

# RELACIONES ENTRE LA METEOROLOGIA Y LA VEGETACION

por LUIS H. OSORIO

## I

Los fenómenos de la naturaleza son siempre una derivación de un todo y, por tanto, solamente el estudio analítico de sus causas y el concepto de relación entre éstas y el todo, serán el elemento apropiado para verificar cualquier investigación en el campo de las ciencias naturales.

Si se toma como iniciación el factor planta, se verá claramente que en ella — en su ambiente natural, selvática y libremente considerada — existe el concepto de asociación y que las especies vegetales conviven, sin que sus exigencias perjudiquen a unas u otras, sino que, antes bien, se favorecen recíprocamente y proporcionan un medio especial en el cual actúa una serie de factores propios, como son el suelo, más o menos mullido, la mejor conservación de un medio húmedo, la protección contra agentes adversos, etc.

La mayoría de las especies cultivadas son conocidas desde tiempos prehistóricos y es desde entonces que data la intervención del hombre en lo que podría llamarse las directivas propias o intrínsecas del reino vegetal. Esta intervención ha ido, va, e irá en aumento a medida que los problemas por la mejor producción guíen el esfuerzo humano en el intento de extender y adaptar los cultivos a zonas distintas y dilatadas, procurando así intensificar la producción por unidad de superficie.

Primeramente la diseminación de las especies fue obra de la naturaleza, bien pudiera decirse que de manera espontánea; luego inconscientemente se llegó a la selección, empleando empíricamente el principio de elegir los mejores frutos para la siembra posterior. Mucho más tarde, con el estudio de la fisiología vegetal, se tuvo conocimiento de las *leyes de la herencia* y se estableció que los *caracteres* radican en los *genes* o factores que transmiten los *cromosomas*. Entonces, aplicando estos conocimientos a la hibridación, se obtuvo como resultado variedades que ofrecen mejores condiciones de resistencia al medio y a los enemigos vegetales y animales, mayor adaptación o rusticidad, mayores rendimientos, mayor precocidad, etc.

Aún más, el Profesor Lyssenko ha enunciado la teoría *estadial*, hoy confirmada, que se funda en el establecimiento de fases vegetativas, particularizadas por la mayor exigencia de determinado factor — calor, luz, etc. — y ninguna importancia o indiferencia por los demás, durante un período vegetativo dado, llegándose hasta la aplicación de procedimientos pregerminativos, lo que constituye la *jarovización*, que ha permitido ampliar el área de los cereales hasta latitudes en donde se creía imposible su producción en condiciones económicas.

También merece mención la acción de los procedimientos *agrotécnicos*, estableciendo una diferenciación entre la acción de los factores naturales y la intervención del hombre en la explotación del suelo — en lo cual ha alcanzado grandes triunfos la biología vegetal — factores que no son desconocidos por quienquiera que haya tenido carño por estas disciplinas intelectuales.

El resultado de todas estas cuestiones es que las plantas cultivadas son en la actualidad seres muy diferentes de lo que fueron en sus orígenes. El ingeniero Parodi dice que “las plantas actualmente cultivadas son fenómenos o monstruos, ante las propias especies primitivas en su estado silvestre”.

Si nos atenemos a lo anterior e indagamos sus causas, se notará que se ha cambiado su período vegetativo; que se han provocado alteraciones y, aún más, aberraciones sexuales, tales como la esterilidad y la partenocarpia; hay la aparición de frutos cuyo tamaño excede en mucho al de los de las plantas en estado silvestre; que se han eliminado los principios tóxicos contenidos en órganos utilizables por el hombre, etc.

Pero al verificarse la obtención de los hechos anteriormente anotados, se ha despojado a las plantas de sus defensas propias o se han reducido éstas para obtener una mayor sensibilidad a las alteraciones ecológicas, y entonces se impone una lucha con el fin de obtener las cualidades ventajosas, a las cuales debe agregarse el mayor grado posible de adaptación o rusticidad.

El problema, pues, va tomando más y más cuerpo y por lo tanto obliga a contemplar cuidadosamente las relaciones entre la planta y el medio ambiente, tópico de una grande importancia y que merece ser tratado a espacio.

## I I

El vegetal es un ser vivo que actúa y reacciona de acuerdo con el medio ambiente en el cual se desarrolla o sea de acuerdo con las condiciones que lo rodean, ya que la planta está íntegramente sometida a la influencia de los factores atmosféricos. Surge de aquí el conjunto suelo-clima, sin que sea posible dar mayor beligerancia a uno u otro de los dos factores; pero en caso de que ello se llevara a cabo, se presentaría la evidencia absoluta de que la primacía corresponde al factor clima. Aquí radica la importancia de la relación entre la meteorología y la vegetación.

Todos sabemos que el suelo es la resultante de la acción milenaria de los factores naturales, que han actuado sobre la corteza terrestre, dando como resultado el resquebrajamiento, el desmenuzamiento, la combinación de sus elementos, a lo cual prestan su ayuda los procesos de meteorización, tales como la aereación, la humedad, la solubilización, la nitrificación, que no solamente aportan materias fertilizantes sino que contribuyen a la acción biótica, que hace de un medio inerte uno propicio para el desarrollo y para la vida vegetales.

Si se exceptúan las plantas acuáticas y se observan las demás especies, se verá claramente que en cualquiera de éstas la casi totalidad del ser planta tiene su actuación en el medio aéreo y que solamente sus raíces obran en el medio terrestre o suelo.

Si se toma el individuo planta y se le considera en su aspecto biológico, se ve que está constituido por una agrupación de elementos que, aún separados en sus porciones mínimas, continúan viviendo y reproduciendo sus mismos caracteres, hasta constituir el individuo.

Es aquí en donde juega su papel la función fisiológica principal, o sea la acción clorofílica que, bajo la acción de la radiación solar, desintegra el  $\text{CO}_2$  atmosférico, fija el C. y elabora por fotosíntesis el almidón o fécula, la albúmina, la grasa, etc., y, por complejas combinaciones, la totalidad de sus elementos constitutivos. En algunos casos, como en tratándose de la flora hidrofita o marina, se presentan pigmentaciones de muy variados colores, que la protegen, y cuyas proporciones y disposición dependen del ambiente y cambian con las localidades; pero ellas no son otra cosa sino una confirmación de la acción a la cual se ha hecho referencia. Esto llevó a algún investigador a decir que "la planta no es nada más sino un rayo de sol condensado".

La insolación, pues, mediante sus agentes luz y calor, es el elemento primordial y como entre estos dos factores hay una especie de compensación, debe tenerse en cuenta que si el calor crece inversamente con la altitud, la luminosidad o duración de la insolación aumenta paralelamente con la misma; de suerte que del ecuador a los polos la intensidad de la radiación disminuye por unidad de tiempo y superficie, pero aumenta la duración de la misma, llegando a su máximo, o sea el día continuo, durante meses en las regiones polares.

Muchos hombres de ciencia han encaminado sus estudios hacia la investigación de las relaciones entre los factores luz y calor y a buscar el establecimiento de una equivalencia entre ellos. Es así como el Profesor Azzi enuncia su teoría de que manteniéndose constante la insolación, un aumento de un grado ( $1^\circ$ ) en la temperatura media determina un adelanto de casi tres días en el desarrollo de las plantas, y, manteniéndose constante la temperatura, el aumento medio de una hora de insolación produce el mismo efecto. El retraso estará naturalmente indicado por diferencias negativas. A su vez, Quetelet, anticipándose al Profesor Azzi, fija un índice de cuatro días en el retraso o en el adelanto de las fases vegetativas en función del desplazamiento de un grado geográfico hacia el sur o hacia el norte, en el hemisferio sur y un aumento o disminución de cien metros altitudinales.

Sin embargo, estas cuestiones son relativas, ya que la intensidad de la radiación solar no es rigurosamente correlativa con la insolación y que la acción actínica de los rayos solares no se puede representar por la gama térmica. De suerte que solamente la verificación de estudios comparativos de espectrografía, que

permitan conocer la modalidad de las diferentes radiaciones del espectro solar, puede dar la clave de la distribución biogeográfica de los vegetales.

Ahora: si se toma en cuenta que los alimentos, para que sean útiles a las plantas, deben ser primero solubilizados — forma ésta como llegan a sus distintos órganos constitutivos y los forman — y que las plantas traspiran al ambiente una gran cantidad de agua — obsérvase el gran tamaño de las especies arbóreas y su masa o cantidad — se llegará al convencimiento de la importancia que tiene el factor agua como elemento meteorológico para el vegetal.

Aún más: si se llega hasta el fenómeno de la fecundación, es bien sabido que ésta solamente tiene lugar en determinadas condiciones de calor y de humedad, que hacen aptos a los aparatos generadores para cumplir su función. Por otra parte, hay especies dioicas y monoicas en las cuales la polinización se hace por mediación del viento (anemófilas) y es bien conocido que éste no es otra cosa sino el resultado del movimiento de masas de aire, ocasionado, entre otras cosas, por variaciones de temperatura y de humedad.

Ahora bien: el crecimiento, o sea el aumento en masa o en volumen del vegetal, y su desarrollo, o sea el concepto de las funciones orgánicas de su vida normal y completa, están íntimamente ligados a las condiciones atmosféricas del medio en el cual vive. En dos o más climas distintos pueden existir ejemplares de una misma especie, lo que se debe a un proceso de adaptación y de defensas naturales; pero su crecimiento y su desarrollo dependerán directamente de las condiciones óptimas de que puedan disponer. Puede suceder que el ambiente ofrezca condiciones propicias para el buen rendimiento en cantidad, pero adversas para su calidad; puede presentarse propicio para ambos factores, pero adverso para la formación de la buena semilla. Esto es una indicación de que para determinar el área geográfica de una especie dada, es preciso limitar su extensión a zonas en las cuales ofrezca su mejor *desarrollo y rendimiento, sin tener absolutamente en cuenta la existencia o nulidad de su manifestación*. Así se llega a la comprobación de que la distribución vegetativa identifica condiciones climáticas muy similares, lo que no sucede si se aplica el método de la existencia o dominación, sin criterio calificativo. Así, los árboles frutales de la zona tórrida, a pesar de admitir una grande dispersión geográfica, cuando se hallan en con-

diciones que no les son apropiadas, disminuyen en tamaño, no dan fruto o bien es pequeño y de mala calidad. Además, árboles que sobrepasan los ciento cincuenta metros de altura en la región intertropical, son pequeños y aun llegan a ser arbustivos a medida que aumenta la latitud. Se ha demostrado que un ciprés sembrado en la República del Uruguay y a una edad de veinticinco años, tiene la misma altura que uno de cincuenta años sembrado en Inglaterra. Pero si, en términos generales, la distribución geográfica de los vegetales guarda relación con la latitud, en virtud de la gama calorífica, si ciertas condiciones, tales como la altura, la topografía, y la orientación cambian, se obtiene como resultado un cambio en el paisaje vegetativo y, lo que es más curioso, si una planta admite que se la cultive, por adaptación, en climas distintos, aparecen en ella modificaciones en su anatomía y en su fisiología. Tal es el caso de frutas de una misma especie, que cambian de gusto, de grado de agua, de volumen, de acidez, etc., cuando se cambia el clima, y el de los forrajes, que son más blandos en los climas húmedos y más duros en las regiones de sequías prolongadas.

En lo que hace a particularidades en la fisiología y en la morfología del vegetal, es bien sabido que se presentan una serie de procesos y medios de adaptación de éste, tales como la mayor o menor cutinización de las hojas y la manifestación vellosa de la epidermis; la existencia y multiplicación de las espinas; el desarrollo esclerótico; la leñificación, suberificación de los tallos y de los demás órganos, todo lo cual es debido a la acción climática del medio sobre él. Una planta cambia su desarrollo espinoso cuando cambia de clima y, lo que es más interesante aún, plantas de hojas caducas cuyo origen está fuera de las regiones tropicales, van adquiriendo la condición de plantas de hojas perennes a medida que se van aproximando a dicha zona. Tal es el caso del duraznero entre nosotros.

Algunos investigadores se han dedicado a verificar cuestiones de esta índole con resultados importantes que comprueban, hasta la saciedad, la influencia de que hemos venido tratando. El investigador Azzi cultivó en su laboratorio trigo en condiciones de máxima adversidad, lo que llama "mínima disponibilidad" ambiental, y obtuvo una planta mediocre con una sola espiga y una sola flor fértil; Vivenza, obtuvo, en condiciones opuestas, que llama "máxima disponibilidad" ambiental, un ejemplar con 342 es-

pagas y un número de 7.000 granos. El peso comparado de ambas plantas estaba en la relación de 1 a 15.000 y el número de granos de 1 a 7.000.

Por otra parte, Garner y Allard verificaron experiencias en relación con la acción de la luz, o sea lo que se llama la fotoperiodicidad, y obtuvieron a voluntad no sólo la aceleración sino el retraso en el crecimiento y en la reproducción, llegando a adquirir plantas que florecieron en verano, siendo de floración de otoño, y trasformando aquellas bianuales en anuales. Demostraron que, en condiciones apropiadas, una planta de tabaco que requiere ciento cincuenta días con doce horas diarias de iluminación para llegar a la floración, sometida a distinto grado de fotoperiodicidad, se fuerza a que en el mismo ambiente acorte su ciclo a una tercera parte del tiempo.

Estas son algunas de las muchas pruebas de la acción de los distintos elementos del clima o del medio ambiente sobre el vegetal, pero la demostración más clara de la importancia del concepto ecológico consiste en que una vez comprobada la influencia parcial y combinada de cada uno de estos factores, es necesario hacer el análisis de su condición óptima.

Esto quiere decir que las especies vegetales tienen cada una exigencias que les son propias y fijas por su condición fisiológica, un grado típico e ideal para cada elemento meteorológico, demuestran su mejor crecimiento y desarrollo cuando disponen de la suma o conjunto adecuado de disponibilidades ambientales, aunque admiten puntos críticos por exceso o por defecto, o lo que es lo mismo, mínimos y máximos, más allá de los cuales se compromete su vida.

Si la manera como se comporta una planta en relación con el medio ambiente — mientras que se hace variar uno o más de los elementos de éste y se mantienen constantes los demás — se lleva a una gráfica, se obtendrá una curva que después de variar en un carácter determinado, de una manera más o menos pronunciada, llega a un límite máximo y luego comienza a decrecer, en cumplimiento de la ley del máximo, operación que se puede verificar para todos los elementos variables, en presencia de los demás factores constantes.

Las demostraciones de laboratorio y las experimentales, bastante sencillas en sí, cuando se llevan a un terreno integral, se tornan en una tarea ardua, lo que se debe a los muchos elemen-

tos que actúan de manera simultánea y que efectúan gran número de compensaciones que responden a un complejo, que se traduce en resultantes. Puede decirse que la planta ofrece el reflejo o la síntesis de un conjunto de factores que fluctúan y guardan entre sí un equilibrio armónico, sin que ella exprese nada inmediatamente en lo que hace al comportamiento especial de cada uno de ellos. Es esta circunstancia la que parecería causar la imposibilidad de dilucidar la influencia que parcialmente corresponde a la manera de portarse cada elemento o factor del medio ambiente.

La verificación de esta cuestión puede hacerse mediante varios métodos, tales como experiencias en el laboratorio, observación continua y conjunta de la planta y del medio ambiente y aplicación matemática de fórmulas basadas en la estadística, tanto agrícola como meteorológica, que desentraña el grado de correlación propio de cada elemento.

En el laboratorio se puede provocar artificialmente la variación de un factor, conservando intocados los demás y se observarán los efectos que se produzcan. Estos resultados son relativos, ya que no es posible asegurar el conocimiento de todas las condiciones que intervienen en los procesos biológicos. Cuando se trata de observaciones en conjunto del medio ambiente y de la planta, el método es propiamente ecológico y entonces es preciso analizar la actuación natural en su propio ambiente o, lo que es lo mismo, "in situ".

En la planta hay que hacer observaciones biométricas, fitopatológicas y de constitución en sus reacciones; en el ambiente hay que hacer el análisis minucioso de los registros de todos los elementos de que se disponga, y en el suelo hay que determinar su composición físico-química, y conservar en cuanto sea posible las prácticas culturales, para considerar constantes las influencias por este aspecto. Viene luego la labor de interpretación de estos factores, que impone una especialización y la unificación de ambas actividades.

En tratándose de obtener el grado de correlación, hay que partir de las series de datos estadísticos y llevar a cabo una investigación a través de largas series de ellos, teniendo en mira el factor por el cual se tiene interés, tal como el rendimiento, la calidad, etc., por una parte, y por la otra, los elementos atmosféricos, con el fin de poder establecer las leyes que para una región o zona dada, rigen las acciones de éstos sobre aquéllos y viceversa.