

INFLUENCIA DE LOS CICLOS ASTRONOMICOS SOBRE LOS FENOMENOS METEOROLOGICOS

El comportamiento del tiempo atmosférico guarda una cierta relación de regularidad con la marcha diaria y anual del sol. Con él van ligados igualmente el *reloj biológico* y el *calendario estacional* de la respuesta de vegetales y animales y también de minerales, ya que los diversos tipos de erosión (eólica, intensos aguaceros y riadas, o bien marcados contrastes térmicos), influyen notablemente sobre las rocas y el suelo, siendo cómplices de la aridez de muchas tierras.

La atmósfera

Es sabido que el planeta Tierra está recubierto por una delgada capa de aire —la atmósfera— a la que arrastra en su movimiento. Ese océano de aire presenta sus calmas y sus oleajes (anticiclones y borrascas) y en sus bajos niveles está muy influenciado por las tierras y mares. Esta atmósfera actúa como protector y filtro de la radiación ultravioleta de onda corta, que proviene del sol (ozonofera) y de la calorífica de onda larga, que devuelve la superficie de la Tierra.

A este respecto podemos destacar que la atmósfera, junto al suelo, se carga de:

a) *Vapor de agua y anhídrido carbónico.* Ambos son gases incoloros e inodoros que juegan un gran papel en la determinación de meteoros, en los procesos de fotosíntesis de las plantas, en el caldeo de las bajas capas atmosféricas, etc.

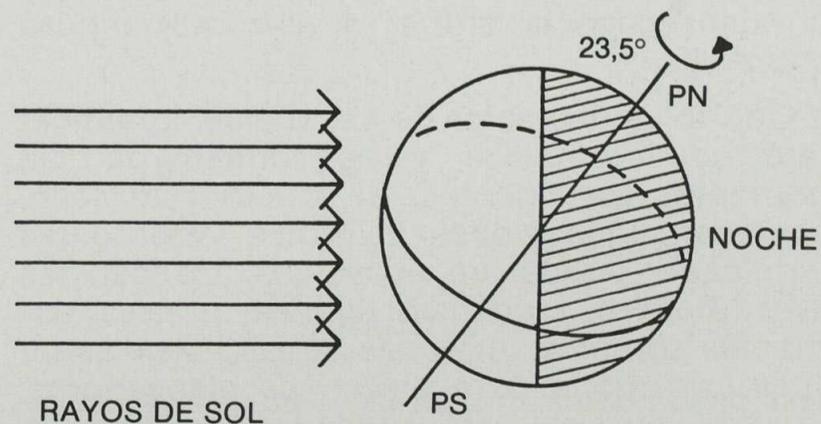
b) *Polvo, hollín, cenizas, arena, polen, etc.* Son incorporados desde el suelo al aire, y pueden ser el soporte de las gotitas de nubes de las que luego provendrán las gotas de lluvia. Estas juegan un importante papel en la contaminación cuando quedan atrapadas junto al suelo, debajo de una inversión de temperatura, en las situaciones de anticiclón.

c) *Energía calorífica.* Debida a la irradiación del suelo y a las turbulencias del aire. En situaciones de calma, los suelos transmiten al aire que descansa sobre ellos su frío o su calor.

La atmósfera es una película de aire que podemos estimar de 50 a 80 kilómetros de espesor. Si se tiene en cuenta la zona de gases enrarecidos, puede llegar a tener hasta 100 kilómetros, pero aún así resulta muy pequeña comparada con el radio de la tierra (6.300 kilómetros), pues la relación sería 1/63, que supone 0,5 por 100 de ese radio terrestre. Si la Tierra tuviese el tamaño de una naranja, la atmósfera tendría, en proporción, el grosor de un papel de fumar, como máximo. Siguiendo la vertical, entre el suelo y los 5.000 m, se halla comprendida la masa más densa de la mitad de la atmósfera, donde se verifican los cambios de tiempo más conocidos: nubes, viento, lluvia, humedad... El resto de la atmósfera, hasta el límite exterior, es muy ligero y enrarecido. Según se asciende, el aire molecular se hace atómico y luego aparece en forma de iones y electrones hasta confundirse, en el límite exterior de la exosfera, con el gas interplanetario, muy sutil.

La Tierra

Nuestro planeta, rodeado por su atmósfera, gira y se traslada por los espacios interestelares en torno al sol y dentro de una galaxia: la Vía Láctea.



La rotación de la Tierra da lugar al día (parte iluminada) y noche (parte en sombra).

Interesa recordar dos de sus movimientos:

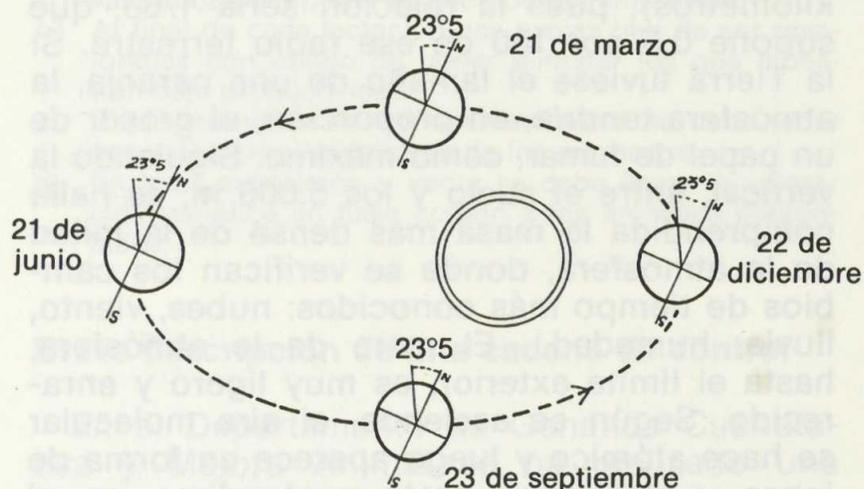
La rotación alrededor de su eje. Origen del día y de la noche.

La traslación anual en torno al sol. Causa de las cuatro estaciones del año.

El eje de giro de la Tierra está inclinado unos $23,5^\circ$ respecto al plano de la órbita terrestre (llamada *eclíptica*) y los paralelos terrestres correspondientes a esa latitud son el *Trópico de Cáncer* (hemisferio Norte) y el *Trópico de Capricornio* (hemisferio Sur). La velocidad angular de giro es constante y el planeta Tierra da una revolución completa sobre su eje cada 24 horas.

Día y noche

El giro de la Tierra da lugar a que aparezca iluminada la superficie terrestre vuelta hacia el sol: allí será de día, y en la cara opuesta de noche.



La traslación de la Tierra, siguiendo la órbita eclíptica en torno al sol, da lugar a las cuatro estaciones del año.

La alternancia de días y noches nos permite recibir la luz y el calor necesarios para la vida. De día, la radiación de onda corta del sol atraviesa la atmósfera y calienta los suelos; por la noche la Tierra irradia en onda larga más intensamente (hacia el espacio) y en consecuencia enfría el aire que reposa sobre ella.

Con el caldeo solar de los suelos, la atmósfera se inestabiliza y se forman de día corrientes ascendentes. Si el aire está seco, aparecen unos globos invisibles —corrientes térmicas— donde, en ocasiones, planean las aves (buitres, cigüeñas, águilas...); esas corrientes son muy utilizadas en las escuelas de *vuelo sin motor* para elevar los planeadores. Cuando el aire está húmedo, al subir se enfría y el vapor se condensa, apareciendo una *nube-globo*, que sube como un ascensor, con su cima blanca y redondeada en forma de coliflor. Esas nubes pueden provocar intensos chubascos tormentosos en la época cálida.

Por la noche, debido a la pérdida de calor de los suelos por irradiación hacia el cielo despejado, la tierra enfría el aire que está sobre la superficie y la atmósfera se *esta-*

biliza, apareciendo una especie de techo o tapadera: la *inversión térmica* de irradiación con aire cálido encima y frío debajo. Entonces, si el aire está frío y seco sobreviene la *helada*; si está algo húmedo el *rocío* y si está saturado la *niebla*. Cuando hay una cubierta de nubes, actúan de pantalla y evitan que se pierda calor hacia el espacio y que surja la helada. Así lo sentencia el refrán: «Con nubes por el cielo, no hay hielo por el suelo».

Estaciones del año

Al mismo tiempo que la Tierra gira sobre su eje se desplaza describiendo una órbita elíptica alrededor del sol. La inclinación terrestre de $23,5^\circ$ es la que da lugar a las cuatro estaciones del año. Cuando los rayos solares inciden normalmente sobre el ecuador tenemos los *equinoccios* (igual duración del día y de la noche en todos los puntos de la superficie terrestre). Cuando el sol alcanza el punto más alto o más bajo a que puede llegar en el cielo, se tienen los *solsticios* (sol quieto).

Las estaciones del año se presentan llevándose la contraria según los hemisferios. Así, pues:

- *Verano* en el hemisferio Norte, es *invierno* en el Sur, y recíprocamente.
- *Primavera* en el hemisferio Norte, es *otoño* en el Sur, y viceversa.

En el hemisferio Norte las estaciones del año se corresponden, aproximadamente, así:

- Equinoccio de primavera: 21 de marzo (sol se encuentra en Aries).
- Solsticio de verano: 22 de junio (sol en Cáncer).
- Equinoccio de otoño: 23 de septiembre (sol en Libra).
- Solsticio de otoño: 22 de diciembre (sol en Capricornio).



Duración aproximada del día y la noche, a unos 45° de latitud, en la fecha de equinoccios y solsticios (hemisferio Norte).

En los equinoccios se igualan la noche y el día en duración (12 horas cada uno).

En el solsticio de verano el día es más largo (unas 15 horas).

En el solsticio de invierno el día es más corto (unas 9 horas).

Es muy curioso como los campesinos han adjudicado refranes para las cuatro estaciones del año, buscando como referencia el santoral. Citaremos:

- *Primavera*: «San José (19 de marzo), esposo de María, hace la noche igual al día».
- *Verano*: «Sin engaño, la noche de San Juan (24 de junio) es la más corta del año». Luego el día será el más largo.
- *Otoño*: «Por San Mateo (21 de septiembre) tanto veo como no veo».
- *Invierno*: «Hacia Santa Lucía (13 de diciembre) la más larga noche y el más corto día».

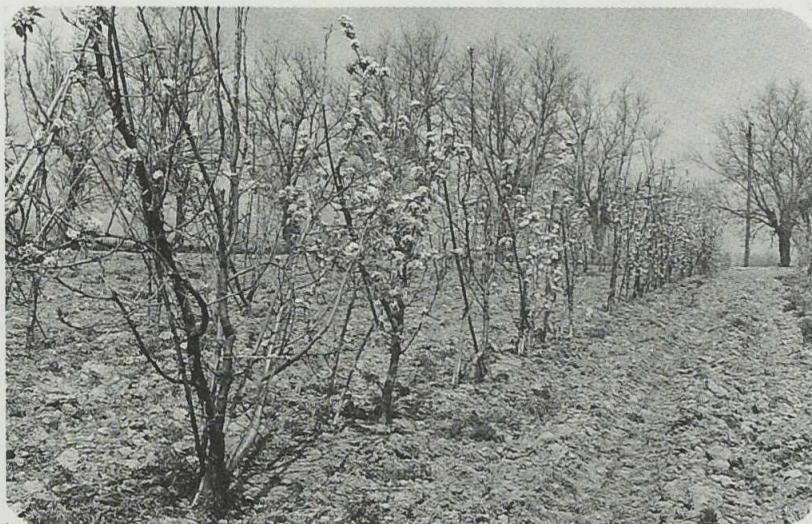
La atmósfera obedece, aunque con cierta inercia, a esta variación estacional de la altura del sol y su correspondiente caldeo, a lo largo del año, de forma tal que la primavera es el *despertar* de la Naturaleza y el otoño el *apaciguamiento*. Esta graduación la expresan muy bien los ingleses con dos palabras muy persuasivas:

- *Primavera=Spring* (resorte). La savia y la sangre se ponen en marcha y es un despertar del mundo animal y vegetal. Llegada y canto de aves emigrantes; primeros vuelos de los insectos; aparición de reptiles; época de nidos para los pájaros; celo en los animales; frecuentes nubes y chaparrones alternando con períodos soleados. En resumen, atmósfera inestable.
- *Otoño=Fall* (apaciguamiento). La Naturaleza se prepara para la parada invernal. Caída de las hojas; recogida de los últimos frutos secos; se marchan las aves; letargo de reptiles e insectos; tiempo brumoso y temporales de lluvia. En conclusión, atmósfera estable.

Inercias meteorológicas

Es curioso que el calentamiento y enfriamiento de las tierras y los mares presenta un desfase o inercia respecto a la altura del sol sobre el horizonte y a la mayor o menor longitud de los días en las estaciones del año.

La tierra se calienta y enfría mucho más rápidamente que el agua. De ahí que poda-



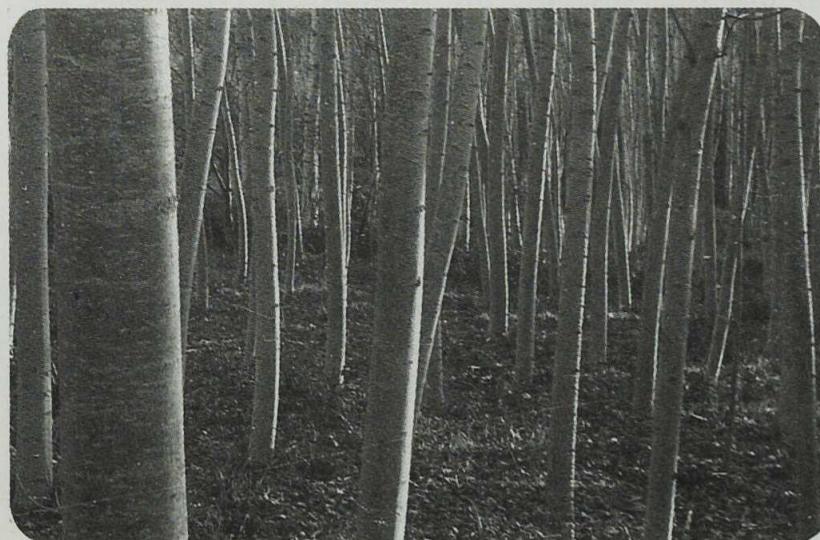
mos hablar de tierras cálidas o frías, frente a mares templados y frescos.

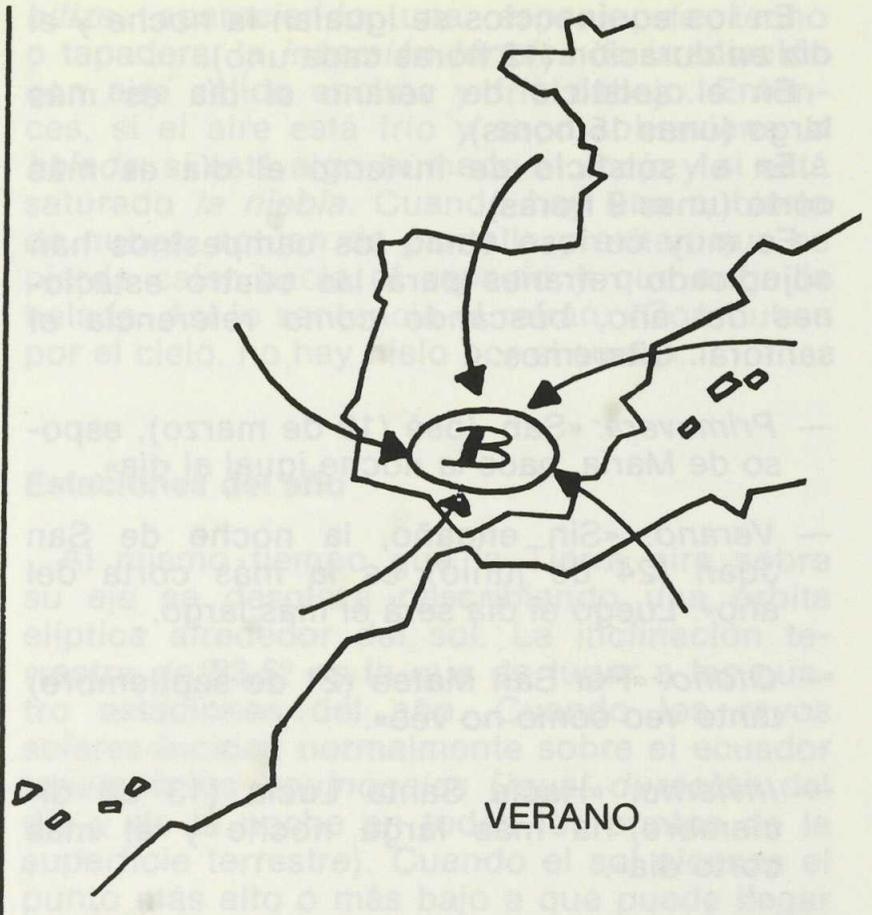
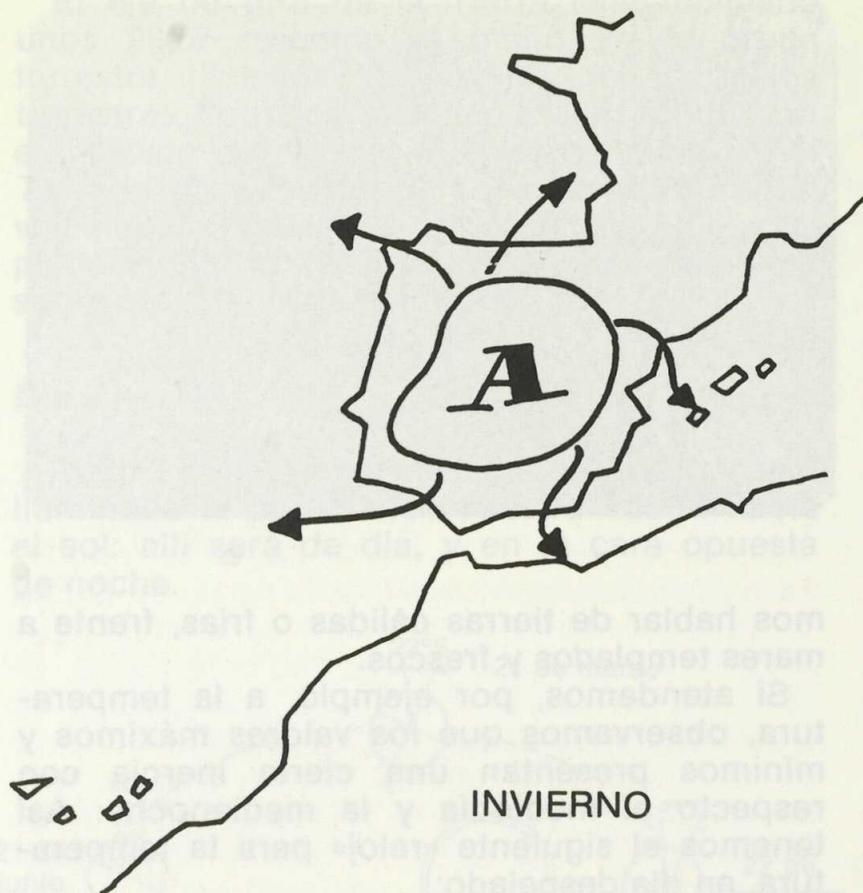
Si atendemos, por ejemplo, a la temperatura, observamos que los valores máximos y mínimos presentan una cierta inercia con respecto al mediodía y la medianoche. Así tenemos el siguiente «reloj» para la temperatura, en día despejado:

- *Temperatura máxima*, se registra de 3 a 4 horas de la tarde. (Máxima altura del sol a las 12 horas).
- *Temperatura mínima*, se registra hacia las 6 de la madrugada, después de la media noche.

Algo parecido ocurre con los períodos más cálidos y fríos del año. En España, podríamos citar el siguiente «calendario»:

- *Máximos calores*: entre 25 de julio (Santiago) y 10 de agosto (San Lorenzo); mientras que el verano comenzó el 21 de junio.
- *Fríos más intensos*: entre el 17 de enero (San Antón) y 14 de febrero (San Valentín); en tanto que el invierno empezó el 22 de diciembre.





Efecto monzónico de la Península Ibérica: A) Anticiclón en meseta. Fuente de aire frío y seco hacia la costa. B) Baja térmica en Extremadura-La Mancha. Sumidero de aire cálido hacia el interior.

Si atendemos a la distribución de los vientos también existe una relación diurna y estacional. Por ejemplo, en nuestras zonas costeras del Mediterráneo es muy acusado el régimen diurno de *brisas*:

- *Diurna*: la Tierra está cálida y el mar fresco. La brisa sopla del mar hacia el interior, haciendo el ambiente suave en la playa. De 11 de la mañana a 6 de la tarde.
- *Nocturna*: Tierra fría y mar templado. Brisa sopla de tierra hacia el mar. De 11 de la noche a 7 de la mañana.

Análogo efecto existe en las brisas de montaña: de día el aire sube del valle por la ladera; de noche desciende de la cima al valle.

Otro ejemplo *estacional* lo tenemos en el efecto *monzónico*; muy típico en la India e Indonesia; También en el golfo de Guinea y en el Brasil.

- *Invierno*: El continente está frío y el océano, templado. El monzón del NE, sopla frío y seco desde Mongolia y Tibet al océano Índico (enero a abril).
- *Verano*: El continente está cálido y el océano fresco. Monzón del SW, sopla cálido y húmedo desde el océano Índico hacia el

interior de Asia; la muralla montañosa del Himalaya desencadena potentes nubes de desarrollo vertical con notables diluvios: «época de las lluvias». (Junio a septiembre).

La Península Ibérica actúa también como un continente en miniatura y tiene acusado efecto monzónico en las estaciones:

- *Invierno*: Anticiclón en el interior, con aire frío y denso (en ambas Mesetas de Castilla), que escurre hacia el litoral. Tiempo seco y despejado.
- *Verano*: Baja térmica que forma una pequeña depresión en Extremadura y La Mancha, que absorbe el aire templado y húmedo de zonas costeras hacia dentro de la Península. Puede dar lugar a régimen de tormentas cuando la atmósfera es inestable y llega aire húmedo.

Todo lo comentado pone de manifiesto la relación mutua entre Astronomía-Meteorología, con su carácter generador en cuanto a la variación en el *tiempo de un día* y el carácter climático de una *estación del año*. Bajo este aspecto estacional pudiera crearse un calendario climatológico de validez permanente, que sería una buena orientación para el agricultor.

Lorenzo García de Pedraza
Agrometeorólogo