

**HOJAS DIVULGADORAS**

**MADRID**  
**JUNIO 1965**  
**N.º 11 - 65 H**

# **TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LAS TIERRAS**

**Lorenzo García de Pedraza**  
Meteorólogo.



**MINISTERIO DE AGRICULTURA**

## TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LAS TIERRAS

El suelo es de una importancia capital para la vida de las plantas. Como los hombres y animales se alimentan de vegetales, llegamos a la conclusión de que es el suelo, a través de las plantas, el punto de origen de nuestra alimentación. La calidad y constitución de los alimentos vegetales depende en gran parte de la calidad y constitución del suelo.

El vegetal vive sobre el suelo influido a su vez por el clima. En resumen, suelo y clima son los factores que regulan el crecimiento del vegetal. Cuando retiramos las cosechas del campo nos llevamos con las plantas los elementos minerales del suelo (nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, etcétera) que forman parte de las sustancias vegetales y la tierra sufre, por lo tanto, un desgaste de los principios nutritivos y es preciso ayudarla mediante abonos.

Dejando aparte la constitución de los suelos, vamos a ocuparnos en esta publicación de la influencia de los factores meteorológicos en el aprovechamiento y modificación de suelos.

Para simplificar el camino en lo posible, nos detendremos especialmente en dos factores: la temperatura y la precipitación atmosférica, que son los que más influencia suelen ejercer sobre la planta, como concretamente reza nuestro refranero: «Agua y calor, tesoro del labrador».

### **El vegetal, vínculo de unión entre aire y suelo.**

En la tierra tienen las plantas una parte importante de sus alimentos y de esa despensa se nutren por medio de sus raíces, pero además la planta es también tallo, hojas y flores y éstos quedan ya dentro de la propia atmósfera, de donde toman el resto de sus «alimentos» por medio de la

función clorofílica. El estudio de las condiciones de la capa de aire pegada al suelo y de las características meteorológicas del subsuelo, dentro ya de la tierra misma, es de importancia vital. La observación de este clima en miniatura por encima y por debajo de la superficie del suelo requiere instrumentos adecuados y métodos laboriosos. El estudio y

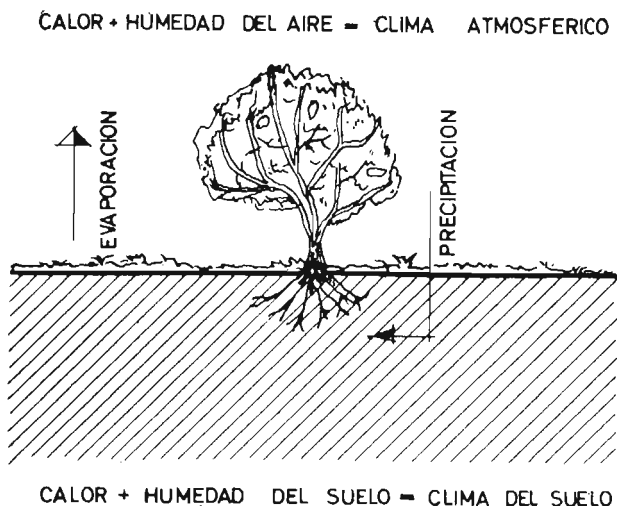


Fig. 1.—Esquema del microclima de una planta: tallo, hojas y flores viven dentro del aire, a la *intemperie*; las raíces se desarrollan en el interior de la tierra, condicionadas al «clima del suelo».

observación racional de ciertas variables meteorológicas: temperatura, humedad, evaporación, insolación, viento... a ras del suelo, y su interdependencia entre esta película de aire y el propio suelo, constituyen los estudios del «microclima» que rodea a las plantas.

En la figura 1 representamos esquemáticamente una planta. Los tallos, ramas y hojas están a la intemperie (dentro de la «temperie»). Con la palabra «temperie» vamos a expresar las condiciones atmosféricas de temperatura y contenido de humedad de la capa de aire que descansa sobre el suelo, es decir, el «clima atmosférico». Reservaremos la locución «clima del suelo» para dar idea del estado de la tie-

rra en cuanto a calor y humedad. Las raíces de una planta o una semilla en germinación quedan, pues, sometidas al «clima del suelo». Naturalmente, las condiciones de la superficie y el interior del suelo vendrán condicionadas y subordinadas al grado de calor y humedad del ambiente.

Hemos llegado así a bosquejar un verdadero «clima del suelo» y de él nos iremos ocupando en los próximos párrafos, haciendo especial hincapié en los factores calor y agua. La fuente primaria de calor es el sol; el agua es suministrada a los suelos por las precipitaciones atmosféricas (proceso natural) y/o por los riegos (proceso artificial).

## I. EL FACTOR CALOR

### **El calor del suelo.**

La energía solar que llega al suelo es la principal fuente de calor de que disponen los vegetales para su crecimiento. Por tanto, la radiación solar tiene una influencia decisiva en agricultura.

El aire deja pasar muy bien la radiación solar (onda corta); entonces, la superficie terrestre la recoge y absorbe, devolviéndola luego en forma de calor (onda larga). En consecuencia, las bajas capas de aire próximas al suelo se calientan por un proceso de «ida y vuelta» a expensas del calor que irradia la tierra después de haberlo recibido del sol. El suelo, en consecuencia, actúa como agente intermedio para caldear el aire que está en contacto con él. El efecto no es instantáneo, sino que hay un retraso respecto de la causa: las variaciones de temperatura suceden a las variaciones de insolación con período retardado; además, cada tipo de suelo tiene distinta capacidad calorífica y conductibilidad, lo que hace aún más complejo el problema.

La temperatura de la superficie del suelo está sometida a notables contrastes y varía según la cubierta vegetal, naturaleza del suelo, contenido de humedad, orientación, pendiente, color, etc.

Como el calor solar aumenta por la mañana y decrece por la tarde, ello tiene un amplio efecto en superficie; des-

pués de la puesta del sol predomina la radiación saliente sobre la entrante, y el suelo y las bajas capas atmosféricas se van enfriando progresivamente. Existe, pues, un marcado efecto entre el día y la noche. Y, naturalmente, otro anual, con marcados contrastes entre el verano y el invierno. En verano los días son largos y calurosos; en invierno, por el contrario, las noches son largas, con notable enfriamiento de la tierra y régimen de heladas o nieblas.

La propagación térmica hacia abajo, dentro de la tierra, sufre acusados decrecimientos: a partir de un metro de profundidad es bastante uniforme, y al alcanzar los

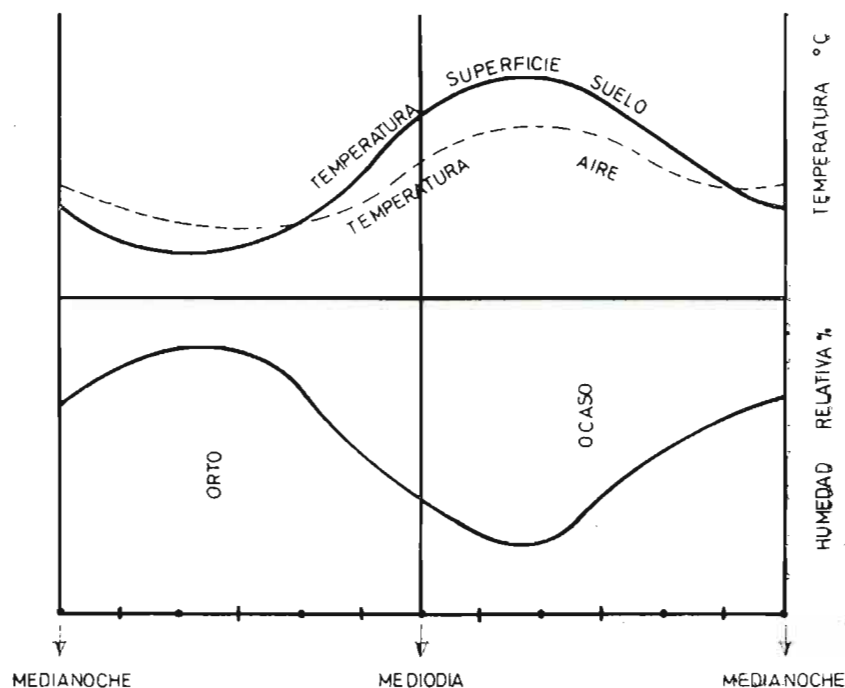


Fig. 2.—Oscilación diurna de la temperatura y humedad del aire próximo al suelo respecto a la salida (orto) y puesta (ocaso) del sol (condiciones normales).

10 metros está ya muy amortiguada y puede considerarse prácticamente como constante. Hay una regla que expresa que la temperatura a 10 metros de profundidad, dentro de

la tierra, viene a ser la media anual climatológica de la temperatura del aire en ese lugar; ello explica que los subterráneos y cuevas tengan un clima tan suave y estable, templado en invierno y fresco en verano, y se utilicen con éxito como almacenes y bodegas.

De todo cuanto llevamos dicho se infiere que al indicar la temperatura del suelo de un determinado lugar debe hacerse constar también la fecha, época del año y profundidad a que fué hecha la observación. Sin estas referencias no es posible la interpretación.

Insistimos: la superficie del suelo pierde rápidamente calor durante la noche y alcanza su valor mínimo por la mañana, a la salida del sol (la temperatura mínima suele registrarse entre cinco y siete horas). Según el sol se va elevando sobre el horizonte, se va caldeando el suelo que, a su vez, calienta por conducción el aire que está en contacto con él; hacia el mediodía el suelo ha alcanzado su máxima temperatura, pero el aire va desfasado en su calentamiento y la máxima temperatura se registra después (entre cuatro y seis de la tarde). Al atardecer, el suelo comienza de nuevo a perder más calor por conducción e irradiación que el que le entra por absorción y comienza de nuevo a enfriarse. Este ciclo periódico se repite día a día (véase figura 2). La humedad relativa viene a acusar una marcha inversa a la de la temperatura.

Las nubes atenúan la amplitud de las oscilaciones térmicas: de día, al interceptar la insolación, disminuyen el valor máximo; por la noche, como se oponen al enfriamiento, atenúan al mínimo. De aquí que los climas muy nublados, por ejemplo Galicia o las Vascongadas, presenten unas temperaturas suaves, sin grandes contrastes entre frío y calor.

En invierno, las intensas heladas resquebrajan y levantan la tierra, y con ella la planta que sostiene, resecaando además el suelo. Por ello es preciso, al llegar la primavera, calzar las plantas mediante labores de cava y aporcado, que tapen las raíces y les proporcionan humedad.

La nieve que cubre el suelo actúa como una pantalla de protección térmica. A causa de su pobre conductibilidad limita la pérdida de calor por irradiación de la tierra, lo cual es muy importante para conservar la vegetación abrigada y en estado latente debajo de la cubierta de nieve. Un proverbio ruso dice: «El trigo está tan confortable debajo de la nieve como un viejo enfundado en un abrigo de pieles». La capa de nieve actúa así como aislador, evitando que el frío del aire a ras de tierra penetre en el subsuelo y que el calor de la tierra se pierda en el aire. Cuando el calor de la tierra sube hacia arriba, la capa de nieve se va licuando lentamente y proporciona una estupenda aportación de humedad y tempero a las tierras. Esta acción beneficiosa la define concretamente el refranero: «Año de nieves, año de bienes».

Fig. 3.—Hay un refrán castellano que dice: «No vienen mal las nevadas que guardan de las heladas».



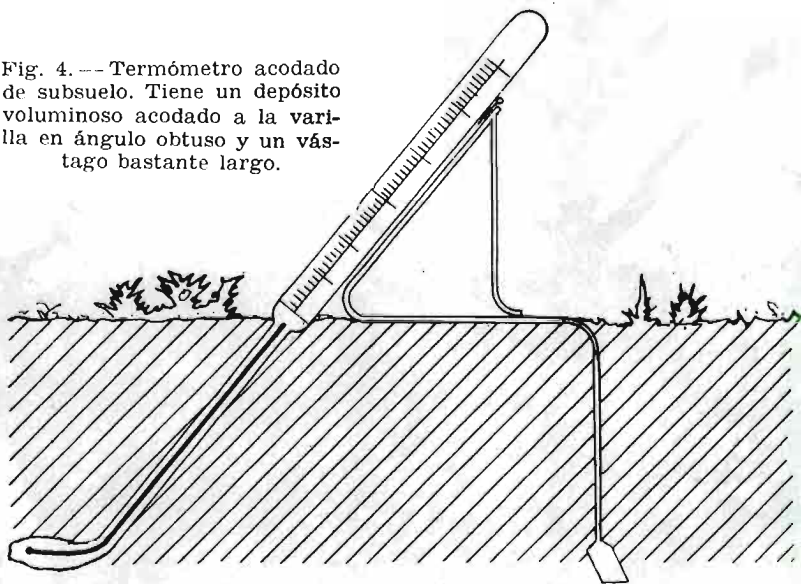
### Medida de la temperatura en el interior del suelo.

La superficie del suelo juega un gran papel en el intercambio entre la energía solar, que no podemos ver, y la temperatura del aire, que podemos medir y controlar. Pero el conocer la temperatura en el interior del suelo es importantísimo, tanto en los primeros pasos de la germinación de la planta como cuando ésta está ya desarrollada. La temperatura de la zona de las raíces es básica en el rendimiento y producción de los cultivos.

Es más fácil medir la temperatura del subsuelo que la del aire, pues no se precisa largo tiempo de exposición ni tampoco hay que proteger el termómetro de la radiación directa. Es interesante conocer la temperatura del suelo a varios niveles, especialmente a 10, 20, 50 y 100 centímetros; para ello se han diseñado termómetros especiales. Citemos algunos de ellos:

a) Termómetro acodado (fig. 4). Tiene un depósito grande, situado bastante lejos del vástago y formando án-

Fig. 4. -- Termómetro acodado de subsuelo. Tiene un depósito voluminoso acodado a la varilla en ángulo obtuso y un vástago bastante largo.



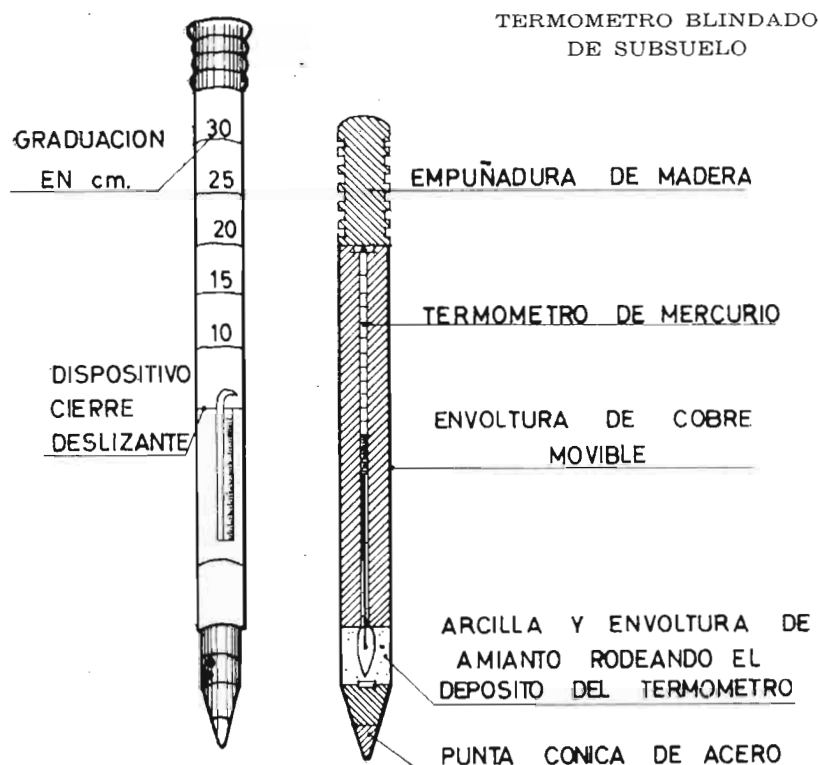


Fig. 5.—Termómetro blindado para observaciones de temperatura en el interior del suelo. La temperatura a la profundidad de las raíces es muy interesante en Agrometeorología y su observación requiere cuidados especiales.

gulo obtuso con éste. Puede leerse sin necesidad de extraer el aparato del terreno. Tiene el inconveniente de que al helarse el terreno en invierno puede romperse; además, al tener la columna termométrica fuera del suelo, da también un pequeño error, debido al caldeo del aire exterior.

b) Termómetro blindado (fig. 5). Viene a tener unos 40 centímetros de longitud y va rematado en una caperuza de cobre terminada en forma puntiaguda para que penetre fácilmente en el suelo. El termómetro es de mercurio y va cerrado en un estuche de cobre y rodeado de amianto; además, la empuñadura está recubierta de material aislador,

para que no le afecte la lluvia. A través de una mirilla puede hacerse la lectura de la escala. Este termómetro tiene una pronunciada inercia térmica; la temperatura ambiente afecta primero a la envoltura; luego, al cobre y, finalmente, al termómetro en sí. Por tanto, se precisa algún tiempo para que tome la temperatura del subsuelo; al sacarle debe hacerse rápidamente la lectura, para que no le afecten la radiación solar ni la temperatura del aire.

Si no se dispone de modelos especiales, puede recurrirse a un termómetro corriente metido en pocitos practicados en el suelo a varias profundidades. El depósito debe ir recubierto de una sustancia poco conductora del calor (parafina, amianto...), cuyo poder aislante no es suficiente para impedir el completo intercambio de temperatura en los largos ratos que el aparato está hundido en su instalación, pero sí lo es para que en el corto tiempo que dura la lectura, el aire circundante no afecte al termómetro. Además, es condición esencial que la tierra no se apisone contra el termómetro; ello se evita revistiendo el pozo con una vaina de madera.

Para medir las temperaturas a grandes profundidades del suelo se utilizan termómetros eléctricos de diseño especial.



Fig. 6. — La mayoría de los semilleros de hortalizas se preparan sobre «camas calientes».

### **La materia orgánica.**

La materia orgánica, además de suministrar principios nutritivos a los suelos y mejorar sus condiciones físicas, puede, en muchas ocasiones, contribuir a la regulación del clima interior de las tierras. Con estiércol *caliente* de caballo u oveja se consigue un clima artificial que caldea los suelos hasta temperaturas de 25° C. durante unos cuarenta días. Estas «camas calientes» suelen orientarse hacia el mediodía y se utilizan principalmente para invernaderos, cultivos precoces de hortalizas, semilleros, etc.

Cuando el suelo se hiele cambian sus características físicas: aumenta su resistencia eléctrica, cambia de color y textura. A veces la tierra se levanta y las raíces quedan al descubierto. El espesor de la capa helada puede medirse de una forma rudimentaria introduciendo en un agujero practicado en el suelo un tubo de goma humedecido: la parte de tubo que está escarchada indica el espesor de la capa de suelo helado.

Una capa de estiércol o de materia orgánica puede evitar que se hiele el suelo, sirviendo como aislante e impidiendo las pérdidas de calor por irradiación.

### **Distribución de la temperatura en el suelo.**

En la figura 7 se representa esquemáticamente la distribución de la temperatura media a lo largo del año, en un suelo de hasta tres metros de profundidad. En invierno (15 de enero), la temperatura del suelo aumenta continuamente según descendemos, a causa del intenso enfriamiento de las capas superficiales; en primavera (15 de abril), la curva es convexa hacia las más bajas temperaturas; la temperatura hacia el centro del estrato es más baja que en superficie; en otoño (15 de octubre), la distribución es contraria a la de primavera, y la curva es convexa hacia más altas temperaturas; en verano (15 de julio), la curva es contraria a la del invierno, con la superficie más cálida.

Cada suelo tendrá sus propias características térmicas, dependientes de su composición, orientación, humedad, cu-

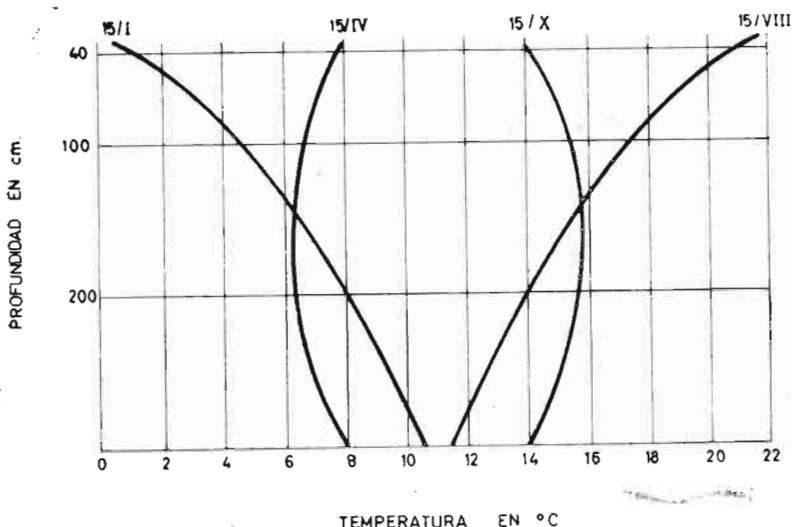


Fig. 7.—Distribución de la temperatura en el interior del suelo (entre la superficie y los dos metros) a lo largo del año.

bierta de nieve, etc. De aquí que sea muy interesante el conocer su régimen térmico a lo largo del año por medio de las lecturas de los termómetros de subsuelo. Con observaciones de varios años pueden construirse estadísticas climatológicas del suelo, de gran interés en Agrometeorología.

## II. EL FACTOR AGUA

Mirando el balance de agua con la totalidad de la atmósfera vemos que el vapor es transferido al aire por evaporación del agua de las superficies; cuando el aire húmedo se eleva tiene lugar, primero, la condensación, formándose las nubes; después se desprende de éstas la precipitación, en forma de lluvia, nieve, granizo...

La humedad del suelo siempre es devuelta a la atmósfera mediante la evaporación; el suelo recupera el agua por otro proceso distinto: la precipitación. El vapor de agua solamente vuelve al suelo cuando se deposita rocío o escarcha, pero esto es poco importante en comparación con el proceso normal de la precipitación.

La evaporación del agua en los suelos se activa con el calor y la aireación. Los charcos se mantienen mucho tiempo en invierno y duran poco en verano, en especial si sopla viento, que «korea» la tierra con rapidez.

La recogida y retención del agua en los suelos, conservando hasta la última gota que las nubes nos deparen, es de importancia capital. Para recoger la lluvia caída es necesario que la tierra se mantenga floja y bien labrada, a fin de que quede empapada la capa removida y después vaya filtrando a las capas inferiores. Ello implica una labor profunda antes de que lleguen las lluvias básicas de la siembra. Por otra parte, la planta actúa en el suelo como un pequeño grupo motobomba: recoge el agua con sus raíces, retiene en sus tejidos la que necesita y evapora por sus hojas el agua que le sobra.

El aumentar las reservas de agua de un suelo y el luchar contra la evaporación son dos de los problemas más difíciles con que se enfrenta el labrador.

El agua de las capas profundas del suelo va ascendiendo por capilaridad hacia capas más altas y secas, para acabar evaporándose a través de la capa de tierra seca que está en contacto con el aire.

En agricultura es más interesante la *oportunidad* que la *cantidad* de lluvia caída. Es, por tanto, importante conocer la suma anual y la frecuencia de distribución temporal de las precipitaciones. El que la lluvia llegue *donde y cuando* las plantas lo requieren es un fenómeno muy aleatorio; de aquí que el agricultor trate de conservar la humedad en los suelos por todos los procedimientos imaginables: barbecho, gradeo, rastra...

### **El barbecho.**

Para retener en el suelo el agua recogida de un año para otro se recurre a las labores de roturado y barbecho, práctica de cultivo muy tradicional y generalizada en nuestras tierras de secano. En esencia consiste en labrar la tierra durante varios meses, a fin de mantener el suelo mullido y permeable y que absorba bien el agua de las lluvias.

Después se recurre a los gradeos superficiales, desmenuzando la capa exterior del suelo y creando una verdadera «tapadera» de tierra suelta que impida la evaporación del agua almacenada en el suelo, eliminando simultáneamente las malas hierbas y evitando la pérdida de agua por transpiración de sus hojas (1). En muchas comarcas de la meseta castellana se repite continuamente la alternativa de «año y vez»: un año de barbecho y otro de siembra, lo cual encarece mucho la producción al obtener una cosecha cada dos años; sin embargo, esto viene siendo un mal necesario impuesto por las duras y adversas condiciones de clima y suelo.

El momento oportuno de la siembra está subordinado grandemente al clima. Los días suaves y soleados, después de las lluvias otoñales, son los que presentan mejores condiciones en el suelo—grado de humedad apropiado y suave temperatura—, lo que nuestros labradores llaman el «tempero» oportuno. Si las lluvias otoñales se retrasan, se debe sembrar pronto, aunque la tierra esté un tanto seca, pasando la grada después de sembrado, ya que el grano se conserva bien dentro de la tierra, para poder germinar más tarde, cuando lleguen las lluvias. En general, vale más sembrar pronto con tierra seca que tarde con tierra mojada. El testimonio del refranero se pronuncia en el mismo sentido: «Si lo temprano miente, lo tardío siempre; si algún añoerrarás, cuatro acertarás».

### Sequías e inundaciones.

La irregularidad en la distribución de las lluvias y su variabilidad en el transcurso de los años ocasiona los desastrosos efectos de las sequías (falta de lluvias) o de los encharcamientos e inundaciones (por abundancia de agua: lluvias copiosas y persistentes, o bien cortas y torrenciales).

---

(1) Actualmente se cree que el mayor efecto de las labores en la disminución de la evaporación se realiza a través de la supresión de las malas hierbas. La rotura de la costra parece que tiene poco efecto en la conservación del agua, salvo cuando el terreno presenta grietas algo profundas.

Por lo que a la sequía respecta, se podría hablar de dos tipos de ésta:

a) Escasez de precipitaciones y temperaturas anormalmente altas. Cuando transcurren períodos de hasta tres meses consecutivos sin lluvia y además las temperaturas son muy elevadas, o soplan vientos persistentes del Sur que roban y evaporan el agua del suelo y las plantas. Las primaveras muy tempranas en calor dejan los suelos secos y ásperos, marchitan la hierba de los prados y merman y arrebatan las espigas. Como un reciente ejemplo de ello podríamos citar el malhadado mes de mayo de 1964, con un extemporáneo «golpe de calor» que dió máximas del orden de los 40° en el Sur y de 36° a 38° en Centro y Ebro, temperaturas más propias del «cogollo» del verano que de una primavera. Ello repercutió enormemente en la cosecha de cereales (muy escasa y con granos muy mermados), en la ganadería (crías atrasadas y muy bajo rendimiento en leche) y hasta en los insectos: fué un año muy escaso de abejas, mariposas, moscas..., al fallar las condiciones de humedad primaveral propicias a su desarrollo.

b) Falta de lluvias y tiempo muy frío. Es la asociada a los meses invernales de largos períodos de heladas que levantan y agrietan los suelos, o bien a los ciclos de vientos fríos y huracanados asociados a las «olas de frío». Estas sequías frías son menos dañinas para la agricultura; aunque los saltos atrás, hacia el frío, pueden dar lugar en primavera a que se «pasmen» leguminosas y cereales.

Nuestras lluvias se concentran, por lo general, en dos períodos: octubre a diciembre (lluvias de otoño) y de marzo a mayo (lluvias de primavera); ello hace que las corrientes fluviales lleven grandes caudales durante unos pocos días al año y en los restantes meses su dotación sea más reducida. Las avenidas y estiajes de muchos ríos del interior afectan notablemente a los suelos de sus cuencas. Además, la distribución de las lluvias de un año a otro es bastante anárquica en cuanto a época, y a ello se superpone la irregularidad tan manifiesta de las cantidades caídas en los distintos años. Estas anomalías tienen una acentuada repercusión so-

bre nuestros secanos y afectan también—en cuanto a reservas disponibles embalsadas—a las áreas de regadío.

Por citar algunos ejemplos de lluvias anormales, recordaremos el verano de 1959, en el que las tormentas se prodigaron con una persistencia inusitada, mojando reiteradamente las eras, pudriendo la paja, remojando y estropeando el grano... Los inviernos de 1961 y 1962 pasaron también a los archivos como muestras de antología en cuanto a cantidad de lluvia y períodos de precipitación de más de quince días consecutivos, repetidos hasta tres veces con ligeras mejorías intermedias. Como recuerdo quedarán las grandes riadas e inundaciones del Guadalquivir en Sevilla, del Ebro en Logroño y Zaragoza... Muchos terrenos sembrados quedaron completamente anegados y se perdieron; en algunas provincias hubo que volver a resembrar con cereales de ciclo corto hasta el 40 por 100 de la superficie total labrada.

### **Rocío y escarcha.**

La condensación de rocío es muy interesante para el suelo y también para la formación de césped y prados. Una planta que está marchita al final del día puede recobrar su urgencia y vida activa por el rocío nocturno. En climas poco lluviosos (100 a 300 milímetros anuales) y con precipitaciones muy mal distribuidas, puede llegar a ser decisiva la influencia del rocío.

En la umbría, a la sombra de arbustos o piedras que protejan del viento y del sol, se deposita fácilmente el rocío en invierno y primavera.

Un caso típico en España lo constituye Almería, de clima árido, pero con abundante humedad atmosférica en la zona próxima al litoral y donde el rocío mantiene zonas de hierba que se aprovechan para el mantenimiento de ovejas.

En noches encalmadas y despejadas, si la temperatura cae por bajo de los cero grados, en vez de rocío se deposita escarcha sobre el césped, las hojas de los árboles, las piedras, etc.

El rocío depositado durante doce horas puede formar

una capa de 0,1 a 0,3 milímetros de espesor; sin embargo, en las condiciones más óptimas, la cantidad total que se puede recibir por condensación al año no suele exceder de los 30 milímetros.

Las nieblas pueden también depositar sobre el suelo, árboles y objetos gran cantidad de gotitas de agua («nieblas lloronas»), especialmente si la niebla se extiende por un maizal, olivar, pinar, etc.

### **La evaporación de los suelos.**

La evaporación del agua hace que los suelos devuelvan a la atmósfera mucha de su humedad; se estima que de cada cuatro gotas de lluvia se pierden tres por evaporación. Si el suelo no retuviera el agua, la vida de las plantas dependería de la lluvia que cayese en cada momento. En los meses invernales la lluvia caída supera a las necesidades de suelo y plantas, y la reserva de agua crece hasta que el exceso se pierde por drenaje a profundidades mayores, fuera del alcance de las raíces. En cambio, en verano la evaporación es enorme, se acaban las reservas de agua del suelo y sobreviene el marchitamiento, si la planta es de secano.

Es muy interesante el concepto de «evapo-transpiración» potencial, correspondiente a la suma de agua evaporada por



Fig. 8.—El cultivo bajo plástico protege del frío y evita las pérdidas por evaporación.

el suelo y a la transpirada por la planta. Se mide en milímetros de altura (o en su equivalente en litros por metro cuadrado), lo mismo que la lluvia. Los «lisímetros» son grandes macetas especialmente acondicionadas y donde se cultivan plantas que se riegan con cantidades determinadas de agua. El agua empleada es la suma del agua de lluvia y los riegos, disminuída en el agua de drenaje, en los casos en que éste haya tenido lugar; el agua evaporada es la del suelo y la liberada por la planta a través de sus hojas. Los resultados obtenidos por medio de estas *muestras* pueden luego extrapolarse a todo un campo o parcela.

### Medida de la humedad en el interior del suelo.

Se ha tratado de medir la humedad del suelo tomando muestras de tierra a distintas profundidades y desecándolas en el laboratorio para hallar, por diferencia de peso, el agua contenida en cada una. Ya se comprende lo penoso de este método y la gran delicadeza que su empleo requiere.

La resistencia que el suelo ofrece para desprenderse del agua y cedérsela a las plantas es asunto del máximo inte-

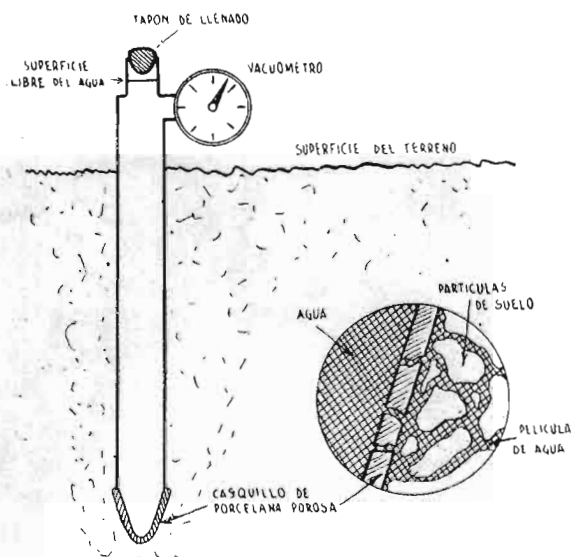


Fig. 9.—Esquema de la instalación y funcionamiento de un «tensiómetro».

rés. Se determina con unos aparatos llamados *tensiómetros* (figura 9). Esencialmente están formados por una cápsula de porcelana que va al final de un tubo lleno de agua que se introduce en el suelo al nivel que se desee; en el extremo superior de este tubo va un manómetro. Si el suelo cede agua, ésta pasa a través de la cápsula de porcelana y eso lo marca el manómetro; por el contrario, si la tierra está seca y absorbe humedad, el agua que contiene el tubo se sale de la cápsula, creándose un vacío parcial que también acusará el manómetro. Como el agua del suelo forma una película sobre cada partícula de la cápsula de porcelana porosa, cuando el suelo se deseca las películas se mantienen unidas al suelo con más fuerza, transmitiendo la tensión al interior del agua contenida en el instrumento, lo que da una lectura *alta*. Por el contrario, cuando el agua alcanza el casquillo, se reduce la tensión y la lectura del manómetro es más *baja*. La escala de los tensiómetros va dividida de 1 a 100 (en centésimas de atmósfera). Antes de instalarlos se llenan de agua los tensiómetros y se espera una media hora hasta que el casquillo de porcelana que cierra el tubo esté bien humedecido (el nivel del agua debe rebasar la conexión del tubo con el manómetro); luego se aprieta fuertemente el tapón de llenado y, haciendo un agujero en el terreno (mediante una barra o sonda), se introduce en él el casquillo, asegurándose de que la cápsula de porcelana queda en íntimo contacto con la tierra.

En general, los tensiómetros son de utilidad para saber la cantidad de agua que hay en el suelo a disposición de las raíces de las plantas. De sus indicaciones se deducirá si hay o no que regar, y hasta cuándo.

En Norteamérica están muy generalizados varios tipos de tensiómetros, a los que denominan «irrigómetros» (figura 10), y su venta comercial está muy extendida entre los agricultores y hortelanos. En España, los «irrigómetros» sólo se han venido utilizando hasta el presente con fines experimentales.

En la figura 11 damos un esquema de instalación de irrigómetros para llevar el control de la humedad del suelo a

dos profundidades y eliminar posibles conjeturas. Sus indicaciones pueden tomarse como guía de *cuándo* y *cuánto* hay



Fig. 10.—El «irrigómetro». Aparato práctico para determinar la humedad del suelo y administrar los riegos en los cultivos.

que regar para mantener la humedad óptima a la altura de las raíces. Ello permite una buena administración del agua.

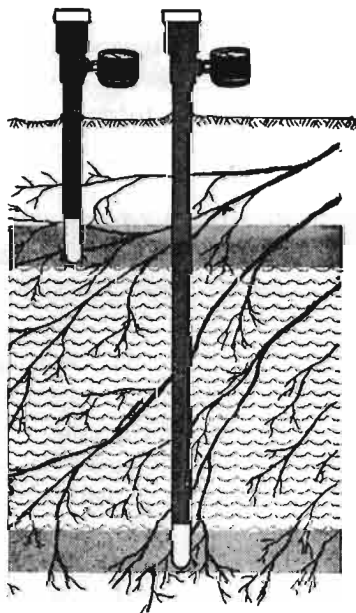


Fig. 11.—Instalación de dos «irrigómetros» a diferentes profundidades, para controlar el grado de humedad del suelo en la zona de las raíces.

de riego y nos da un índice bastante apreciable del efecto de la lluvia en el terreno.

El irrigómetro es, pues, una «raíz artificial» que actúa como detective de la humedad del suelo (fig. 12).



Fig. 12.—El aspecto seco de la superficie del suelo puede inducir a la creencia de que sea necesario un riego. Con el empleo de los «irrigómetros» se puede establecer de una forma racional si las raíces disponen de suficiente humedad.

El Servicio de Conservación de Suelos viene haciendo una estupenda labor para frenar la pérdida de agua y sus efectos de erosión cuando ésta es arrastrada en forma de torrenteras. El agricultor puede hacer mucho en este sentido: debe arar sus tierras inclinadas no de arriba para abajo (con los surcos imitando las tejas de un tejado), sino atravesando la pendiente (a media ladera), con lo que cada lomo se opone al camino del agua y le obliga a llenar el surco. Este método de arar según «fajas de nivel» y el de construir *bancales* que sirvan de muro de contención a un terraplén y permitan cultivar en las plataformas, son otros tantos intentos de nuestros campesinos para conservar los suelos y el agua en ellos almacenada. También la repoblación forestal tiene gran importancia para fijar y regular el agua de lluvia.

La humedad del suelo es un problema muy complejo, íntimamente relacionado con las lluvias, la permeabilidad de las tierras (arena, arcilla, humus...) y la evaporación.

### **El complejo agua-calor en los suelos.**

En resumen, en términos simplificados, podemos reducir el estado del «clima del suelo» al del complejo humedad-temperatura y a sus relaciones de interdependencia. Naturalmente, existen otros factores meteorológicos que actúan sobre los suelos: vientos, heladas, lluvias..., pero indirectamente sus efectos quedan reflejados también en el par *agua-calor*, y a su medida práctica utilizando los «irrigómetros» y los «termómetros de subsuelo», respectivamente.

La *permeabilidad* para el agua y la *conductibilidad* para la temperatura serán muy distintas de uno a otro tipo de suelo. Hay gran diferencia entre los suelos negros de las regiones húmedas y frías (donde predominan los restos de vegetación descompuestos y arrastrados por el agua) y los suelos castaños de las regiones cálidas y secas (con poca materia orgánica y escaso arrastre de lluvias); sin embargo, la composición de las dos rocas de que provienen estos suelos puede ser la misma, pero el hecho de encontrarse una en Asturias y la otra en Murcia—por ejemplo—les hace estar sometidas a procesos climáticos muy diferentes, lo cual lleva consigo una acción muy distinta de los factores biológicos y de erosión. Es así como el *clima regula el campo*, al actuar sobre los cultivos y los suelos.

Para una planta dada existen una temperatura y humedad óptimas dentro de sus ciclos vegetativos; conocidos la temperatura y la lluvia normales puede observarse la influencia combinada de ambas sobre el suelo y el rendimiento de la cosecha. Por ejemplo: cálido y húmedo (buena y precoz); cálido y seco (deficiente); frío y seco (mala); frío y húmedo (atrasada), etc. Naturalmente, según la planta y especie, estas consideraciones variarían ampliamente.

Volvemos a insistir que la temperatura del suelo afecta a la germinación y desarrollo de la planta y a veces al des-

arrollo de los huevos y larvas de insectos dañinos (langosta, escarabajo de la patata, etc.). Las más apropiadas temperaturas para la aparición de las colonias de insectos suelen ser de alrededor de 20° C., oscilando ampliamente entre 6° C. y 45° C. Los suelos cálidos de primavera favorecen notablemente la vegetación. Las bacterias del suelo no empiezan a ser activas hasta que la temperatura rebasa el escalón de los 8° C. Por lo que a la humedad respecta, un suelo con lluvia menor de 200 milímetros se considera como árido, y con lluvias superiores a 900 milímetros, como húmedo (hay que tener también en cuenta la evaporación desde el suelo y el poder de retención del agua por las tierras.

En fin, la humedad y temperatura del suelo no son sólo factores limitativos, sino definitivos, para muchos cultivos. En determinadas épocas del año se presentan condiciones óptimas de sazón y buena disposición de las tierras para las labores y la sementera. Estas oportunas y propicias condiciones del ambiente y del «clima del suelo» las conocen muy bien los agricultores y las designan con el nombre genérico de «tempero».

**PUBLICACIONES DE CAPACITACION AGRARIA**

Bravo Murillo, 101. Madrid-20.

# LA PROPORCION ADECUADA ENTRE FORRAJES Y CONCENTRADOS ES FUNDAMENTAL PARA OBTENER BUENAS PRODUCCIONES DE LAS VACAS LECHERAS



Los alimentos concentrados son indispensables para que las vacas den gran cantidad de leche, y no pueden ser sustituidos totalmente por forrajes, aunque éstos sean de muy buena calidad.

He aquí una regla para saber la cantidad de forrajes y piensos concentrados que deben suministrarse a las vacas:



Se les ha de dar un kilo de concentrados por cada tres litros de leche que la vaca produzca por encima de nueve litros diarios.

Por ejemplo: Si una vaca da 15 litros de leche al día, debe recibir en forrajes todo lo necesario para producir los nueve primeros litros y mantenerse el animal, y, además, dos kilos de una mezcla de alimentos concentrados, para elaborar con ellos los seis litros de leche restantes que produce.

