recorre de nuevo la planta con mayor rapidez.

RESULTADOS DE LA TRASPIRACION Y ABSORCION. En las condiciones ordinarias y favorables á la vegetacion, la traspiracion de las hojas, el movimiento ascensional del agua en los tallos y la absorcion del agua del suelo por las raíces se operan simultáneamente, y combinan sus efectos de tal suerte, que en un tiempo dado la raíz absorbe y el tallo conduce próximamente la misma cantidad de agua que se evapora por las hojas durante el mismo tiempo.

Mientras se mantiene este equilibrio la planta permanece tersa y rígida en todas sus partes; inversamente, de la conservacion de la tersura y rigidez de las hojas puede concluirse que la absorcion del agua por las raíces compensa exactamente la perdida por las hojas. Desde luego se puede en estas condiciones de equilibrio mirar la cantidad de agua traspirada por las hojas, como si diera la medida exacta de la que ha sido absorbida por la raíz, ó por la seccion de la rama; ó bien á la inversa se puede medir por la cantidad de agua absorbida por la raíz, la que ha traspirado durante el mismo tiempo por las hojas. Sin embargo, como la tersura de los tejidos puede experimentar variaciones de cierto grado, sin que

las perciba el ojo, no es necesario que haya una igualdad rigurosa entre la traspiracion y la absorcion; así en la mayor parte de las observaciones, la pequeña diferencia cuantitativa de ambos fenómenos no será notada por el observador, mientras no haya un relajamiento real y evidente de los tejidos, provocado por las roturas de las células bajo la influencia de una traspiracion fuerte y de una absorcion insuficiente ó inversamente, mientras que no hay expulsion de gotitas de agua sobre las hojas. En cuanto á la cantidad de agua, relativamente débil, que es necesario para el aumento de volúmen de los órganos que crecen, sólo deberá contarse en las observaciones prolongadas sobren plantas que estén en desarrollo.

Si estudiar aquí los diversos casos que pudieran ocurrir, nos limitaremos á recordar que el decaimiento de la planta resulta de que evapore por sus hojas más agua que la absorbida por sus raíces ó por la seccion de su tallo. En general esta desigualdad no se verifica sino cuando la traspiracion es muy considerable ó cuando el suelo es muy seco, ó finalmente, cuando sobre varias ramas cortadas al aire la conductibilidad de la madera para el agua se halla disminuida ó destruida. La expulsion de las gotitas de agua ya indicada, es debida por el contrario á que las hojas evaporan poca, mientras que las raíces absorben mucha y la empujan hácia los órganos superiores.

El empuje de las raíces, que se manifiesta con mucha fuerza cuando se corta el tallo ó en una planta completa cuando traspira débilmente, es de poca utilidad para la corriente de agua provocada por una traspiracion enérgica. Cuando la planta traspira fuertemente, dicho empuje no obra con bastante rapidez para impedir á los vasos, incluso los mismos de la raíz, el vaciarse completamente; en otros términos, siendo como es muy grande la fuerza que empuja el agua en su ascension por las raíces, obra dicha fuerza demasiado lentamente para ejercer ninguna influencia si la evaporacion es rápida. Se llega á la misma conclusion si se compara la cantidad de agua que corre por la seccion superior de la raíz con la absorbida por la seccion inferior del tallo cortado. La absorcion por el tallo es siempre mucho mayor que lo que pasa por la raíz, aún cuando la varilla manifieste al doblarse que la conductibilidad de su madera se ha reducido y que absorbe ménos agua despues de esta operacion que en el estado normal. Así, por ejemplo, cortando una planta de tabaco, á poca distancia del suelo, se la ha visto absorber en cinco días 200 centímetros cúbicos de agua, mientras que el tronco cortado no expulsaba sino 15,7.

De este y otros muchos experimentos análogos se deduce que en una planta completa, si se exceptúa el tiempo en que la traspiracion es débil y en que el agua se escapa de las hojas en forma de gotas, la presion de las raíces no existe, y nace en realidad cuando la traspiracion y la absorcion han cesado ó son muy débiles.

FALTA DE ABSORCION POR LAS HOJAS. Las partes de las plantas que sirven para la traspiracion no absorben, al ménos en cantidad apreciable, el agua que las moja, por ejemplo, la lluvia y el rocío que choca ó se deposita en ellas. Mientras la planta tiene sus tejidos tersos y abundantemente provistos de agua tomada por las raíces, no hay en la superficie de las hojas absorcion sensible. Cuando la planta se estropea por falta de agua en las raíces y se le da su frescura mojando las hojas, es dudoso que esto provenga de que dichas hojas hayan absorbido realmente agua, puesto que no se ha impedido todo transporte consiguiente desde abajo hasta arriba. Doblando fuertemente las ramas y metiéndolas en agua, con excepcion de la superficie de seccion, no vuelven á tomar sino muy lentamente en todo caso su tersura, y aún así subsisten dudas sobre la absorcion del agua por la superficie de las hojas.

Se ha visto también, en conformidad con lo anterior, que plantas agostadas hacia la tarde por la desecación de la tierra que las contiene, no adquirirían su tersura después de un abundante rocío durante la noche, siempre que éste no alcanzara á la tierra en que estaban las raíces. Por consiguiente, el agua necesaria para traspiración y crecimiento de las plantas sólo entra por la raíz.

Cuando los vegetales mústios al fin de un día caluroso recobran por la noche su vigor, es por consecuencia de la disminución de traspiración debida al enfriamiento del aire y al aumento de su humedad, así como á la actividad constante de las raíces; nunca es por absorción de agua ó rocío por la superficie de las hojas. Del mismo modo la lluvia refresca y revive las plantas mústias, no porque penetra en las hojas, sino porque al mojarlas detiene la traspiración ulterior, mientras que por otra parte suministra á las raíces el agua que absorben y envían á las hojas. Un experimento muy sencillo puede hacerse, y es concluyente. Si se encierra un tiesto en que hay una planta con hojas dentro de un vaso de metal ó de vidrio cuya tapadera, dividida en dos mitades, permita cubrir la tierra dejando pasar el tronco, de suerte que todo el follaje quede al exterior, se ve agostarse la planta cuando la tierra está seca; cubriendo luego la planta con una campana de vidrio recobra su tersura, y vuelve á ponerse mústia al cabo de poco tiempo si se quita la campana. Este experimento muestra que cuando la raíz no introduce en la planta más que una pequeñísima cantidad de agua, el agostamiento proviene de una gran traspiración y la tersura de una disminución de la misma. Basta introducir una rama cortada y mústia en una atmósfera que esté casi saturada de vapor de agua para ver á las hojas recobrar su lozanía.

IMPORTANCIA DE LOS RIEGOS. Lo anteriormente indicado prueba perfectamente que el agua ha de suministrarse á las plantas por sus raíces, y que cuando por diversas circunstancias los terrenos son muy secos, es indispensable suplir el agua de que carecen en cantidad suficiente por otra llevada allí artificialmente. El dilema no tiene solución; ó resignarse á ver perecer las plantas, ó suministrarlas por medios diversos el agua que les es indispensable.

La mayor parte de los cultivos están subordinados en muchas localidades á la existencia ó á la falta de agua en el suelo. Si la hay en exceso, perjudica á la vegetación, porque la sávia no lleva bastantes sustancias y porque no se produce la endosmosis en las raicillas por falta de densidad de aquellas: hemos dado en los dos capítulos anteriores los medios de quitarla. Si, por el contrario, hay escasez de agua, se ve una vegetación raquítica, que se convierte en frondosa cuando abunda el líquido más generalizado en la superficie terrestre. Con elegancia suma lo dijo Virgilio en el libro I de sus *Geórgicas*: «Cuando el sol abrasa las campiñas y la yerba languidece y muere, de repente descende por la ladera á la llanura el agua de los manantiales: murmura al caer, los campos se refrescan y la yerba se reanima.»

La cuestión de los riegos es capital en España, donde según los datos que hemos dado en el capítulo IV la excesiva sequedad de su ambiente unida á su elevada temperatura, hace perder á las plantas inmensas cantidades de agua por la traspiración de sus hojas, la cual tiene que ser integralmente sustituida por agua del terreno, absorbida del mismo por las raíces. A esto hay que unir la cantidad de agua necesaria para la formación de los elementos que constituirían los tejidos de las plantas, conforme se indicaba al principio de este capítulo. Por último, hay un tercer sumando, mayor que el segundo y comparable con el primero, que es el referente al agua evaporada por el terreno mismo, la cual obra en pura pérdida de los riegos, si bien da á la atmósfera parte del vapor de agua que necesita

para la salubridad de los animales y aun para disminuir la traspiración en los vegetales.

Además de esto, obra el agua en dichos vegetales por las sustancias minerales que lleva en disolución, tomadas del suelo y absorbidas por las raíces. Obra también modificando la temperatura de los mismos, por ser el agua el cuerpo de mayor capacidad calorífica, esto es, el que á igualdad de peso contiene más calor para una misma temperatura.

La importancia del agua en la vegetación está resumida con sólo saber que los cuerpos organizados de la naturaleza contienen en números redondos una cantidad de agua que representa su 90 por 100.

Desarrollemos un poco estas indicaciones.

ALIMENTACION DE LAS PLANTAS. Cuando se quema un vegetal se nota un residuo llamado cenizas, que presenta todos los caracteres de los cuerpos inorgánicos. Este residuo está formado en efecto de sales minerales que fueron ascendidas por el agua en su circulación por la planta: sin dicha agua, por consiguiente, no habrían pasado estos elementos que son indispensables para el vegetal.

Llámanse sávia el líquido nutritivo que circula por las plantas, cuya inmensa mayoría es agua y que lleva en disolución las sustancias minerales citadas. Las raíces están terminadas por unos tubos sumamente pequeños que absorben por procedimientos meramente físicos el agua de la tierra inmediata á las mismas, y es tal la tendencia de las raíces á efectuar esta operación, que se dirigen siempre hacia los puntos más húmedos del terreno, por ejemplo, hacia una reguera que haya en él. Ya lo dijimos al tratar del drenaje que esta tendencia producía á veces efectos perjudiciales, porque las raicillas penetran en el interior de los tubos y casi los obstruyen.

La sávia asciende en los vegetales por efecto de la capilaridad, esto es, de la propiedad que tienen los líquidos de subir por ciertos tubos sumamente estrechos, gracias á la atracción de la materia, cuya resultante en este caso vence á la gravedad, siendo esta última á su vez atracción de la tierra sobre los cuerpos que se hallan en su superficie ó próximos á ella. No tenemos que entrar en detalles sobre el modo y forma de circulación de la sávia, ni sobre otros puntos de Fisiología vegetal, que serían impropios de este sitio. Sólo diremos que muchos botánicos admiten hoy que la causa de la ascensión se debe á la *endosmosis*, que es la propiedad que tienen dos líquidos de diversa densidad de establecer una corriente mútua cuando hay una membrana porosa intermedia entre ambos. Entónces la membrana está en las raicillas y los líquidos son el agua de la tierra y el jugo de las raíces. El líquido continúa subiendo por la destrucción y transformación sucesiva de la sávia.

Bástenos decir que los abonos tienen por objeto suplir las sustancias que necesitan las plantas cuando no existen en cantidad suficiente dentro de los terrenos, y que el vehículo único para llevar estas sustancias al organismo de los vegetales, es precisamente el agua, que mantiene en disolución, ya sales inorgánicas, ya cuerpos orgánicos, necesarios todos para el crecimiento y vida de los vegetales.

Oigamos sobre este punto al naturalista alemán, citado al principio de este capítulo.

La mayoría de las plantas terrestres vegetan en un suelo que encierra ordinariamente ménos agua de la que podía contener y cuyos poros están casi completamente llenos de aire. La poca agua que allí se encuentra está adherida á las partículas de tierra y no corre libremente, recubriendo con una lámina delgada la superficie de dichas partículas. Las raíces, deben, pues, establecerse en contacto íntimo con estas partículas para absorber el agua. Esto explica por qué los vegetales recién plantados, aún en un suelo húmedo, están mustios has-