



Identificación del Trabajo	
Área:	Sistemas de información e informática
Categoría:	Graduado
Regional:	San Nicolás

## Sistema de información agrometeorológica para la toma de decisiones

**Ricardo Martín Fernández, Jeremías Ramb, Bruno Campetelli**

*Colon 332, San Nicolás Buenos aires, Facultad Regional San Nicolás, UTN*

*rmfernandez@frsn.utn.edu.ar, jramb@frsn.utn.edu.ar, bcampetelli@frsn.utn.edu.ar*

### Resumen

En la actualidad surge una creciente necesidad por parte de las autoridades municipales e instituciones relacionadas con actividades agropecuarias argentinas de contar con información exacta y en tiempo real para la toma de decisiones informada sobre el cuidado de los cultivos agropecuarios y de la planificación en los municipios aledaños a zonas agropecuarias. Dicha estrategia debe basarse en contar con información fidedigna y permanente de las principales variables meteorológicas: velocidad y dirección de vientos a la hora de hacer aplicaciones con agroquímicos, sumado a la información adicional suministrada por el equipo remoto en torno a la temperatura, humedad, presión barométrica y precipitación de lluvias. Este trabajo de investigación está abocado a la exploración del desarrollo de un equipo de telemetría para abordar dicha problemática. La información meteorológica debe ser segura sin pérdida de datos, la misma debe ser almacenada y debe ser trazable para un posterior análisis.

**Palabras Claves:** trazabilidad; cuidado del medioambiente; cuidado población

### 1. Introducción

El gran crecimiento de la agricultura argentina tiene su origen fundamentalmente en dos factores colindantes. Por un lado, la ampliación de la superficie cultivada, y por el otro, la incorporación de tecnologías innovadoras a la actividad, especialmente la biotecnología, la siembra directa y la introducción de herramientas de gestión integral, lo que ha generado la optimización de la rentabilidad por hectárea sembrada.

El otro gran elemento del productor agrícola es la utilización de plaguicidas, con el fin de contrarrestar el ataque de plagas, insectos y enfermedades de los cultivos.

El boom de la soja en la Argentina, el principal producto de exportación del país, está relacionado con el uso de semillas transgénicas. La mala aplicación de herbicidas y pesticidas trae consecuencias sobre algunos sectores de la población rural.

La biotecnología estadounidense hizo de Argentina el tercer productor mundial de grano de soja, pero el uso de las sustancias químicas que potenciaron ese boom va más allá de los campos de soja, algodón y maíz.

Según datos aportados por Magnasco et al, estimaciones en torno al uso de agroquímicos en nuestro país cifran en torno a 40 kg/ha de fertilizantes en cultivo de cosecha (Magnasco et al, 2015). Un informe sobre el uso de pesticidas en Argentina realizado por Warren y Pisarenko (2013) para The Associated Press (AP) documentó decenas de casos en provincias agricultoras donde se

emplean sustancias tóxicas en maneras que no fueron previstas por las regulaciones señaladas por la ciencia o que estuvieran específicamente prohibidas por la ley, y en un contexto de poco control estatal. El viento arrastra los tóxicos, que quedan esparcidos en escuelas y viviendas, al tiempo que han contaminado fuentes de agua.

Las instituciones de la salud advierten que el uso descontrolado de pesticidas puede ser la causa de crecientes problemas de salud que vienen experimentando los 12 millones de personas que viven en la vasta región agrícola de Argentina.

El uso de los pesticidas se ha multiplicado por nueve. De los 34 millones de litros de 1990 se pasó a casi 317 millones en la actualidad, a medida que los agricultores aumentaban sus cultivos, hasta un máximo de tres cosechas al año, mientras las plagas se hacían más resistentes a las sustancias. En general, los agricultores argentinos aplican un estimado de 2 kilogramos de agroquímicos por hectárea, más del doble de lo que usan los estadounidenses, de acuerdo con el análisis de Warren y Pisarenko (2013) en base a datos del Gobierno y de la industria de los pesticidas.

Argentina adoptó el modelo promovido por la empresa Monsanto, pero la aplicación de las normas de seguridad varía, ya que en la regulación de la agricultura priman las 23 provincias, que tienen distintas normativas. El rociado está prohibido a menos de tres kilómetros de las zonas pobladas en algunas provincias, pero es permitido a 50 metros en otras. Un tercio de las entidades territoriales no prevén límite alguno y la mayoría no tiene políticas detalladas de cumplimiento de las normas.

A pesar de las lagunas y solapamientos legales, queda claro que es necesario una norma que aborde de manera integral la situación, teniendo en cuenta tanto las condiciones de aplicación, las distintas distancias de acuerdo al tipo de aplicación y a los productos utilizados, el correcto uso y archivo de las recetas fitosanitarias, las diferentes sanciones previstas ante el incumplimiento, entre otros temas mayores.

En todos los casos, la decisión y los criterios de establecimiento de distancias de aplicación debe estar respaldado por información técnica.

Si bien existe profusa bibliografía que define las condiciones en las que una aplicación de agroquímicos puede realizarse sin ocasionar riesgos para la salud de los habitantes de la zona y sin generar impactos negativos en el ambiente, en la actualidad se carece de un centro unificado de información técnica con datos meteorológicos en tiempo real para generar criterios y decisiones acertadas por parte de los tomadores de decisión.

Por tal motivo, las autoridades locales en conjunto con el Grupo de Investigación de Robótica y Visión Artificial del Departamento de Electrónica de la Universidad, han trabajado en el desarrollo de un sistema de recolección de variables meteorológicas, pluviometría, temperatura, humedad y en especial velocidad y dirección de viento.

## **2. Metodología**

A través del Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), Delegación San Nicolás, surge la inquietud de desarrollar un sistema a medida para la recolección remota de datos y variables atmosféricas, en particular sobre la lluvia caída en distintos puntos del partido de San Nicolás, provincia de Buenos Aires.

Es importante remarcar que en la actualidad no existe ningún equipo de estas características, resultando indispensable contar con mediciones propias de variables meteorológicas, a fin de obtener información precisa sobre algunas variables como velocidad y dirección de los vientos, y temperatura actual, a fin de proceder a la toma de ciertas decisiones trascendentales, como, por

ejemplo, si es posible fumigar contra ciertas plagas, o permitir la fumigación preventiva en zona semiurbana. Esto será posible sólo a partir de una estrecha colaboración entre la unidad de desarrollo y las autoridades de la Municipalidad de San Nicolás y Ramallo, en base a las actividades de extensión que se vienen desarrollando entre la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Nicolás.

Para tal cometido, el equipo a diseñar debía tener como premisa la trazabilidad de los datos, la información meteorológica debe ser completa sin pérdida de información, ya que provocaría un posterior análisis incompleto o erróneo.

El desarrollo del software contempla el almacenaje de los datos de forma segura hasta que el servidor confirma la correcta recepción de los mismos.

A su vez, el hardware debía ser de bajo coste para poder replicar nuevos nodos de información con facilidad y economía.

Posteriormente también surgió la idea de poder complementar los datos obtenidos remotamente, agregando información de dirección y velocidad de viento para el control y validación de aplicaciones de agroquímicos.

De esta manera, se pretende contar con una herramienta que permitirá a las autoridades municipales autorizar, dada las condiciones meteorológicas, la aplicación de agroquímicos en zonas cercanas a la población.

También el proyecto incorpora un sistema de envío de alertas tempranas con datos críticos vía correo electrónico y mensajes de texto a las autoridades municipales y de control para la toma de decisiones y autorizaciones pertinentes.

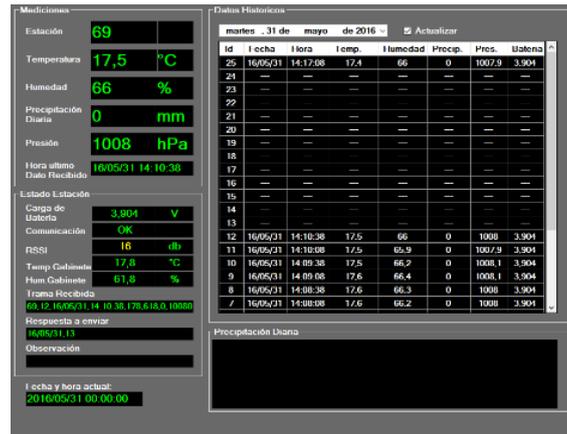
Se prevé que dicha información con datos de las principales variables meteorológicas se distribuya mediante correos electrónicos a una lista de suscripción.

### **3. Resultados**

El desarrollo del hardware fue realizado en base a la placa de desarrollo Arduino Mega 2560. La misma fue pensada como un Shield de la misma placa. Esto es, un módulo que se adosa al Arduino y que trabajan en conjunto.

El controlador (Arduino) recolecta la información suministrada por los sensores a una base de tiempo prefijada, la almacena ordenada en la memoria SD y la envía vía GPRS al servidor (IP fija o DNS Dinámico). Una vez enviados dichos datos, el servidor responde OK si no necesita ningún dato faltante, o responde con la petición de otro dato que la estación tenga almacenada en memoria. Repite este comportamiento hasta que no requiera más datos faltantes, con lo que finaliza la comunicación.

La comunicación se considera de vital importancia, ya que se desarrolló un mecanismo de recepción y recuperación de los datos (trazabilidad de datos), partiendo de la premisa de que ningún dato que se encuentre guardado en la memoria de las estaciones meteorológicas se pierda, sino que pueda ser recuperado.



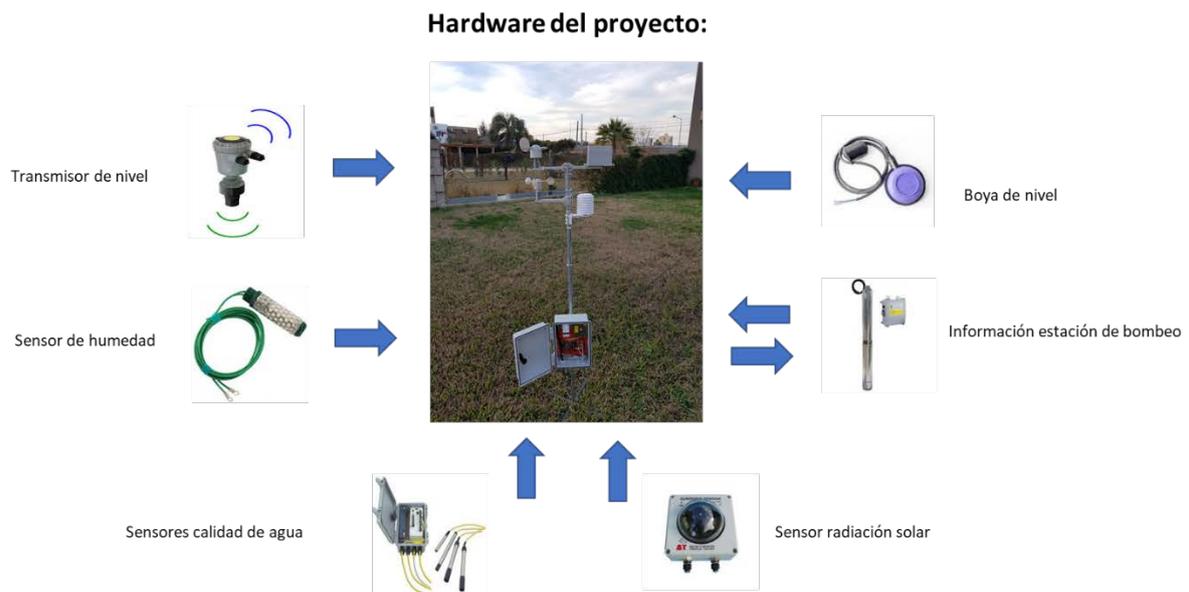
**Figura 1.** Pantalla servidor (captura y reenvío de datos)

El programa servidor, en la parte de comunicación funciona como un servidor TCP, los clientes que envíen datos al servidor simplemente tienen que abrir un Socket a un puerto específico y a la IP de dominio público que tenga la computadora designada donde se va a instalar el programa servidor. Una vez que se inicia el programa servidor, abre el puerto designado y queda en modo de escucha, esperando recibir algún dato de alguna estación, mientras, el usuario puede usar el resto de las funcionalidades del programa como, por ejemplo, ver datos históricos. Una vez que alguna estación envía algún dato, se empiezan a recibir éstos como tramas TCP, se decodifican, se verifica que la trama haya llegado completa y sin problemas, se almacenan los datos y por último se activa el mecanismo de recuperación de datos.

#### 4. Discusión

También el equipo cuenta con la posibilidad de poder transmitir de forma segura información de otro tipo de sensores, por ejemplo, calidad de agua, sensores de humedad, sensores de nivel de arroyos o cursos de agua, monitorear estaciones de bombeo, la electrónica se encuentra diseñada para poder conectar información adicional y poder transmitir esos datos.

Al contar con todos los datos debidamente almacenados en una base de datos, los mismos pueden ser procesados, filtrados de acuerdo a las necesidades, pudiéndose generar informes o reportes customizados de acuerdo a los requerimientos de los usuarios finales, esta se ha convertido en otra cualidad que agrega funcionalidad a la innovación del proyecto.



**Figura 2.** Nodo de transmisión de datos

## 5. Conclusiones

En la actualidad se encuentra en pruebas de campo el primer nodo de la red para la adquisición de datos de pluviometría, temperatura y humedad, la información se envía a través de la red de telefonía celular, los datos son historizados, el servidor envía cada mañana de forma automática los datos obtenidos diariamente a una lista de correos electrónicos de distribución.

## Reconocimientos

El trabajo mancomunado de instituciones públicas, la Universidad, y los institutos de tecnología agropecuaria ha permitido el diseño y creación de un producto tecnológico desarrollado íntegramente en la zona para resolver problemáticas asociadas al cuidado de la población y el cuidado del medio ambiente, donde todos los actores involucrados participan de la cadena de valor.

## Bibliografía

Aragón Hernández, (2016) "Arduinos y control Web: El control automático a través de la web". EAE.  
 Reyes Cortes, F. e. (2015) "Arduino: aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías"  
 Magnasco, E. (2015) et al "Agroquímicos en Argentina: ¿dónde estamos? ¿hacia dónde vamos?", Informe Ambiental Anual de la FARN, Mar del Plata  
 Sándes Fernanda, (2016) "La argentina fumigada" Buenos Aires.  
 Ruiz, A. (2010) "Guía práctica de sensores"  
 Vara Mesa, J. M. (2012) "Desarrollo web en entorno servidor"  
 Warren, Michael y Natacha Pisarenko, (2013) "Argentines link health problems to agrochemicals", en Associated Press, recuperado del siguiente enlace de Internet: <https://apnews.com/argentines-link-health-problems-agrochemicals>.