

ENSEÑANZA Y FORMACIÓN EN METEOROLOGÍA AGRÍCOLA – ESTADO ACTUAL Y NECESIDADES FUTURAS

Por J. LOMAS*

Introducción

La meteorología agrícola es una ciencia interdisciplinaria con un papel fundamental que desarrollar en la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales y en los esfuerzos para fomentar el desarrollo sostenible en el siglo XXI. El número y la calidad de personal técnico y profesional cualificado en meteorología agrícola son, por tanto, factores críticos ya que la eficiencia de cualquier servicio de meteorología agrícola está determinada por la competencia y las cualificaciones de su personal. Este artículo presenta una breve visión de conjunto del estado actual de la enseñanza y la formación, junto con una proyección de las necesidades futuras en la enseñanza y formación agrometeorológica, y se basa en la conferencia pronunciada en la XII Sesión de la Conferencia de Meteorología Agrícola celebrada en Accra, Ghana (febrero de 1999).

El objetivo y propósitos de la meteorología agrícola se establecen en la *Guía de Prácticas Agrometeorológicas* (1981) de la Organización Meteorológica Mundial. Los dos propósitos fundamentales son:

- aumentar y utilizar completamente nuestro conocimiento de los procesos atmosféricos y los relacionados con éstos para optimizar la producción agrícola, aumentando la rentabilidad y reduciendo riesgos, obteniendo la mejora de la cantidad y la calidad de las cosechas y la producción ganadera;
- ayudar a conservar los recursos naturales y proteger el medio ambiente.

Limitaciones a la aplicación de la meteorología agrícola

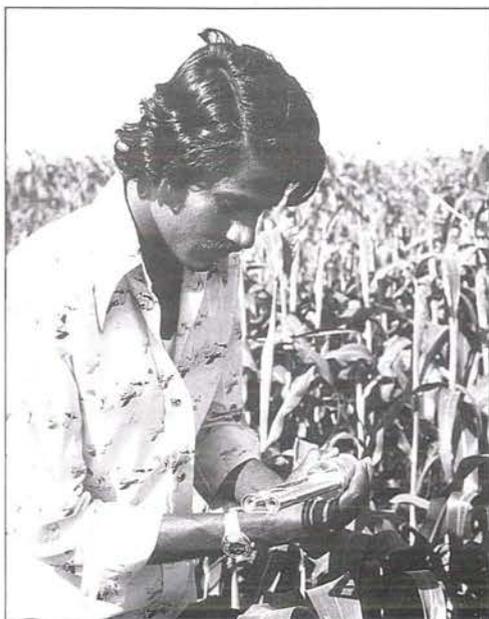
Decker (1994) revisó el desarrollo histórico de la meteorología agrícola desde el año 1800. Aunque el estudio se dirige a las experiencias

de EE. UU., su análisis y proyecciones se aplican a los acontecimientos que se producen en otras regiones del mundo. Concluía diciendo que los intentos para establecer los servicios meteorológicos especiales para la agricultura en EE. UU. no han sido totalmente satisfactorios. La razón por la cual el programa del servicio meteorológico nunca se ha expandido no es evidente (Decker, 1994), pero la falta de coordinación y de cooperación puede ser una razón. Se ha informado de la falta de cooperación interministerial en África, Asia y Latinoamérica por parte del Instituto de Cooperación para la Meteorología Aplicada, incluso en países en los que el Servicio Meteorológico forma parte del Ministerio de Agricultura.

Por otra parte, los esfuerzos de cooperación entre el Servicio Meteorológico y el Ministerio de Agricultura pueden tener éxito según se ha visto en Israel (Cohen, A., comunicación personal). El programa se introdujo en 1985 y precisó de una media de 400-500 asesores diarios.

El exceso de producción de algunos productos agrícolas básicos y las implicaciones económicas de los costes de almacenaje pueden ser otra razón para la falta de financiación de un servicio que tiene como objetivo aumentar la producción agrícola. Sin embargo, la falta de personal adecuadamente formado en todos los niveles, especialmente en la industria agrícola y hortícola, puede ser otro obstáculo para la aplicación de la meteorología agrícola. Wieringa (1996) mostró que, en Holanda, donde la información y datos de las previsiones están disponibles a través de enlaces de datos, pocos de los varios cientos de asesores agrícolas se suscribieron al Servicio Holandés con un coste anual de 200 ecus. Varios motivos pueden postularse para esta situación en una economía agrícola muy desarrollada tecnológicamente. La primera razón es que los asesores saben poco sobre meteorología para apreciar o aplicar esta información (Wieringa, 1996). Esta situación también se dio en Europa occidental y en EE. UU. (Perry, 1994). Otro aspecto puede ser la falta de justificación económica para la aplicación de la información meteorológica a las labores agrícolas (Mauder, 1989).

* Centro de Formación Meteorológica Regional, Bet Dagan, Israel



La recopilación de datos micrometeorológicos en las cosechas del campo constituye uno de los requisitos fundamentales en la formación agrometeorológica.

Foto: M. V. K. Sivakumar

Parece haber una serie de razones para el escaso uso de los Servicios de Meteorología Agrícola por parte de la comunidad agrícola sensible al tiempo:

- falta de cooperación entre las instituciones que proporcionan la información y los asesores pertinentes y los responsables de su transferencia a la comunidad agrícola;
- insuficiente enseñanza y formación de la comunidad de usuarios, incluidos los servicios asesores agrícolas, que proporcionan asesoramiento específico a partir de la información general del tiempo;
- ausencia de un beneficio económico para la utilización de asesores de meteorología agrícola.

Estado actual de la enseñanza y la formación

Instituciones académicas

La meteorología agrícola como asignatura se enseña a estudiantes no licenciados en pocas universidades. Una serie de éstas poseen meteorología agrícola como una opción principal

para la obtención de un Magíster en Ciencias y en algunas universidades Doctorado en Ciencias. Es interesante observar que la mayoría de las universidades que proporcionan el Magíster y el Doctorado en Meteorología Agrícola se dedican a las ciencias agrícolas y no a las ciencias meteorológicas o atmosféricas. Por tanto, es natural que los universitarios continúen sus actividades profesionales en el campo de la agricultura y las ciencias biológicas.

Sin lugar a dudas hay excepciones en las que los titulados en meteorología (físicos y matemáticos en el nivel de licenciatura y de magíster) siguen su formación en meteorología agrícola (en el nivel de magíster y doctorado), principalmente en el campo del continuo suelo/plantas/atmósfera y de la física medioambiental. Un enfoque evidente se observa en la India, donde la agrometeorología se ha aceptado como una asignatura perteneciente a la ciencia agrícola por el Consejo Hindú de Investigación y Enseñanza Agrícola. El Consejo ha identificado la meteorología agrícola como una asignatura fundamental y ha fomentado la creación de departamentos separados de meteorología agrícola en las universidades agrícolas del Estado.

Un nuevo e interesante desarrollo en meteorología agrícola ha sido el concepto de la cooperación entre las universidades africanas y las universidades de los países industrializados (Stigter *et al.*, 1995). El objetivo del denominado "modelo picnic" para la enseñanza y formación de postgrado, ha sido fortalecer la capacidad sostenible de investigación de las universidades africanas (Olufayo *et al.*, 1998). El campo de investigación y aplicación meteorológica agrícola en conjunto elegido para comprobar el modelo se conoce como "mejora de técnicas tradicionales de microclimática" (MTTM).

Stigter *et al.* (1995) sugirió que deben seguirse algunas normas para establecer una colaboración viable y sostenible entre investigación y enseñanza. Una valoración realista es esencial para la contribución de este esfuerzo en las prioridades nacionales de investigación y formación, así como la capacidad en infraestructuras de la universidad a la que se ayuda. Para finalizar, el programa de cooperación entre universidades tiene, desde el principio, que considerar el proceso de reducción progresiva de los elementos expatriados y la institucionalización de la investigación dentro del marco de la universidad a la que se ayuda.

Centros de formación activa

La formación activa (formación recibida esporádicamente durante el empleo) juega un papel importante en la actualización del personal del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SNMH) con la utilización de tecnologías y métodos de adquisición y análisis de datos recientes y la renovación de los conocimientos y las técnicas adquiridas por el personal de meteorología agrícola hace tiempo. Existen muchos centros de formación activa en los Servicios de Meteorología para los distintos niveles. La OMM ha publicado planes de estudios destinados fundamentalmente para los profesionales de la Meteorología y su correspondiente material docente. La OMM reconoció 19 Centros Regionales de Formación Meteorológica (CRFM) que proporcionan instalaciones para la formación de los países miembro en distintos campos de la meteorología, incluida la meteorología agrícola, y en distintos idiomas. Los CRFM de la OMM donde se imparten cursos de meteorología agrícola están en Argelia, Argentina, Barbados, Brasil, China, Egipto, Filipinas, India, Irak, Israel, Kenia, Níger, Nigeria y República Islámica del Irán.

Existe una considerable heterogeneidad entre los cursos de formación activa proporcionados por los distintos países miembro, no sólo con respecto a los planes de estudio sino también con respecto al objetivo del programa de formación y su duración. Para el personal técnico, la meteorología agrícola normalmente se presenta como una rama aplicada de la climatología que incluye una visión general de dos o tres horas. Para el personal titulado, normalmente, no hay instalaciones de formación activa a nivel nacional exceptuando los países miembros de la OMM más grandes (*École Nationale de la Météorologie*, Toulouse, Francia; Instituto de Hidrometeorología, Odessa, Federación Rusa; Departamento Indio de Meteorología, Pune, India; CRFM, Bet Dagan, Israel; Instituto de Formación Meteorológica, Nairobi, Kenia). Los planes de estudio son más uniformes y, normalmente, se siguen los proporcionados por la OMM que son más especializados. Se ha revisado y actualizado el material docente y pronto lo publicará la OMM (Wieringa y Lomas, 1999).

El CRFM en Bet Dagan, Israel, ha desarrollado un programa especializado de meteorología agrícola. La formación tiene una duración relativamente corta (cuatro a seis semanas) y es a nivel de postgrado. Debe ponerse atención especial en la aplicación de la meteorología en

la comunidad agrícola y la demostración de estas prácticas en condiciones de campo.

Meteorología agrícola: necesidades futuras

La meteorología agrícola se ha transformado, durante los últimos cien años, desde una ciencia descriptiva a una ciencia cuantitativa que utiliza principios físicos y biológicos. Sin embargo, la aplicación operativa de la meteorología agrícola se ha retrasado por la falta de cooperación de los servicios agrícolas y por el escepticismo de la comunidad agrícola. Además, en la mayoría del mundo desarrollado, el exceso de producción de algunos productos agrícolas y el interés creciente en la ecología rural ha moderado el rendimiento y la utilización de los servicios meteorológicos agrícolas que fueron "hechos a medida" para obtener una producción máxima. El desarrollo de programas eficaces de enseñanza meteorológica agrícola sigue siendo un reto para el siglo XXI. Es importante que se desarrollen para circunstancia específica, ya que los requisitos en las distintas regiones difieren sustancialmente.

Antes de diseñar los programas de formación en meteorología agrícola, es necesario asegurar las necesidades de los usuarios. Una vez identificadas, verificadas y puestas en forma de prioridades las necesidades de formación, debe seguirse una formulación por escrito de los objetivos docentes. El éxito de un programa de formación dependerá del grado en que se identifiquen y documenten los objetivos (Gagne y Briggs, 1979).

Debido a la reducción de los recursos económicos para la formación en meteorología agrícola, existe la urgente necesidad por parte de las instituciones de los países desarrollados de llevar a cabo programas de formación en colaboración con las instituciones de países en desarrollo como ya demostró el proyecto MTTM. Esto ayudará a mejorar los recursos disponibles ya que hay programas de formación en los países desarrollados especialmente confeccionados para países en desarrollo. También hay necesidad de volver a valorar la capacidad de las instituciones de formación en las naciones en desarrollo para realizar tales cooperaciones. Los informes de valoración del programa MTTM podrían utilizarse como punto de partida (Stigter et al., 1995).

El desarrollo de vínculos entre las universidades de una región para compartir cursos y

oportunidades de investigación para los titulados son componentes que deberían explotarse. Hay varias vías para alcanzar estos objetivos. Primero, un estudiante puede visitar una institución cooperante y realizar cursos que no estén disponibles en su institución de procedencia. Segundo, una institución puede ofrecer una serie de cursos cortos para estudiantes con sistemas de créditos e invitarlos durante unas semanas para seguir dichos cursos. De modo similar, podrían establecerse acuerdos de cooperación entre las instituciones de los distintos países para trabajar juntas en la enseñanza de los estudiantes (Blad, 1994).

Aunque puede ser demasiado prematuro disponer de una licenciatura en meteorología agrícola en EE. UU. (Blad, 1994), los meteorólogos agrícolas deberían involucrarse activamente en los programas de licenciatura y en las disciplinas relacionadas para ayudar a preparar a los estudiantes en sus estudios superiores en meteorología agrícola. Los cursos introductorios para no licenciados estimularán el interés en meteorología agrícola y enseñarán a los estudiantes los principios básicos necesarios para la toma de decisiones racionales y fundadas en agricultura, medio ambiente y otros temas de importancia para la sociedad actual y futura. La Universidad de Dar-es-Salaam, República Unida de Tanzania, por ejemplo, ofrece instrumentación y física medioambiental como cursos intro-

ductorios. La Universidad del Estado Libre de Orange, Sudáfrica, ya ofrece una licenciatura en meteorología agrícola.

La evaluación es un factor extremadamente importante de cualquier programa de formación y enseñanza y debería realizarse en todos los programas de formación meteorológica agrícola para determinar hasta dónde se han alcanzado los objetivos. La evaluación de la formación implica la recolección sistemática de la información descriptiva y crítica necesaria para tomar decisiones eficaces relacionadas con la selección, adopción, valoración y modificación de las distintas actividades docentes. Esta información desempeña un papel fundamental en el control de calidad del sistema de formación proporcionando retroalimentación sobre la efectividad de los métodos de formación utilizados, el alcance de los objetivos tanto de los docentes como de los discentes y si se han satisfecho las necesidades originalmente identificadas a nivel institucional y del individuo.

Los requisitos científicos humanos para la meteorología agrícola son pequeños cuando se comparan con los requisitos de la agronomía o de otros campos. El tamaño reducido convierte al campo de la meteorología agrícola en particularmente vulnerable a los recortes económicos por parte de los gobiernos. Por tanto, es probable que esta ciencia interdisciplinaria esté expuesta a una reducción de las asignaciones económi-



La formación en los métodos eficientes de la recopilación de datos agrometeorológicos, sobre todo en los países en vías de desarrollo, resulta crucial para la agricultura sostenible

cas, y que haya intentos para combinar las instalaciones de formación con otras ciencias relacionadas (fisiología/agronomía medioambiental y de las plantas) o de reducir el número de instituciones que proporcionan enseñanza y formación en meteorología agrícola. Si se produce esta situación, la cantidad de personal científico y de servicio dedicado a la meteorología agrícola se reducirá, especialmente en el mundo desarrollado. Los programas de formación activa necesitan preparar a los individuos para que se enfrenten a los retos. Además, es necesario desarrollar una infraestructura para entregar productos al agricultor. El futuro de la meteorología agrícola depende, en gran medida, de que se mantenga a los ciudadanos implicados e informados científicamente, para que reconozcan el papel fundamental que desarrollan los meteorólogos agrícolas en los importantes retos a los que se enfrentan todas las naciones. Esto exige la formación del usuario.

Perspectivas futuras

Suponemos que, exceptuando la agricultura de subsistencia, el objetivo principal de la meteorología agrícola es ayudar a la industria agrícola a producir reduciendo gastos y riesgos. Por tanto, el sistema designado debe ser sostenible en el tiempo, y el primer paso debe ser corregir la falta de conocimiento en meteorología agrícola a todos los niveles de la industria agrícola y hortícola. Esto puede ser difícil ya que los responsables de la enseñanza consideran que la enseñanza de la meteorología es sólo para los meteorólogos. El interés creciente en la sostenibilidad y en la ecología puede ser un momento adecuado para introducir algo de meteorología agrícola básica en el plan de estudios de las facultades universitarias de agronomía y en las escuelas agrícolas.

Se espera que en las universidades de los países desarrollados, en las que sea posible, la meteorología agrícola se situará en departamentos de ciencias medioambientales (según se ha hecho, por ejemplo, en la Universidad de Agricultura de Wageningen de Holanda) y no en los de agricultura como en el pasado. Esto conducirá a dar un mayor énfasis a los ecosistemas naturales gestionados y mucho menos a la producción de cosechas. La necesidad de graduados en meteorología agrícola en el mundo en desarrollo se espera que aumente debido a la importancia económica del sector agrícola en la economía nacional. Existe una urgente necesi-

dad de esfuerzos nacionales en estos países para mejorar la coordinación entre los servicios meteorológicos y los departamentos de extensión e investigación agraria (normalmente dependientes de distintos ministerios) para formar a la comunidad agrícola y hortícola y demostrar la aplicación del conocimiento ya disponible en meteorología agrícola tanto en las fases de planificación como de aplicación tecnológica. La instrucción básica en meteorología elemental falta en los programas formativos de profesiones sensibles al tiempo y al clima, como ocurre con la agricultura. En consecuencia, es necesario desarrollar un material docente adecuado para la meteorología agrícola que esté bien equilibrado entre las ciencias físicas y biológicas para los agrónomos y los asesores agrícolas. Éste debería incluir material adecuado para los técnicos en formación, así como para los estudiantes en programas más académicos.

Los SNMH necesitan desarrollar una información de meteorología agrícola y servicio de asesoría que tenga sentido y sea aplicable a la comunidad agrícola y que prepare a los individuos adecuadamente cualificados para prestar ese servicio. En muchos casos, los servicios suministrados son un subproducto de la información disponible sobre el tiempo y el clima, sin considerar las necesidades y requisitos específicos de las cosechas y de las labores que se llevan a cabo en la agricultura. Un buen ejemplo de una base de datos con sentido accesible al agricultor y aplicable es el *Atlas Agroclimático* de Irlanda de Collins y Cummings, 1996. En 1992, la Sociedad Norteamericana de Agronomía revisó el pasado, presente y futuro de la agrometeorología en EE. UU. Considerando la preocupación por la enseñanza, la investigación y los servicios en el campo, Hollinger (1994) concluyó que cuanto más se preocupe la comunidad agrícola de la información del tiempo y del clima más mejorará su rendimiento y habrá una mayor demanda de servicios meteorológicos agrícolas. Estos servicios incluirán la provisión de datos meteorológicos de gran calidad y en tiempo real, predicciones más descriptivas y más precisas orientadas a la agricultura y consultorías meteorológicas agrícolas para la comunidad agrícola.

La comercialización y la subcontratación son nuevas influencias que varían los modos tradicionales de funcionamiento de los SNMH. La presentación y venta de productos meteorológicos agrícolas, precisa de técnicos comerciales por parte de los meteorólogos agrícolas del

futuro que trabajen en un mercado libre y competitivo. Estos cambios fueron observados por Tennekes (1988) que siguió los desarrollos en el Reino Unido y Suecia. Por tanto, se necesitarán esfuerzos docentes y de formación adicionales en prácticas comerciales y en disciplinas de marketing.

La enseñanza y la formación no pueden considerarse como un esfuerzo a realizar una sola vez. La adquisición de conocimientos y destrezas debe considerarse como un proceso continuo a lo largo de la carrera personal. En base a esto, debería pensarse en una formación que se base en la competencia, especialmente para la meteorología agrícola aplicada. En algunos países, supone un cambio de un modelo "formativo" a uno "de mercado", en el que la formación se basa en los requisitos del cliente (la comunidad agrícola) y la demostración de "las técnicas". Las iniciativas de formación vocacional y docente han sido revisadas recientemente por Mottram (1995).

Finalmente, aunque se ha realizado un esfuerzo inicial para examinar el impacto de la enseñanza y de la formación en meteorología agrícola en el individuo (docente) y en la institución en la que trabaja (Lomas, 1998), el programa de evaluación necesita de un seguimiento detallado adicional, inmediatamente después de un proceso de enseñanza o formación, y de otro seguimiento, cuatro o cinco años más tarde. Esta evaluación indicaría el alcance al que han llegado los objetivos del proceso. Según nos aproximamos al siglo XXI, es fundamental analizar los resultados de los esfuerzos durante los 10 últimos años para planificar con más confianza el futuro. Además, es importante aprender cuántos individuos que han recibido formación siguen en este campo y cuántos están pasando sistemáticamente sus conocimientos especializados a sus subordinados y sucesores.

Referencias

- BLAD, B. L., 1994: Future directions and needs for academic education in agricultural meteorology. *Agric. and Forest Meteor.* **69**, 27-32.
- COLLINS, J. F. y T. CUMMINGS (Eds.), 1996: *Agroclimatic Atlas of Ireland*. Agriculture Building, University College, Belfield, Dublín 4, Irlanda, 190 pp.
- DECKER, W. L., 1994: Developments in Agricultural Meteorology as a guide to its potential for the 21st Century. *Agric. and Forest Meteor.* **69**, 9-25.
- GAGNE, R. M. y L. J. BRIGGS, 1979: *Principles of instructional Design*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- HOLLINGER, S. T., 1994: Future direction and needs in agricultural meteorology/climatology and modeling. *Agric. and Forest Meteor.* **69**, 1-7.
- LOMAS, J., 1998: Report on education and training in agrometeorology. CMAg, Accra, Ghana (en imprenta).
- MAUDER, W. J., 1989: *The human impact of climate uncertainty*. Routledge Publ. Co. Londres.
- MOTTRAM, J. P., 1995: Overview of the changing curriculum in the area of meteorology. En: *Symposium on Education and Training in Meteorology and Operational Hydrology*. WMM, Ginebra, 11 pp.
- OLUFAYO, A. A., C. J. STIGTER y C. BALDY, 1998: On needs in agrometeorology in intertropical Africa. Enviado para su publicación a *Agric. and Forest Meteor.*
- OMM, 1981: *Agricultural Meteorological Practices*. OMM, N.º 134, Ginebra, Suiza.
- PERRY, K. B., 1994: Current and future agricultural meteorology and climatology education needs of the USA. Extension Service. *Agric. and Forest Meteor.* **69**, 33-38.
- STIGTER, C. J., F. J. WANG'ATI, J. K. N'GANG'A y D. N. MUNGAI (Eds.), 1995: *The TTMI-Project and the "Picnic" Model: An Internal Evaluation of Approaches and Results and of Prospects for TTMI Units*. Wageningen Agricultural University, 251 pp.
- TENNEKES, H., 1988: Numerical Weather Prediction—illusions of security, tales of imperfection. *Weather* **43** (4), 165-170.
- WIERINGA, J., 1996: *Is Agrometeorology used well in European farm operations?* Cost 711 European Commission. Directorate General XII, 24 pp.
- WIERINGA, J. y J. LOMAS, 1998: *Lecture Notes in Agricultural Meteorology* (a publicar por OMM). □

