

que desempeñan las capas extensas de nubes en los niveles alto y medio. Estos tipos de nubes predominan en gran parte de la atmósfera tropical, y parecen ser clara evidencia de que son fuentes no adiabáticas activas de calor. De importancia para la confección de modelos numéricos fueron, un estudio sobre modelos de flujo de masas de nubes y una propuesta para el diseño de esquemas de conservación de la diferencia de energía en la vertical dada en coordenadas sigma. Finalmente, se presentaron unos análisis lagrangianos de la posición de las boyas a la deriva para el período enero-julio de 1979.

Consideraciones finales

La celebración del simposio tuvo lugar en una época en que acababa de terminar la fase de observación del FGGE, por lo que es lógico que la repercusión de la base ampliada de datos en tiempo real durante 1979 en las operaciones de predicción haya oscurecido cualesquiera otros resultados preliminares de investigaciones más fundamentales. Es evidente que la experiencia del FGGE ya está repercutiendo en la planificación de los futuros sistemas de observación en el hemisferio sur. En particular, ahora que los meteorólogos operativos han comprobado por sí mismos las ventajas de la red de boyas a la deriva, se puede asegurar que en el futuro se hará todo el esfuerzo necesario para ampliar esta red.

No obstante, resulta útil examinar los trabajos presentados en el simposio a la vista de los objetivos del FGGE (véase el *Boletín de la OMM*, Vol. XXVIII, Núm. 1, pág. 6). Es alentador observar que ya están en marcha los trabajos encaminados al logro de estos objetivos. Además, según las indicaciones preliminares, basadas en gran medida en las series de datos de los Niveles II-a y III-a, existe la confianza de que los objetivos del FGGE se cumplirán con toda probabilidad.

LA FINALIDAD DE LA METEOROLOGIA AGRICOLA

Por N. GERBIER*

Es ya costumbre que el presidente entrante de una comisión técnica escriba un artículo en el *Boletín de la OMM* al poco tiempo de su nombramiento. He elegido como tema de mi contribución la finalidad de la meteorología agrícola. Aunque muchos meteorólogos y agrónomos, junto con un creciente número de agricultores, se van dando cuenta de la importancia de la meteorología agrícola en la economía mundial, su alcance, objetivos y medios no son con frecuencia lo suficientemente conocidos. Intentaré precisarlos en este artículo.

Alcance de la agrometeorología

La agrometeorología puede ser considerada como el conjunto de medios científicos y tecnológicos que, mediante la explotación conjunta de los datos agronómicos y meteorológicos, proporciona a los agricultores medios útiles para una mejor gestión de su explotación.

* El Sr. Gerbier es el Jefe de la Unidad Agrometeorológica del Servicio Meteorológico Nacional de Francia. Fue elegido Presidente de la Comisión de Meteorología Agrícola de la OMM en su séptima reunión, en septiembre de 1979.

La acción de los procesos agrometeorológicos se extiende desde aquellas capas del suelo susceptibles de influir en el desarrollo y crecimiento de las plantas más arraigadas hasta las capas medias de la atmósfera, donde pueden llegar las esporas, pólenes e insectos.

Aplicaciones

La aplicación de la agrometeorología comprende dos aspectos principales: (a) hacer comprender a los responsables de la agricultura, a todos los niveles, la influencia que tienen los factores climáticos en la producción; y (b) garantizar la utilización racional del conocimiento de los factores climáticos a la hora de tomar decisiones. El primer aspecto se podrá llevar a cabo mediante la investigación y el desarrollo. El segundo supone las aplicaciones prácticas con vistas a reducir al mínimo los efectos adversos (o aumentar los efectos beneficiosos) del clima, y también a conseguir los métodos y equipos de cultivo óptimos.

Los principales campos de aplicación se pueden agrupar en siete apartados:

Orientación regional de la agricultura.— Los datos agroclimatológicos son esenciales para evaluar el potencial agrícola de una región en función de su localización y de los tipos de producción (división en zonas pedoclimáticas). Tales datos pueden ayudar a la introducción de nuevas variedades de cultivos, de métodos o equipos que se adapten mejor a las condiciones locales, particularmente en lo que respecta a la irrigación y al drenaje. También pueden servir para poner de manifiesto las necesidades de investigación en estos campos.

Selección de una orientación técnico-económica a plazo medio en agricultura.— Esto implica establecer una comparación entre el clima real y las exigencias ecoclimáticas de los tipos de productos que se consideran, así como la introducción de criterios climáticos en los modelos de planificación agrícola.

Técnicas de producción agrícola (vegetal o animal) y forestal.— Aquí se trata de la adaptación de los métodos y equipos de cultivo a las características físicas del medio ambiente, teniendo particularmente en cuenta la frecuencia y duración de los períodos del año agrícola que son favorables para el cultivo, abono, labranza o recolección de la cosecha. Como corolario, se incluye la realización de estas actividades en la época más adecuada, basándose en observaciones meteorológicas recientes y en las predicciones a corto plazo.

Prevención de enfermedades.— Se debe tener en cuenta la influencia del clima tanto en los agentes patógenos como en sus portadores. Los equipos de prevención y la frecuencia de las intervenciones fitosanitarias dependen en parte de las condiciones climáticas, mientras que la decisión de intervenir depende de la situación atmosférica de los días precedentes y de las predicciones para las próximas horas o días. Los parámetros más importantes a tener en cuenta son la temperatura, el viento, la precipitación y la humedad. Asimismo, las informaciones meteorológicas y climáticas resultan muy útiles en la fase crítica “del establo al campo”, que es cuando los animales son particularmente sensibles a las enfermedades.

Administración de los recursos hídricos.— En colaboración con los demás usuarios, se deben buscar soluciones para un mejor aprovechamiento del agua disponible. La

elección y las dimensiones de un sistema de irrigación, el emplazamiento de un depósito de reservas y la instalación de una red de drenaje dependen, por una parte, del consumo de agua de los cultivos (y, por tanto, de la insolación, del viento y de la temperatura), y por la otra, de la aportación natural debida a la precipitación. El empleo de la irrigación se debe basar en los parámetros atmosféricos medidos durante un período suficiente que permita seguir las evoluciones del balance hídrico y, consecuentemente, las reservas utilizables del agua del terreno.

Desarrollo rural.— Determinadas actividades relacionadas con el desarrollo rural, tales como la tala de bosques o la eliminación de los setos, son capaces de modificar el clima a escala local (por ejemplo, el grado de evapotranspiración). Podría ser muy útil determinar la cuantía de estos cambios y su repercusión en la productividad.

Prevención de los daños debidos a la meteorología.— Antes de sembrar los cultivos sensibles a las variaciones atmosféricas o climatológicas, se deberá hacer un estudio para determinar la frecuencia con que se presentan situaciones adversas y definir las áreas menos afectadas por ellas (en función de los tipos de cultivos y de la sensibilidad de sus diversos estados fenológicos). Estos estudios deberán servir para la elección de los equipos de prevención más adecuados. Deben tomarse en consideración las actividades de modificación artificial del tiempo (tales como la intensificación de la precipitación o la lucha contra el granizo), basadas en datos meteorológicos y climatológicos.

Para obtener el máximo beneficio de las posibilidades que ofrece la agrometeorología en cada uno de los campos mencionados, hay cuatro formas de actuación que se deben definir y poner en práctica:

- *Análisis técnico de las necesidades* formuladas por los agricultores y por los responsables, a nivel regional o nacional, de la agricultura y de la Administración. Definición de los proyectos de investigación a realizar.
- *Programas conjuntos de investigación agronómica y meteorológica* encaminados a afrontar las exigencias concretas que no puedan ser resueltas con las técnicas disponibles.
- *Formación profesional en agrometeorología*, lo que constituye un aspecto esencial, puesto que es necesario formar agrometeorólogos competentes, junto con instructores y asesores agrícolas, así como capacitar a los mismos agricultores. La utilización racional de la información agrometeorológica implica, de hecho, la participación activa del usuario (toma de datos, interpretación de avisos o de recomendaciones), lo cual exige unos determinados conocimientos básicos. Sin una sensibilización y una formación a todos los niveles, los esfuerzos de unos pocos especialistas serían vanos.
- *Evaluación de la influencia económica* de los programas agrometeorológicos proyectados y determinación de las prioridades.

Repercusión de la información agrometeorológica

Esta repercusión se manifiesta lo mismo al nivel de agricultores individuales que a niveles agrícolas regionales y nacionales, siendo también importante para la planificación del desarrollo.

En el caso de los agricultores individuales, el uso racional de la información agrometeorológica se refleja: (a) en una elección más juiciosa de los productos agrícolas, de equipos y de técnicas de cultivo; (b) en la adaptación de las prácticas agrícolas a las características del clima local (por ejemplo, en el conocimiento de los días o períodos en que se pueden realizar ciertas labores y en una estimación objetiva de los riesgos climáticos, permiten al agricultor planificar su trabajo de forma más conveniente); (c) en una explotación más económica gracias a la reducción de pérdidas (en la producción, fumigación, abonos, energía, etc.), debidas a las condiciones climáticas adversas, o por el contrario, utilizando mejor los períodos favorables; (d) en el aumento de la productividad en cada explotación así como en la obtención de una cosecha de mejor calidad; y (e) en la reducción de la mano de obra al suprimir las labores innecesarias.



El Sr. N. Gerbier, presidente de la Comisión de Meteorología Agrícola.

A nivel regional y nacional, la información agrometeorológica debe de contribuir a: (a) una evaluación objetiva del potencial agrícola de cada zona pedoclimática homogénea; (b) proyectar una orientación más racional de la producción agrícola, los programas de desarrollo (tales como irrigación, drenaje y cortavientos) y el equipamiento en cada zona; (c) la regularización de la producción para asegurar un abastecimiento más uniforme de los mercados, suavizando así las fluctuaciones de los precios que no benefician ni al productor ni al consumidor; y (d) facilitar un abastecimiento más uniforme a las industrias alimentarias en aval.

Influencia de los factores atmosféricos en la producción agrícola

La producción agrícola depende de la combinación e interacción de cuatro elementos principales, a saber:

- El terreno, incluyendo la fauna y la flora;
- Las condiciones climáticas.
- La materia biológica, incluyendo los agentes patógenos vegetales o animales.
- Las técnicas agrícolas, incluyendo la cría de ganado, la selvicultura, etc.

Necesidades en materia de redes y datos de observación

Dado que la agrometeorología trata de las interacciones entre el medio ambiente natural (atmósfera y suelo), los tipos de producción y procedimientos de cultivo, se requieren dos categorías de datos: climatológicos y agronómicos.

Parámetros

En la primera categoría están los valores medios o extremos diarios, o de períodos de varios días, de los parámetros físicos de la atmósfera, es decir la temperatura, la precipitación, el contenido de vapor de agua en el aire, la insolación, la radiación, la evapotranspiración, la turbulencia y la acumulación de agua. En esta categoría también están la frecuencia con que ocurren los fenómenos atmosféricos (niebla, nieve, granizo, tormentas, heladas, precipitación y niveles umbrales de la humedad del aire), así como la duración de ciertos fenómenos (humidificación de las partes de las plantas expuestas al aire, heladas, precipitación y niveles umbrales de la humedad del aire).

Los datos agronómicos se subdividen en tres categorías: los relativos a la pedología, a la biología y a los métodos de cultivo.

Los datos pedológicos conciernen: (a) a las características hídricas e hidrodinámicas del terreno (capacidad de retención, punto de agostamiento, reserva útil y reserva fácilmente asequible); (b) a las características térmicas (conductividad térmica para diversos grados de humedad, relación calor-masa); y (c) al estado de la superficie del suelo (compacto, labrado, abonado con paja o estiércol, cobertura temporal o permanente, etcétera).

Los datos biológicos incluyen: (a) el estado de las cosechas en lo que se refiere a su desarrollo y plagas; (b) la fecha de transición entre estados fenológicos, determinada de manera objetiva y uniforme; (c) las medidas biométricas; y (d) los rendimientos.

Los datos sobre los métodos de cultivo comprenden: (a) los procedimientos y fechas de preparación del terreno; (b) los métodos de fumigación y aplicación de fertilizantes; (c) la instalación de sistemas de protección contra riesgos meteorológicos tales como heladas y sequías; y (d) las modalidades y fechas de recolección.

Metodos de recogida de datos

Los datos climatológicos, para que sean comparables, coherentes y útiles, deben de ser recopilados y reunidos siguiendo unos procedimientos precisos y normalizados, utilizando equipos que den resultados compatibles. El conjunto de estaciones de observación cuyos datos se reciben en un organismo determinado se denomina red de observación. La densidad de la red no siempre es suficiente, y sería de desear la instalación en cada región experimental de unas pocas (digamos entre dos y cinco) estaciones agroclimatológicas, para medir y registrar las temperaturas bajo techo, así como a varios niveles por encima y por debajo de la superficie del suelo, la humedad del aire (períodos en que se sobrepasa un determinado umbral), la radiación solar, el contenido de agua en el suelo, la evapotranspiración y el viento. Las medidas físicas de este tipo deben complementarse con observaciones fenológicas relativas a las plantas silvestres y cultivadas.

Los datos agronómicos en el campo de la pedología requieren la preparación de do-

cumentos de trabajo entre los que se incluyen fichas de observaciones sobre el terreno (completadas generalmente con descripciones de las características geomorfológicas, geológicas e hidrológicas de la zona, así como con anotaciones sobre el clima, la vegetación y el medio ambiente humano). La creación de un fichero de datos agronómicos debe tener dos objetivos: (a) formar una colección de datos que, por estar normalizados, permitan la realización de estudios comparativos (entre lugares, variedades, años, etc.) cubriendo al mismo tiempo las diversas necesidades de la profesión agrícola; y (b) acumular información de diferentes procedencias (tales como de las personas dedicadas a esta profesión, de los institutos técnicos y de los investigadores), con objeto de aumentar la utilidad y la diversidad de los estudios necesarios para el desarrollo de nuestros conocimientos agronómicos.

La naturaleza de la información destinada a la agricultura

La eficacia práctica de las informaciones agrometeorológicas implican el cumplimiento de las cinco condiciones siguientes:

- (I) El conocimiento de la sensibilidad que presentan los diversos cultivos a los factores climáticos.
- (II) La capacidad técnica del servicio agrometeorológico para suministrar la información requerida (frecuencia con que ocurren ciertos fenómenos meteorológicos o predicciones que tengan un grado satisfactorio de fiabilidad).
- (III) Medios para la rápida difusión de la información, que es algo de lo que no siempre disponen unos usuarios tan diseminados como son los agricultores.
- (IV) Formación profesional básica que permita al usuario la interpretación correcta de la información recibida.
- (V) La posibilidad de que el agricultor haga una selección racional basada en la información que se le suministra.

Conclusión

Hemos examinado en los párrafos anteriores el fin y los objetivos de la meteorología agrícola, así como los medios necesarios para garantizar su desarrollo, para asesorar a los agricultores, y para llevar a cabo la evaluación del potencial agrícola de nuevas regiones suficientemente homogéneas en lo que respecta al clima y al terreno. Pero no nos forjemos ilusiones. Los recursos necesarios para su puesta en práctica son importantes, y, en la mayoría de los casos no habrá más remedio que proceder de forma gradual. Si bien, en numerosos países no existen demasiados problemas para la utilización de datos meteorológicos, por lo menos a escala sinóptica, no se puede decir lo mismo sobre los datos agronómicos. Solamente mediante la estrecha colaboración entre agrónomos y meteorólogos, será posible establecer progresivamente un fichero operativo que agrupe a la vez los datos agronómicos y meteorológicos de algunos lugares seleccionados, y que tenga en cuenta el clima, el terreno y los cultivos. Se debe comenzar con los medios disponibles, sin perder nunca de vista la meta operativa. Esto se podría conseguir eligiendo pequeñas regiones experimentales, a las que habría que dotar de los recursos necesarios en materia de datos y de personal cualificado que permitan facilitar asistencia meteorológica a los agricultores.

Los datos operativos, la formación del personal y la sensibilización de los usuarios, constituyen los puntos de partida indispensables para una asistencia meteorológica a las actividades agrícolas operativas y estructuradas.

Una vez cumplidas estas condiciones, podremos mirar hacia adelante, por una parte para el aumento progresivo de la producción de alimentos en los países en desarrollo mediante un mejor conocimiento de su potencial agrícola, y, por otra parte, con vistas a mejorar la distribución, el almacenamiento y conservación de los productos perecederos y el tratamiento más racional del ganado (condiciones sanitarias de los animales y producción de carne). Evidentemente, la agrometeorología constituye un medio indispensable para resolver el urgente problema de aumentar la producción mundial de alimentos y, en consecuencia, eliminar el hambre existente en el mundo.

Vigilancia Meteorológica Mundial

Sistema Mundial de Telecomunicación

Los avances realizados en el SMT, según los informes de los Miembros, son los siguientes:

- Circuito regional Melbourne-Yakarta (satélite) 75 baudios, en febrero de 1980.
- Circuito regional principal Bangkok-Tokio (satélite) 75 baudios, en marzo de 1980.
- El Centro Regional de Telecomunicación automático de Beijing, que entró en servicio en enero de 1980.

La terminación del circuito regional entre Melbourne y Yakarta completa la red de circuitos punto a punto de la Región V, lo que contribuirá al rápido y eficaz intercambio de información a través del conjunto del SMT. Esta es la primera de las asociaciones regionales que completa su plan de establecimiento de la red meteorológica y de telecomunicación regional. Por esta razón debe felicitarse a los Miembros de la Asociación Regional V.

Conferencia Mundial Administrativa de Radio

A la Conferencia Mundial Administrativa de Radio (CMAR) de la UIT, celebrada en Ginebra del 24 de septiembre al 5 de diciembre de 1979, asistieron delegaciones representantes de los organismos internacionales de telecomunicación, de entidades privadas de explotación de servicios y de organizaciones internacionales. También asistió una representación de la OMM. En la conferencia se estudiaron los reglamentos y asignación de frecuencias de radio para los diferentes servicios. Los temas de interés directo para la OMM fueron las asignaciones de frecuencias para fines meteorológicos y oceanográficos (incluyendo los satélites meteorológicos). Hay que hacer notar que la Secretaría había invitado a los representantes permanentes a que establecieran contactos con sus respectivas autoridades nacionales de telecomunicación para hacerles