

ordinaria; pero una vez bien desenvuelta la alantóides y aplicada contra las paredes de la cámara aérea, nada estorba al pollo el desenvolverse, verificándose con toda regularidad. Asi lo he notado en todas mis experiencias.

---

## BOTANICA.

---

*Influencia del calor y de la luz sobre la distribucion de los vegetales (1); por D. MIGUEL COLMEIRO, corresponsal nacional de la Academia de Ciencias de Madrid.*

El calor modifica los climas considerablemente, y de él depende en gran manera la diversidad de la vejetacion que los caracteriza. Con calor muy escaso, ó sea con frio muy excesivo, como lo es el de las regiones donde las nieves se perpetuan, no puede haber vejetacion alguna, y solamente células aisladas y rojizas, que son otros tantos individuos del protococo nival, considerado como planta, se hallan en la superficie de las nieves polares viviendo á espensas de la humedad suministrada por ellas, cuando son heridas por los rayos solares. Un exceso de calor se opone tambien al conveniente desarrollo de los vegetales, y en particular cuando la sequedad llega á ser estremada. Entre el frio y el calor intensos existen temperaturas sumamente variadas, que en union de otras circunstancias hacen posible la admirable diversidad de las plantas pertenecientes á distintas regiones.

Exije cada especie vegetal una temperatura que no pase de ciertos límites; y le conviene además diverso grado de ca-

---

(1) Este fragmento de la segunda parte inédita del *Curso de Botánica* de Don Miguel Colmeiro, está escrito conforme á los últimos adelantos de la ciencia, y en vista de la *Geografía botánica razonada* de Alfonso Decandolle. La primera parte del *Curso de Botánica*, publicada por el mismo D. Miguel Colmeiro, se halla en las librerías de Calleja, Madrid y Santiago; en la de Hidalgo, Sevilla; en la de Piferrer, Barcelona; en la de Cabrerizo, Valencia; etc.

lor á medida que recorre los sucesivos periodos de su existencia; siendo muy notables las diferencias que bajo este punto de vista ofrecen especies al parecer muy semejantes. No es por tanto la temperatura media de un pais el dato termométrico que mas importa averiguar respecto de la vejetacion; y al contrario, interesa sobremanera conocer las temperaturas estremas del año y las de cada mes, porque de ellas depende la posibilidad de existir determinadas plantas, bastando que una sola vez baje ó suba la temperatura mas de lo conveniente á una especie cualquiera para ocasionar su muerte: pero sin llegar á tales estremos todavía puede originarse el daño, siempre que la temperatura no sea cual la exijan la florescencia y fructificacion, ó por lo menos la madurez de las semillas, pereciendo en este caso la especie desde luego si es anual, y despues de algunos años, cuando no se multiplique por otros medios.

· Dos climas, cuya temperatura media sea igual, no siempre permiten la existencia y desarrollo de las mismas especies vejetales, viniendo así á confirmarse lo que se acaba de manifestar. En efecto, pueden diferenciarse tales climas respecto de las temperaturas estremas, y por otra parte basta que ofrezcan diversidad en la distribucion del calor durante el año para que un clima sea adecuado á ciertas plantas, incapaces de soportar el otro durante todos los periodos de la vejetacion.

Un mismo clima ofrece algunos años solamente, y á veces con largos intervalos, estremos de temperatura suficientes para matar plantas perennes, que pudieran tenerse por naturalizadas; resultando de esto la necesidad de proceder con cautela al calificarlas de aseguradas, mientras no hayan sufrido los mayores estremos de temperatura alta ó baja observados en el pais. El jardin botánico de Sevilla ha presentado ejemplos de tales plantas, que despues de haber vejetado con vigor durante tres ó cuatro años, fueron víctimas del frio extraordinario de una sola noche algunas, y del escesivo calor de pocos dias otras diferentes. Como las plantas anuales recorren rápidamente los periodos de su vejetacion, y pueden nacer en tiempo oportuno para no experimentar los rigores

atmosféricos, viven y se propagan con mas facilidad que las perennes en climas cuyas temperaturas estremas difieran bastante; y si las indicadas plantas exigiesen mucho calor, podrán tener el suficiente durante el tiempo de su vegetacion, terminada antes de bajar considerablemente la temperatura.

Los climas de las costas y de las islas son generalmente muy uniformes, porque las aguas del mar conservan una temperatura poco variable, que modera la atmosférica; y al contrario, presentan mucha desigualdad los climas de las montañas y del interior de los continentes: siendo de notar que bajo las mismas latitudes son mas considerables las variaciones en las partes orientales que en las occidentales de los mismos, y además en el antiguo continente á iguales latitudes corresponden por lo comun mas altas temperaturas que en el nuevo. El conocimiento de estas circunstancias conduce á esplicar una porcion de hechos relativos á la distribucion de los vegetales.

Es indudable que disminuye el calor gradualmente desde el ecuador á los polos, y con bastante regularidad, cuando se considera aisladamente cada meridiano; pero se observan diferencias sorprendentes al comparar entre sí, bajo este punto de vista, muchos meridianos á la vez. Resulta de ello que las *lineas isotermas*, ó sean las que pasan por los puntos dotados de igual temperatura media, no son paralelas al ecuador ni entre sí, y al contrario, ofrecen sinuosidades que las desvían mas ó menos del indicado paralelismo. Por razones idénticas tampoco son paralelas al ecuador, ni entre sí, las *lineas isoquímicas*, que señalan los puntos con temperatura estrema igualmente baja. Lo mismo sucede respecto de las *lineas isotermas*, que marcan los puntos con temperatura estrema igualmente alta.

Para apreciar con exactitud y en sus pormenores la relacion que existe entre los datos termométricos y los hechos concernientes á la distribucion de los vegetales, es menester tomar en cuenta muchas consideraciones, y no figurarse que cada planta sea un instrumento análogo al termómetro, y capaz de marchar paralelamente con él. La accion de la tempe-

ratura sobre los vegetales es muy variada, y está sujeta á muchas modificaciones; y sobre todo conviene averiguar cuáles temperaturas influyen mas en cada clima, notando tambien el modo de combinarse las mismas temperaturas con la mayor ó menor permanencia de su accion. Las observaciones de Bous-singault, Gasparin, Lindley, y principalmente las de Quetelet, á las que añadió algunas Alfonso Decandolle, tienden á resolver las indicadas cuestiones, variando el giro que se habia dado anteriormente al estudio de la temperatura con respecto á la vegetacion. El último de los autores citados formula en su reciente *Geografía botánica razonada* lo que mas importa resolver de una manera muy esplicita, conceptuando cuestion predominante la de saber cuál es la temperatura útil á los vegetales, cómo se puede descartar en las observaciones meteorológicas de las temperaturas inútiles, y despues de esta correccion, cómo se deben calcular los efectos de ella.

Son bastante defectuosas las observaciones termométricas que comunmente se hacen, y su insuficiencia para juzgar del influjo de la temperatura en la vegetacion, es una cosa demostrada. Sábese por observaciones de muchos fisicos, que la capa atmosférica próxima al suelo puede tener en ciertos momentos y localidades una temperatura bastante mas baja que la de las capas sobrepuestas, é igualmente consta que la de estas varía notablemente á diversas alturas en circunstancias diferentes. Dedúcese con claridad que las plantas, segun su estatura, están sometidas á temperaturas desiguales; y atendido esto, mucho falta para que lleguen á reunirse datos termométricos tan circunstanciados como se necesitan, y que deben adquirirse con la exactitud posible en muchas localidades. Conforme á las observaciones hechas por Quetelet en Bruselas, puede sentarse que la temperatura aumenta ordinariamente á medida de la altura ó distancia del suelo, dentro de los límites correspondientes á la vegetacion; siendo la diferencia de temperatura mayor en verano y menor en invierno, cuando se hace la comparacion entre las temperaturas medias, aunque deje de suceder lo mismo en los dias estremadamente frios, supuesto que en Ginebra se ha observado en tales dias la grande diferencia de 8° entre un termómetro colocado

cerca del suelo y otro puesto á 50 pies sobre él, y por consiguiente en atmósfera bastante menos fria. Como la estatura de cada especie vegetal difiere poco en diversos parajes, no pueden ser de mucha trascendencia los errores que se originen al examinar comparativamente el influjo de la temperatura sobre la vejetacion bajo este punto de vista, aun cuando fuera preferible en todo caso no carecer de los datos que se echan de menos.

Importa tomar en cuenta la temperatura del suelo en que se estienden las raices de las plantas, y del cual reciben el agua, que renueva su sávia. Aunque la accion del calor es local, como lo prueba el obrár aisladamente en circunstancias dadas sobre la foliacion, la florescencia y la madurez de los frutos, no puede menos de reconocerse que la temperatura del suelo influye algo en la vejetacion; y sobre todo es indudable que respecto de las plantas modera los extremos de calor y frio, hallándose el mismo suelo mas fresco que el aire en verano y mas caliente en invierno. La sávia ciertamente participa de esta temperatura, y la comunica á los órganos cercanos de las raices y á los que pueda llegar rápidamente la misma sávia, cuya temperatura, por otra parte, se conserva mas independiente de la atmosférica en los órganos poco conductores del calórico. El coco, rodeado de borra, tiene una frescura interior que debe diferenciarse poco de la del terreno en donde se hallan las raices; y tambien es sabido que tenerlas profundas da á las plantas mayor resistencia contra la accion de las temperaturas extremas; pero la profundidad á que penetran las raices de las plantas no es generalmente muy grande, y por esta razon se han limitado las observaciones á las capas del suelo que distan de la superficie todo lo mas 1 metro, ó sean  $3\frac{1}{2}$  pies. No es del caso por consiguiente tomar en cuenta que á mayor profundidad haya una capa con temperatura invariable, ni tampoco interesa al objeto la existencia de la capa profunda, constantemente helada, que es propia de los paises cuya temperatura media no llega á 0°.

La temperatura del suelo dentro de los limites indicados es menos variable que la del aire libre, segun lo prueban las

observaciones de Muncke en Heidelberg y las de Quetelet en Bruselas. Tambien es de notar que las temperaturas máxima y mínima del suelo se trasmiten al través de él hasta 1 metro de espesor en 19 dias, lo cual equivale á decir que á la espesada profundidad sufre este retardo la temperatura respecto de la exterior; aunque debe advertirse, conforme á las observaciones de Forbes, hechas cerca de Edimburgo, que la amplitud de las variaciones y la velocidad de trasmision están sometidas á la naturaleza mineralógica del terreno. Como las raices de un considerable número de plantas no pasan de 3 decímetros, ó sean 13 pulgadas de profundidad, ofrecen notable interés las diferencias observadas por Quetelet en Bruselas entre la temperatura del aire á poca distancia del suelo y la de este á la indicada ó poco diversa profundidad, estando espuesto al norte ó al mediodía. En una y otra esposicion el terreno á la profundidad media de las raices está mas caliente que el aire desde el medio del otoño hasta el fin del invierno; y al contrario, se halla mas fresco en el resto del año, aunque nunca pasa la diferencia de 3°,5: siendo notable que tanto al empezar el otoño como al concluir el invierno, hay momentos en que la diferencia es nula. La mayor corresponde al verano; y á la consiguiente frescura de la sávia se agregan los efectos de la rapidez de la misma, ocasionada por una abundante exhalacion, debida á la fuerza del calor y capaz de moderarlo; pudiéndose así comprender cómo á medida que este aumenta tienen las plantas un eficaz medio de aminorar la accion de la temperatura exterior. Si la frescura del suelo variase mucho en climas diversos respecto de las correspondientes temperaturas atmosféricas resultarian errores no insignificantes, toda vez que se prescindiere del influjo ejercido por aquella. Desgraciadamente todavia no enseñan bastante sobre este particular las tablas comparativas de las temperaturas del aire y del suelo observadas en diferentes paises, siendo por tanto dificil hacer las debidas correcciones en los datos termométricos ordinarios.

Esperimenta el suelo la accion directa de los rayos solares, y de ello resulta que su capa superficial se calienta nota-

blemente en verano por los mismos, además de recibir el calor que le comunica el aire y que ha sido objeto de las consideraciones arriba espuestas. Pero tambien las plantas experimentan la accion directa de los rayos del sol: y como las observaciones termométricas comunes se hacen á la sombra, puede decirse que no son exactamente aplicables á los fenómenos de la vida vegetal. Así lo manifiesta Gasparin en su *Curso de Agricultura*, habiendo hecho observaciones con termómetros cubiertos de 1 milímetro, ó sea media línea de tierra, puestos al sol para averiguar cuánto aumenta la temperatura por la accion directa del calor solar; y observaciones semejantes han sido proyectadas en Londres y llevadas á cabo en el jardín de la Sociedad de Horticultura, siendo tres los termómetros empleados, dos de ellos cubiertos de lana negra, uno espuesto al sol y otro á la irradiacion nocturna, mientras que el tercero estaba colocado á la sombra de la manera ordinaria. La temperatura media entre las estremas producidas por la insolacion y la irradiacion, ó como dice Dove, la media de una localidad espuesta sucesivamente al sol y á la irradiacion, está representada por la media de los dos primeros termómetros comparables con el tercero, cuyas indicaciones tienen el valor de las comunmente apreciadas. Aunque no se hayan repetido en bastantes localidades esta clase de observaciones, puede suponerse con Alfonso Decandolle que la temperatura media, correspondiente á las estremas de insolacion y de irradiacion, sea proporcional en todos los climas á la media obtenida por el procedimiento ordinario á la sombra; de modo que los puntos situados en las mismas *líneas isotérmicas*, las cuales hace pasar el mismo Decandolle por donde la temperatura es igual durante un período semejante de tiempo, deben hallarse tambien juntas en otras líneas trazadas conforme á las medias correspondientes á las estremas de insolacion é irradiacion. Los resultados obtenidos hasta ahora en los climas templados de Europa, ofrecen entre las temperaturas medias, obtenidas de uno y otro modo, diferencias que varían segun los meses, y que llegan á esceder en 4° ó algo mas. Fuera muy conveniente que en el mediodía de Europa, y particularmente en España, se hiciesen observaciones termométricas, que condu-

jesen á verificar los resultados indicados; siendo bajo este aspecto incompletas é insuficientes las consignadas desde enero de 1855 en la *Revista de los progresos de las ciencias*.

Lo interesante sobre todo es saber hasta qué punto los vegetales son influidos por la insolacion y la irradiacion nocturna. El variado color de la superficie de las plantas modifica seguramente la accion de ambas causas de calor, haciendo mas ó menos comparables las mismas plantas en este concepto al termómetro tenuamente cubierto de tierra, ya que esto sea preferible á ennegrecerlo; y además las partes sólidas de las plantas no pueden calentarse del mismo modo que el líquido contenido en el termómetro, y particularmente siendo el líquido metálico, como lo es de ordinario. Por otra parte, durante el dia un rápido ascenso de la sávia y una abundante exhalacion moderan la accion del calor solar, mientras que la irradiacion obra de noche con mayor libertad. La direccion de los tallos y de las hojas, la sombra que se prestan las ramas, la esposicion al Norte ó al Mediodía, y otras circunstancias parecidas, modifican seguramente la accion de los rayos solares y de la irradiacion nocturna. En consideracion á estos motivos por lo que toca á los vegetales deben rebajarse algo las diferencias observadas entre las temperaturas medias ordinarias y las correspondientes á las estremas de insolacion é irradiacion, con tanto mayor fundamento cuanto que se ve comprobado diariamente, por lo menos en los climas templados, no ser muy considerable la anticipacion de los fenómenos de la vida vegetal bajo el influjo de una insolacion mas completa; ni tampoco á la sombra, ó mejor entre sol y sombra es muy grande el retardo de los mismos fenómenos.

Para averiguar con certidumbre los efectos del calor solar sobre los vegetales, es lo seguro fijar la atencion en estos, y hacerlos objeto de observaciones directas, mas bien fisiológicas que puramente físicas, único medio de tomar á la vez en cuenta los efectos químicos de la luz solar sobre la vejecion, los cuales sería imposible reconocer con el mero auxilio del termómetro. Dos son las maneras de estudiar los vegetales bajo el punto de vista indicado: la primera consiste en examinar el influjo de la esposicion al Norte ó al Mediodía en



las montañas, porque la diferencia de la altura alcanzada por cada especie en una y otra esposicion puede ser apreciada en grados termométricos; y en efecto, basta saber que la disminucion de  $1^{\circ}$  observada en la temperatura media anual corresponde en una montaña por ejemplo á 150 metros, para deducir que en la misma una especie espuesta al Mediodía á 300 metros de altura indica una diferencia de  $2^{\circ}$ ; la segunda manera se reduce á observar las épocas relativas de la foliacion, florescencia y madurez en plantas de idéntica especie, en el mismo pais y año, al sol y á la sombra, lo cual da por resultado algunos dias de anticipacion de los piés espuestos al sol: y tomando la temperatura media de la sombra durante los dias corridos antes de verificarse aquellas funciones en las plantas diversamente situadas, debe multiplicarse respecto de cada una el número de dias por el de grados correspondientes á su temperatura media, y la diferencia de los productos espresa en grados termométricos los efectos de los rayos solares con bastante aproximacion, aun cuando pueda variar algo segun los paises, las estaciones y los años.

Los hechos reunidos y comparados por Alfonso Decandolle conforme á las dos maneras propuestas de reconocer los efectos de los rayos solares sobre la vejetacion, suministran resultados bastante importantes. En cuanto á la primera no se puede menos de tomar en cuenta la diferencia de latitud, y por esta razon en Europa á una latitud media, ó sea entre  $44^{\circ}$  y  $47^{\circ}$ , da por resultado que la accion directa de los rayos caloríficos y químicos del sol produce sobre las plantas el efecto de  $1^{\circ}$  medido por un termómetro colocado á la sombra, mientras que á la latitud de  $37^{\circ}$  el mismo efecto se eleva á  $2^{\circ},3$ . La segunda manera de examinar la accion directa de los rayos solares sobre las plantas ha producido en Ginebra, situada á  $46^{\circ}$  de latitud, el efecto de  $3^{\circ},5$  durante el periodo de la actividad vejetativa, contado desde abril hasta mediados de setiembre; y puede suponerse aquel efecto aumentado hasta  $5^{\circ}$  ó  $6^{\circ}$  en los meses mas calientes, y reducido á  $1^{\circ}$  ó  $2^{\circ}$  en primavera ú otoño, además de variar segun el grado de nebulosidad ó trasparencia de la atmósfera. Estos resultados, que Alfonso Decandolle no presenta como bases ciertas, y so-

lamente como aproximaciones, concuerdan bastante con los obtenidos mediante dos termómetros, uno espuesto al sol y otro á la irradiacion nocturna, del modo antes explicado.

Aparece claro que todavía se necesita multiplicar las observaciones para graduar con la exactitud posible los efectos de los rayos solares sobre la vejetacion. La situacion en la parte oriental ú occidental de un continente bajo la misma latitud hace variar los indicados efectos respecto de los correspondientes á la situacion central; y por esto, si en el centro de Europa durante lo templado del año experimentan las plantas espuestas al sol el efecto de  $2^{\circ}$  medidos por un termómetro colocado á la sombra, es de suponer que al Oeste en Inglaterra sea el efecto de  $1^{\circ},5$  ó el de  $1^{\circ}$ , y al Este en Hungría de  $2^{\circ},5$  ó de  $3^{\circ}$ , viniendo á resultar una diferencia de  $2^{\circ}$  entre los países occidentales y orientales en latitudes medias; lo cual da la suma de  $306^{\circ}$  para los 153 dias comprendidos de mayo á setiembre, y la de  $428^{\circ}$  para los 214 dias corridos de abril á octubre: números que tienen solamente un valor aproximado. En latitudes muy diferentes varian mucho mas los efectos de los rayos solares sobre la vejetacion; y es sensible que en los países cálidos, ó siquiera en los meridionales de Europa, no se hayan hecho observaciones que puedan compararse bajo este punto de vista con las verificadas en el clima del centro de la misma Europa: pero se sabe comunmente cuánto aumenta la fuerza de la accion directa del sol á medida que se adelanta hácia el Mediodía, en términos de convenir la sombra á ciertas plantas; y por otra parte no se desconoce que uno de los malos efectos de la accion solar en los países meridionales es desecar escesivamente el suelo, y en particular donde no llueve durante el verano. En tanto que las observaciones directas no demuestren otra cosa, puede suponerse de  $5$  ó  $6^{\circ}$  el efecto de la accion directa de los rayos solares sobre la vejetacion, ó sea el que debe añadirse al de la temperatura experimentada á la sombra por las plantas.

Deben considerarse las temperaturas bajas en cuanto son dañosas ó inútiles á los vejetales. Consideradas bajo el primer aspecto no debe olvidarse que muchas de las superiores á  $0^{\circ}$ , como las inferiores, son capaces de matar diversas plantas; y

tambien á pesar de la contraria creencia generalizada hasta ahora, es preciso reconocer que pueden conjelarse momentáneamente los líquidos contenidos en los órganos mas delicados de muchas plantas sin que estas sufran necesariamente algun daño; pero los tránsitos repentinos de temperaturas demasiado bajas á otras moderadas son muy nocivos, obrando por esta razon tan perniciosamente los rayos solares sobre las partes que acaban de experimentar mucho frio; y á pesar de todo no se crea que una temperatura igualmente baja produzca siempre idéntico efecto sobre una misma planta, porque la duracion del frio, el estado de la planta, su edad, la humedad del suelo y del aire, la naturaleza del terreno y la presencia de la nieve, son causas que influyen mucho. Las temperaturas bajas que se tienen por inútiles, son todas cuantas, sin dañar, no promueven ni activan la vejetacion; habiéndolas inferiores ó superiores á 0° segun las plantas, porque cada especie para iniciar su vejetacion necesita una temperatura determinada, que por ser punto de partida puede considerarse como 0° respecto de la especie vejetal correspondiente: y de ello se infiere que las temperaturas medias y extremas, calculadas de la manera ordinaria, no están exactamente relacionadas con los fenómenos de la vejetacion, siendo necesario por tanto eliminar las temperaturas inútiles á las plantas que se consideran, ó bien á las funciones de las mismas que sean tomadas en cuenta.

La eliminacion de las temperaturas inferiores á 0° del termómetro tiene que ser comun á todas las plantas, no vejetando ninguna con grados negativos, aun cuando viva sin experimentar daño; y esta eliminacion es sobre todo indispensable respecto de los climas generalmente frios, ó muy frios en invierno, porque en ellos distan mas de ser aplicables al estudio de la vejetacion las temperaturas medias, en cuyo cálculo, hecho del modo ordinario, influyen cantidades negativas, á veces bastante importantes para producir en aquellas una disminucion considerable. Pero sería muy dificil hacer la debida correccion bajo este punto de vista en todas las temperaturas medias termométricas, fundadas en datos mas ó menos dispersos y no todos publicados; de manera que es preferible

simplificar la operacion, adoptando el método propuesto por Alfonso Decandolle, conforme al cual se toma en cuenta solamente la suma de temperaturas medias comprendidas entre el dia, cuya media empieza á subir de  $0^{\circ}$ , y en el que la misma desciende á igual grado, desapareciendo asi mucha parte del error, aunque no dejen de ocasionarse otros de alguna consideracion para los climas estremados.

Respecto de las temperaturas bajas superiores á  $0^{\circ}$ , que son inútiles á diferentes plantas, tambien es necesaria la correccion, aunque de no eliminarlas resulten errores menos generales é importantes que los originados por las temperaturas negativas. Como la temperatura util para cada especie y para cada una de sus funciones podrá ser superior á  $1^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $3^{\circ}$ , etc., se hace preciso un cálculo bastante largo y complicado, cuyos resultados obtenidos por Ritter desde  $0^{\circ}$  á  $9^{\circ}$  para todos los meses del año 1847 en Ginebra ha publicado Alfonso Decandolle, patentizando la manera de presentar las sumas de temperaturas útiles por meses y al año en diferentes casos. En lugar de calcular, como lo ha hecho Ritter, puédense con mayor sencillez y bastante exactitud averiguar las sumas de temperatura útiles, partiendo de  $1^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $3^{\circ}$ , etc., segun los casos, y para ello basta sumar las temperaturas medias de los dias comprendidos entre los dos que las tengan iguales al subir y al bajar de los grados indicados como inútiles.

Pueden tambien examinarse las temperaturas altas en cuanto son dañosas ó inútiles á los vegetales, aunque no exista la posibilidad de hacer en las temperaturas, observadas del modo ordinario, correcciones que conduzcan á la exactitud. Se sabe demasiado que el calor excesivo contraría algunas funciones, é impide la existencia de muchas plantas que, como las alpinas y otras, no lo soportan; pero tambien es cierto que las temperaturas demasiado altas para unas especies no lo son para otras, y además igual grado de calor produce diverso efecto sobre idéntica especie segun se halle acompañado de sequedad ó de humedad. Es asimismo indudable que una doble temperatura no duplica el efecto sobre una planta cualquiera; lo cual equivale á decir que el influjo del calor sobre las plantas no es exactamente proporcional al aumento de tempera-

tura, particularmente desde que esta pasa de la media mas conveniente á cada especie.

Obra la temperatura de diverso modo sobre las plantas, segun la época de su vejetacion, y por esto no produce los mismos efectos que en la primavera una temperatura igual en otoño, cual se experimenta generalmente en Europa, siendo raro que la florescencia se repita en la última de aquellas épocas; ni tampoco el calor fuerte, tan propio para madurar las semillas, es beneficioso á muchas plantas en el primer período de su vejetacion. Hasta en los climas mas uniformes durante todo el año, como lo es el de la isla de Madera, produce la temperatura diversos resultados en los sucesivos períodos que recorren las plantas en cada año, cayéndoseles las hojas y reposando mas ó menos tiempo, cuando la temperatura no deja de ser semejante á la de verano en el centro de Europa. El calor debe estar acompañado de luz para que obre con bastante intensidad; y sin considerar estos agentes susceptibles de variar su modo de accion, es lo cierto que el estado variable de las plantas da lugar á diferentes efectos, como acaba de verse.

Créese generalmente que las estremadas y repetidas variaciones de temperatura son favorables al desarrollo de los vejetales, y sin embargo no hay en ello tanto de verdad como á primera vista parece. Respecto de las variaciones anuales, dejando á parte los paises en que la desigualdad de temperatura está acompañada de sequedad durante el verano, basta fijar la atencion en muchos de los constantemente húmedos para convencerse de que los hay con frondosa y diversificada vejetacion, siendo la temperatura muy uniforme: así sucede en los climas ecuatoriales, en los templados y monótonos de la isla de Madera, de las Azores y del nordoeste de América, como tambien en los frescos del hemisferio austral. Sin embargo, Quetelet atribuye ventajas á las variaciones bastante ámplias, ó mas bien ha emitido la opinion de que las plantas necesitan ciertos grados de calor, los cuales van recibiendo diariamente por efecto de las variaciones, y se inclina demasiado en favor de la hipótesis de que la temperatura obra sobre las plantas como la suma de los cuadrados de los

números empleados para espresarla, y no precisamente como la suma de estos: y así segun el mismo, dos dias con temperatura de  $10^{\circ}$  en primavera no pueden producir el mismo efecto que un solo dia con temperatura de  $20^{\circ}$ . Pero no están comprobadas todavía estas aserciones por medio de esperimentos decisivos, cuales serian los que se hiciesen en invernáculos, donde se colocasen individuos de una misma especie sometidos á temperaturas uniformes ó variables dentro de limites determinados, y Alfonso Decandolle pone en duda que las variaciones de temperatura, como tales variaciones, sean realmente ventajosas á la vejetacion, manifestando además que los efectos de las mismas deben ser diversos segun el momento en que se verifican y los grados del termómetro que recorren. Por consiguiente los cambios termométricos algo frecuentes y considerables serán ventajosos ó contrarios á la vejetacion, aunque no como cambios, y solamente en razon de los limites superiores ó inferiores que traspasan.

La accion del calor, en concepto de todos, no puede ser apreciada exactamente sin tomar en consideracion el tiempo, ó sea la duracion de la misma, aunque no haya bastante conformidad sobre la manera de combinar en los cálculos acertadamente los valores correspondientes á la temperatura y al tiempo. Lo primero que ocurre y lo mas antiguo es sumar las temperaturas medias, dia por dia, durante la época en que se desean apreciar los efectos caloríficos; pero se han cometido notables errores al aplicar este método, ya partiendo de una época arbitraria del año, ya contando los grados negativos del termómetro, y además entre otras cosas por haber calculado mal las temperaturas medias diarias. El método aplicado por Boussingault á las plantas anuales, y en particular á las cereales sembradas en primavera, consiste en sumar las temperaturas medias de los dias corridos desde el de la siembra hasta el de la cosecha; y sin negar que así se obtengan resultados bastante satisfactorios respecto de las plantas indicadas, es indudable que aquel prescindió de varias causas capaces de producir errores de alguna consideracion. Efectivamente fijó con un poco de arbitrariedad el principio y el fin de la vejetacion de cada planta; tomó en cuenta

las temperaturas demasiado bajas, y probablemente algunas negativas; desestimó la acción de los rayos solares; y dejó de notar las variedades de cereales cultivadas, y las circunstancias diferentes de su cultivo. A pesar de todo, es muy útil este método, que Alfonso Decandolle acepta con algunas modificaciones, habiéndolo comprobado por medio de observaciones hechas al sol y á la sombra sobre plantas anuales, que le han dado resultados en apoyo de las sumas de las temperaturas medias, como medio de apreciar los efectos del calor sobre la vejetacion, salvas algunas diferencias dependientes de varias circunstancias. No se ha inclinado Quetelet de igual manera en favor del mismo método, que acaso no halló suficiente por haberlo empleado respecto de las épocas de foliacion, florecencia y madurez en diversos países y años, sin haber eliminado las temperaturas bajas, que alteran mucho los cálculos cuando se trata de plantas perennes, pareciéndole por tanto preferible tomar las sumas de los cuadrados de los números que espresan las temperaturas medias; pero ya se ha indicado que esta hipótesis no está suficientemente comprobada, y los esperimentos hechos por su autor con este objeto no se hallan exentos de objeciones. Ha propuesto Babinet un tercer método, fundado tambien en una hipótesis, como es suponer que la temperatura obra proporcionalmente á la intensidad de la causa y al cuadrado del tiempo, lo cual no está demostrado por esperimentos hechos al efecto; y de todos modos no es creible que hipótesis semejantes sean aplicables á máquinas organizadas, cuya marcha está sujeta á muchas fuerzas, y que no funcionan conforme á leyes físico-matemáticas. En último resultado, las sumas de las temperaturas útiles se aproximan bastante á la exactitud; y aun cuando no sea completa por contarse las temperaturas demasiado bajas superiores á  $0^{\circ}$  y las demasiado altas, hay que pasar por ello, siendo impracticables respecto de todas las plantas los muchos esperimentos necesarios para evitar todas las causas de error.

Si el péndulo-termómetro de Edmundo Becquerel llegase á ser modificado de manera que contase los grados superiores á  $0^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ , etc., se averiguarían las temperaturas útiles con la mayor facilidad, y lo mismo sucedería con la invencion de

un termómetrografo que marcase las temperaturas superiores á grados determinados. Entretanto es menester valerse de los termómetros y de los métodos ordinarios, mas ó menos aproximativos, segun va espuesto.

Como quiera, la suma de las temperaturas útiles, es decir la de las medias superiores á  $0^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $3^{\circ}$ , etc., calculadas por dias ó por meses, es diferente en cada localidad, y puede serlo en cada año, constituyendo uno de los caracteres del clima que mas importancia ofrecen respecto de la vejetacion. Lo mas asequible conforme á las observaciones meteorológicas actualmente existentes es determinar para cada localidad los dos dias del año en que la temperatura media útil llega á sus límites, y multiplicar la suma de los dias intermedios por los grados de temperatura media correspondiente á estos mismos. Aunque lo mejor sea hacer el cálculo partiendo de las temperaturas medias diarias, tambien puede fundarse en las medias mensuales ó en las medias determinadas por décadas, no obstante que se origine así algun error en la suma total de los grados de calor útil. Climas hay correspondientes á diferentes líneas isotérmicas, y conformes á pesar de ello en cuanto á la suma de calor útil, partiendo de tal ó cual límite; hecho que no debe parecer extraño, considerando que las líneas isotérmicas se han establecido con relacion á la temperatura media sin exclusion de las inútiles ó perjudiciales á determinadas plantas.

«En una palabra, como dice Alfonso Decandolle, si se suponen útiles á diversas especies de plantas ó de animales temperaturas diversas bajo el aspecto de su minimum ó de su total suma, se encuentran respecto de cada localidad climas concordantes bajo líneas isotérmicas muy diferentes. Si en la carta de Europa ó de los Estados- Unidos se trazasen líneas por los puntos que tienen, á partir de  $5^{\circ}$  por lo menos, una suma de  $3000^{\circ}$ , se podrian trazar tambien otras líneas casi paralelas por los puntos que tuviesen, á partir de  $5^{\circ}$ , sumas de  $3100$ ,  $3200$ ,  $3300^{\circ}$ , etc.; pero este sistema de líneas estaría cruzado primeramente por otras que pasarian por los puntos que tienen á partir de  $6^{\circ}$ , sumas de  $3000$ ,  $3100$ ,  $3200^{\circ}$ , etc., y despues por líneas que pasarian por puntos que, á partir



»de 4°, tienen sumas de 3000, 3100°, etc. La carta quedaría »cubierta de líneas cruzadas, y en todas partes habría números concordancias de clima.» Claro es que todo esto tiene su principal aplicacion á los climas de las regiones templadas y boreales, puesto que en los ecuatoriales, si se prescinde de las montañas elevadas, son las temperaturas altas y por tanto completamente útiles, pudiéndose obtener en ellos las sumas de temperatura, valiéndose de las medias ordinarias. La reparticion desigual y variable de la humedad es la causa principal de la diversidad de los climas ecuatoriales.

Presenta Alfonso Decandolle en su *Geografía botánica razonada* un cuadro que contiene las sumas del calor útil, partiendo de diversos grados respecto de diferentes localidades del hemisferio boreal, aunque ninguna de España; y conviene trasladar aquí algunos fragmentos de este trabajo, para que sirvan de modelo á quienes con datos suficientes puedan hacer cálculos semejantes respecto de localidades de nuestra Península, bastante diferentes por su clima.

Los observatorios de Madrid y de San Fernando poseen los datos necesarios para fundar estos cálculos en las temperaturas medias diarias correspondientes á una porcion de años conforme al termómetro centígrado; y la ciencia de las plantas, inclusa la que tiene por objeto su cultivo, espera merecerles un servicio cuyas consecuencias serán por de pronto demostrar mas y mas la utilidad de las observaciones meteorológicas. Los profesores que las hacen en otros puntos de la Península, tales como Oviedo, Santiago, Sevilla, Málaga, Valencia, Barcelona, Valladolid, etc., se hallan igualmente en el caso de contribuir á lo mismo desde luego, partiendo de los datos ya existentes.

Al examinar la influencia del calor sobre la distribucion de los vegetales se ha indicado algo acerca de la ejercida por la luz solar, y poco hay que añadir relativamente á ella en especial, bastando recordar cuanto de su accion química sobre la vegetacion enseña la fisiología. Los países próximos al Ecuador gozan de una luz mas intensa, al contrario de los próximos á los polos, donde además de dirigirse la luz oblicuamente es debilitada con frecuencia por lo nebuloso de la

atmósfera, y falta durante una parte del año, aunque dura mucho en verano, activando la vejetacion lo bastante para que recorra todos sus períodos en poco tiempo. Efecto semejante se observa en las montañas elevadas, obrando en ellas la luz durante mas tiempo y con mayor intensidad que en los terrenos bajos. La oscuridad de las cavernas y la de los bosques, ó su escesiva sombra, influyen indudablemente en la vejetacion que abrigan, siendo muchas las plantas criptógamas que viven mejor bajo el influjo de una luz debil, mientras que la mayor parte de las plantas fanerógamas exigen la claridad del día y la accion solar.

Temperatura media inicial y final.	Duracion del periodo.	Número de dias.	Producto del número de dias por la temperatura media ó suma de temperatura media.	Duracion del periodo.	Número de dias.	Producto del número de dias por la temperatura media ó suma de temperatura media.
CHISWICH (cerca de Londres).				GINEBRA.		
1.º.....	Todo el año.....	365	3635º	11 de febrero á 17 de diciembre.	309	3505º
2.º.....	Todo el año.....	365	3635	19 de febrero á 12 de diciembre.	296	3488
3.º.....	23 de enero á 8 de idem.....	350	2622	24 de febrero á 8 de diciembre.	287	3465
4.º.....	8 de febrero á 23 de diciembre.	318	3500	5 de marzo á 22 de noviembre.	262	3388
5.º.....	26 de febrero á 7 de diciembre.	284	3346	11 de marzo á 15 de noviembre.	249	3320
6.º.....	16 de marzo á 21 de noviembre.	250	3166	23 de marzo á 7 de noviembre.	229	3208
7.º.....	27 de marzo á 10 de noviembre.	228	3033	1.º de abril á 1.º de noviembre.	214	3113
8.º.....	8 de abril á 3 de noviembre....	209	2898	10 de abril á 27 de octubre..	200	3005
PARIS.				ODESA.		
1.º.....	Todo el año.....	365	3942º	17 de marzo á 9 de diciembre...	267	3538º
2.º.....	16 de enero á 31 de diciembre...	349	3922	22 de marzo á 3 de diciembre...	256	3521
3.º.....	28 de febrero á 23 de diciembre.	329	3882	27 de marzo á 27 de noviembre.	245	3494
4.º.....	9 de febrero á 16 de diciembre.	310	3808	1.º de abril á 20 de noviembre.	234	3456
5.º.....	21 de febrero á 4 de diciembre.	286	3702	6 de abril á 15 de noviembre...	223	3406
6.º.....	7 de marzo á 22 de noviembre.	260	3557	11 de abril á 11 de noviembre.	214	3356
7.º.....	19 de marzo á 15 de noviembre.	241	3448	16 de abril á 7 de noviembre...	205	3295
8.º.....	28 de marzo á 10 de noviembre.	227	3346	22 de abril á 2 de noviembre...	194	3212