



## Micrometeorología: el clima bajo la lupa

El estudio de las interrelaciones entre la superficie y la atmósfera a una escala espacial y temporal pequeña resulta fundamental para entender el impacto del clima en las actividades humanas y la vida en la Tierra.

El INTA realiza diferentes análisis experimentales para conocer el potencial de su aplicación en el agro.

POR VALERIA GUERRA

La atmósfera y los fenómenos que tienen lugar en ella juegan un papel de gran relevancia en relación a la vida en el planeta, por ello el hombre siempre ha estado interesado en su estudio.

Los fenómenos meteorológicos pueden clasificarse según su duración y extensión espacial. Es de esta manera que los estudios desarrollados en meteorología y climatología abarcan las siguientes escalas: microescala (micrometeorología), mesoescala (tormentas, brisa de mar y tierra), escala sinóptica (frentes, ciclones) y escala planetaria (clima regional, circulación general de la atmósfera y el océano).

Todos estos fenómenos en sus diversas escalas se relacionan con la actividad agropecuaria. Sin embargo, los mecanismos por los cuales el ambiente interactúa con los seres vivos son esencialmente de corta duración en el tiempo y una extensión horizontal y vertical menor.

Natalia Tonti, investigadora y docente del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO) de la Facultad de Ciencias de Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN - UBA), afirmó que van "desde micrometeorología que son los fenómenos que se dan en las escalas más cortas de

tiempo (fenómenos de hasta una hora), y en el espacio del orden de un kilómetro, hasta el otro extremo de lo que estudia la meteorología que es la climatología, que es algo que está más difundido, que tiene que ver con el promedio de las variables meteorológicas en una región".

La micrometeorología tiene que ver con fenómenos de interacción entre la superficie y los primeros metros o kilómetros de la atmósfera. "Se trabaja siempre dentro de la capa límite, que es la capa de la atmósfera que está muy influenciada por la superficie y que es básicamente donde se realizan casi todas las actividades humanas", indicó Tonti.

## La micrometeorología tiene que ver con fenómenos de interacción entre la superficie y los primeros metros o kilómetros de la atmósfera.

La capa límite en la vertical puede estar entre 300 metros de noche, varía a lo largo del día y de las estaciones. En invierno y de noche son capas mucho más bajas, y en verano y de día son capas más altas que pueden llegar hasta los 3 kilómetros.

El estado del fluido es turbulento, lo que hace que la transferencia de intercambios de la superficie con la atmósfera suceda muy rápidamente, porque si no existiese la turbulencia, el mecanismo

sería tan lento que no podría haber vida.

De acuerdo con la especialista, "las escalas más grandes que se ocupan de las capas más altas de la atmósfera tienen un comportamiento del aire muy diferente al de la capa límite". Esa interacción tiene que ver con que tanto el tiempo depende mucho de cuál es la superficie sobre la que está el aire. Citó como ejemplo una ciudad muy desarrollada, un pastizal extenso, una zona agrícola o ganadera, y a partir de ello cómo se puede pensar en diferentes tipos de manejo.

Hay estudios donde se puede observar diferencias en variables meteorológicas según el tipo de cultivo. Dentro de estas variables o fenómenos se encuentran por ejemplo los flujos de calor como la evapotranspiración y cómo se transmite el calor desde la superficie hacia la atmósfera y viceversa, según el momento del día. Lo mismo ocurre con los flujos de agua, y flujos de gases como dióxido



### ¿Cómo se toman los datos?

La micrometeorología implica la descripción de un sistema distinto, con variables que cambian espacial y temporalmente de una forma muy rápida. Se necesita medir perfiles verticales y horizontales de velocidad del viento, temperatura y humedad.

Los instrumentos para medir fenómenos que ocurren tan rápido en el tiempo consisten en sensores muy específicos. La técnica principal mide el viento en tres: sus direcciones, la temperatura y las concentraciones de gases como vapor de agua y dióxido de carbono y metano. Las variables se miden en una frecuencia de 20 Hz, es decir 20 veces por segundo. Este tipo de mediciones permiten caracterizar los intercambios de calor, vapor de agua u otros gases entre la superficie y la atmósfera.

También se trabaja con instrumental convencional, donde las observaciones no son tan frecuentes, pero se encuentran en las estaciones meteorológicas como las sinópticas que se usan para estudiar el clima de un lugar, aunque la frecuencia de toma de datos es diferente. Se trabaja con promedios de observaciones tomadas a lo largo de 15 a 30 minutos.

"Para un estudio específico como la evapotranspiración en un cultivo o la radiación, se diseña donde se ubican los instrumentos según lo que se quiera analizar", expresó Mauro Covi, docente e investigador del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), FCEN - UBA. Y agregó: "Además hay superficies que no son homogéneas y hay que poder representarlas".

En ese sentido, el docente afirmó: "En general no da lo mismo cerca del borde que en medio del cultivo. Un cambio de suelo desnudo a un cultivo implica la adaptación de la atmósfera a los cambios que implica pasar de una superficie a otra". Para ello, hay distintos modelos para ver cómo crece la capa límite interna de una superficie.

de carbono y metano. "El conocimiento de estas variables según el tipo de manejo que se haga puede ser importante para decidir con más herramientas", aseguró Tonti.

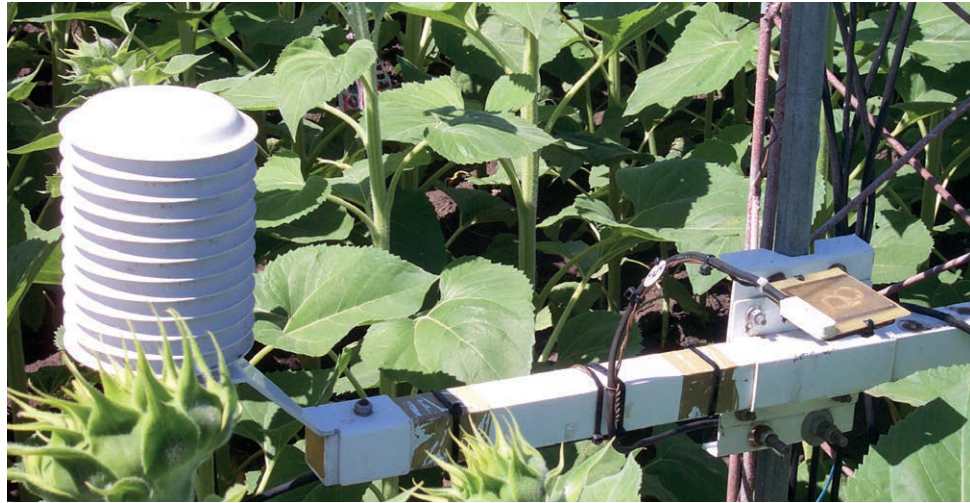
### SUS APLICACIONES EN EL AGRO

Las plantas cumplen un rol central en las partes continentales. Si bien el suelo logra evaporar agua desde su superficie, el grueso del agua que hay en el suelo solo la logran movilizar las plantas. Es un intercambio virtuoso entre la superficie y la atmósfera.

La micrometeorología permite diferentes aplicaciones en el agro, como medir la emisión de gases, la evapotranspiración para mejorar el riego, la dispersión de microgotas de productos por la turbulencia atmosférica, el transporte de fitopatógenos como la roya, la concentración vertical y horizontal de polen de

**"El conocimiento de estas variables según el tipo de manejo que se haga puede ser importante para decidir con más herramientas" (N. Tonti).**

**“Nos encontramos ante el abordaje de desafíos que implican disponer de datos e información de precisión y adecuado detalle espacio-temporal”  
(P. Mercuri).**



maíz en la época de floración por los cruzamientos genéticos, entre otros.

“En los sistemas de producción agropecuaria nos encontramos ante el abordaje de desafíos que implican disponer de datos e información de precisión y adecuado detalle espacio-temporal, dentro de los lotes productivos, en diversos sitios del paisaje y también en momentos puntuales durante las etapas biológicas de crecimiento de los cultivos y plantaciones”, indicó Pablo Mercuri, director del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRN) del INTA.

Entre otras aplicaciones, “para el abordaje de variables extremas como las heladas, el comportamiento y avance de plagas y enfermedades, la variabilidad en la distribución del agua disponible y, hoy también, para una necesaria captura intensiva de variables meteorológicas en simultáneo a determinadas prácticas de manejo, para un adecuado cuidado ambiental”, aseguró.

El director del CIRN explicó que en general, los datos que se usan para caracterizar el clima actual o predecir su comportamiento futuro en aplicaciones e investigaciones corresponden a escalas diferentes y a procesos descriptos de manera muy amplia.

En ese sentido subrayó que “aún las redes de captación de datos de superficie son muy poco densas, y recurrimos a interpolaciones o grillas de información derivadas de diferentes procesamientos de imágenes satelitales”.

Siguiendo al director del CIRN, esto no es suficiente: “La brecha espacial y temporal requiere definir prioridades de investigación y recopilar datos de variables climáticas a escalas más finas, me-

diciones con un nuevo concepto, el de la micrometeorología, así como desarrollar mejores métodos para reducir la escala de las variables climáticas, de modelos de circulación global a escalas regionales o locales, a microclimas, y poder mejorar la comprensión de las variaciones climáticas que ocurren sobre la superficie, a escalas más pequeñas, que las corrientemente analizadas en la atmósfera”.

#### EL MICROCLIMA DE LA VID

En INTA Mendoza, el grupo de Ecofisiología de la vid se encuentra realizando estudios del microclima, midiendo las condiciones de temperatura, radiación, humedad relativa y velocidad del viento a nivel de canopia. Jorge Prieto, investigador de la unidad comentó: “Trabajamos caracterizando esas condiciones ya sea del aire como de los racimos y hojas, las cuales están muy relacionadas con su funcionamiento fisiológico, la madurez de la uva y la calidad del vino”.

De acuerdo con Prieto, tratan de caracterizar de la forma más puntual esas variables “en respuesta a algunos factores experimentales, como pueden ser sistemas de conducción diferentes, distintos tipos de poda o estrategias de riego”. Actualmente están abocados a caracterizar el microclima en las distintas orientaciones de plantación y en otras alternativas de manejo del viñedo de adaptación al cambio climático.

Desde INTA Mendoza trabajan con *data loggers* que conectan sensores de radiación y temperatura. Algunos de estos equipos se desarrollaron a partir de un convenio con la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), específicamente con la Facultad de Electrónica, donde los alum-

**“El microclima nos permite entender cómo va a afectar la temperatura la madurez de la uva, el pH, la acidez, el color, lo que después permite guiar las decisiones”  
(J. Prieto).**

nos que tenían que hacer un trabajo final de carrera trabajan con el organismo acoplado estos sensores y diseñando dispositivos específicos para los distintos experimentos como, por ejemplo: calentar plantas a campo y al mismo tiempo censar el ambiente y mantener una diferencia de temperatura entre esa planta calentada y el ambiente.

“Los sensores comerciales son caros, entonces la disponibilidad de desarrollarlos con ellos nos abarataba los costos, y esto surgió a partir de un PICT-Start up que tenía en su momento el coordinador de nuestro grupo, Jorge Pérez Peña”, indicó Prieto. De acuerdo con el investigador, estudian cómo influye el microclima en la fotosíntesis y la eficiencia en el uso del agua, para luego aplicar modelos en función de estas características microclimáticas.

Además, cuentan con estudios más prácticos que permiten tomar decisiones a partir de estas mediciones microclimáticas, donde determinan las condiciones de la uva y el racimo, y lo relacionan con



“La caracterización del ambiente meteorológico es fundamental para la decisión de realizar aplicaciones de plaguicidas” (L. Carrancio).

la madurez, el rendimiento y la calidad del vino. En ese sentido, aseguró: “El microclima nos permite entender cómo va a afectar la temperatura la madurez de la uva, el pH, la acidez, el color, lo que después permite guiar las decisiones”.

Otra de las aplicaciones que le están dando al estudio de la micrometeorología tiene que ver con el granizo. “En conjunto con Gabriel Nahuel de la EEA Rama Caída, se están caracterizando distintos colores de tela antigranizo, porque el granizo es uno de los principales problemas climáticos que tenemos en la agricultura en nuestra zona”, explicó Prieto y agregó: “Estamos probando distintos colores de tela, y distintos sistemas de instalación, por lo tanto, estamos caracterizando como influye esa tela en las características del microclima de las plantas, principalmente la radiación y temperatura”.

### EL CASO DE LA DERIVA

Las pulverizaciones agrícolas están expuestas al efecto de factores meteorológicos, aún dentro de ciertos rangos de valores considerados óptimos o aceptables para tratamientos eficaces. El resultado de esos efectos es la pérdida del agua de las gotas, producida por evaporación y, consecuentemente, de los productos contenidos en el caldo.

De acuerdo con Luis Carrancio de INTA Oliveros –Santa Fe–, hay dos formas de deriva directa de plaguicidas: de partículas (movimiento de gotas de plaguicidas o partículas sólidas fuera del área tratada; y de vapor (movimiento de los plaguicidas en fase gaseosa fuera del área tratada).

“La deriva de vapor depende más de las propiedades del ingrediente activo, la formulación y las condiciones ambien-

tales (temperatura, humedad relativa y viento) que del equipo utilizado”, expresó. En ese sentido, “la caracterización del ambiente meteorológico es fundamental para la decisión de realizar aplicaciones de plaguicidas mediante la pulverización en base acuosa”, aseveró Carrancio.

La proporción de aspersión que llega al objetivo está influenciada, en gran parte, por las condiciones meteorológicas locales cerca de la superficie. Por lo tanto, “se requiere tener información a escala micrometeorológica en superficie para comprender el efecto sobre el movimiento de las gotitas. Básicamente, dirección y velocidad del viento, temperatura y humedad del aire, y estabilidad o inestabilidad atmosférica, en relación al gradiente térmico vertical”, consideró el especialista.

Según Carrancio, “un indicador aún poco difundido en nuestro país es el de-

nominado Delta T ( $\Delta T$ ) o Delta Temperatura, el cual es utilizado desde hace más de diez años en países como EE.UU., Canadá, Australia y Nueva Zelanda principalmente”. Este indicador es “un estimador confiable y eficiente de la cantidad de vapor que la atmósfera puede absorber a una temperatura dada”. Siguiendo al especialista de INTA Oliveros, “otro aspecto importante es la relación existente con el estrés vegetal y este con la penetración de plaguicidas que actúan con diferentes grados de sistema”.

#### Más información

Pablo Mercuri [mercuri.pablo@inta.gov.ar](mailto:mercuri.pablo@inta.gov.ar); Jorge Prieto [jorge@inta.gov.ar](mailto:jorge@inta.gov.ar); Luis Carrancio [carrancio.luis@inta.gov.ar](mailto:carrancio.luis@inta.gov.ar); Natalia Tonti [ntoni@at.fcen.uba.ar](mailto:ntoni@at.fcen.uba.ar); Mauro Covi [mcovi@at.fcen.uba.ar](mailto:mcovi@at.fcen.uba.ar)

#### Agradecimientos:

Marisa Gassmann (DCAO, FCEN – UBA); Natalia Gattinoni, Instituto de Clima y Agua de INTA Castelar; Jorge Pérez Peña, EEA Mendoza de INTA; y Jorge Mercau, AER San Luis de INTA.

