

# La Electrónica y los Sistemas Agroindustriales - Nuevo paradigma tecno-productivo

Andres F. Moltoni<sup>1</sup>, Luciana A. Moltoni<sup>2</sup>, Nicolás Clemares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Agroelectrónica, Instituto de Ingeniería Rural, INTA,

<sup>2</sup>Socioeconomia, Instituto de Ingeniería Rural, INTA

moltoni.andres@inta.gob.ar

**Resumen.** La Ingeniería electrónica se ha convertido en un campo de alta tecnología con gran relevancia en todo el mundo respecto a la alimentación, las energías alternativas y la sustentabilidad ambiental. El uso de técnicas de precisión junto con sistemas robotizados mejora el manejo de suelos y cultivos. Además, estos sistemas hacen uso del procesamiento de grandes volúmenes de información para la toma de decisiones, con lo cual se puede minimizar el uso de productos agroquímicos mientras se asegura un control efectivo de plagas, malezas y enfermedades, a la vez de suministrar una cantidad adecuada de nutrientes a los cultivos. Algunos de los cambios sustanciales ocurridos en las últimas décadas en el sector vinculados a la electrónica incluyen la incorporación de la agricultura de precisión –como una innovación de tipo agronómica- a lo que se suman el uso difundido de la electrónica y las tecnologías de información y comunicación (TICs) . Esta conjunción facilita la obtención de información en tiempo real, permitiendo la corrección de las labores agrícolas en el momento que están siendo realizadas. Las mejoras en la agricultura de precisión, las comunicaciones e Internet hacen posibles aplicaciones que no se consideraban viables hace unos años. El objetivo del presente trabajo es dar cuenta de avance realizado desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en relación con estas tecnologías emergentes y, en particular, describir los trabajos realizados desde el Laboratorio de Agroelectrónica del Instituto de Ingeniería Rural perteneciente a la institución antes mencionada.

**Palabras Clave:** Electrónica Aplicada al Agro, Agroelectronica, TICs, Robótica

## 1 Introducción

En la actual producción de alimentos, la creciente “industrialización de la agricultura” se proyecta sobre estos bienes de capital materializándose en innovaciones tecnológicas continuas que se traducen en aumentos en la productividad. De esta manera, la dinámica expansiva de los principales cultivos de nuestro país ha

sostenido ciclos de fuertes demandas de estos bienes de capital volviendo atractiva la inversión en este sector industrial.

La irrupción de la electrónica en los sistemas agroalimentarios marca un punto de partida hacia nuevos desarrollos y aplicaciones, tanto en el ámbito productivo como en la investigación. Los avances tecnológicos se evidencian prácticamente en todo el sector, destacándose la maquinaria agrícola, los sistemas de calidad y trazabilidad, la comercialización, entre otros.

La difusión del uso y aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en las principales esferas de la vida humana y el impacto positivo que ha traído consigo, son hechos ampliamente reconocidos a nivel mundial. En términos económicos, este conjunto de innovaciones tecnológicas, que incluyen la informática, las telecomunicaciones y la electrónica, forma parte un nuevo paradigma tecno-productivo basado en actividades intensivas en conocimiento, en el que comparten vanguardia con otros sectores de punta como biotecnología, nanotecnología, nuevos materiales, etc., y que está incidiendo en la actividad económica de forma tal que ya ha generado cambios en la concepción sobre las formas de organización del trabajo y en los mismos parámetros de la eficiencia productiva (1).

El sector agroalimentario es uno de esos campos en los cuales las TICs como tecnologías de impacto horizontal están abriéndose paso, aunque no a la velocidad y la intensidad con que han avanzado en otros espacios. El sector agropecuario es objeto de especial atención en cuanto a la incorporación de tecnologías avanzadas, dadas las exigencias cada vez mayores de producción, diversidad y calidad de los productos, así como de la presentación de los mismos.

Actualmente se registra una creciente necesidad de documentar los procesos de producción. Esta documentación requiere de información detallada de cada proceso de trabajo (2). Así, la transmisión de información sobre el estado de la máquina y del lote se realiza en tiempo real; también datos tales como la velocidad, posición, alarmas, entre otros, que son necesarios para la gestión de tareas y la trazabilidad de los procesos, pueden ser transmitidos con esta tecnología (3). Las redes inalámbricas pueden ser concebidas para conectar varios equipos agrícolas y así facilitar la toma de decisiones o la corrección de errores en la operación en tiempo real (4). Con el fin de lograr este objetivo hay varias tecnologías de comunicación que pueden utilizarse: tecnologías satelitales, la telefonía celular, y dispositivos de radio frecuencia (RF) con protocolos propietarios o estándar. Por otro lado, cabe destacar que las tecnologías inalámbricas, en cualquiera de sus versiones, representan una tendencia natural que busca la flexibilidad con la eliminación del costoso cableado y posibilita una gama totalmente nueva de aplicaciones, principalmente en el sector agropecuario.

El objetivo del presente trabajo es dar cuenta del trabajo realizado desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en relación con estas tecnologías emergentes y, en particular, describir los trabajos realizados desde el Laboratorio de Agroelectrónica del Instituto de Ingeniería Rural perteneciente a la institución antes mencionada.

## 2 El INTA y la electrónica en el agro

La Ingeniería electrónica se ha convertido en un campo de alta tecnología con gran relevancia en todo el mundo respecto a la alimentación, las energías alternativas y la sustentabilidad ambiental. El uso de técnicas de precisión junto con sistemas robotizados mejora el manejo de suelos y cultivos. Además, estos sistemas hacen uso del procesamiento de grandes volúmenes de información para la toma de decisiones, con lo cual se puede minimizar el uso de productos agroquímicos mientras se asegura un control efectivo de plagas, malezas y enfermedades, a la vez de suministrar una cantidad adecuada de nutrientes a los cultivos.

Algunos de los cambios sustanciales ocurridos en las últimas décadas en el sector vinculados a la electrónica incluyen la incorporación de la agricultura de precisión – como una innovación de tipo agronómica- a lo que se suman el uso difundido de la electrónica y las TICs. Esta conjunción facilita la obtención de información en tiempo real, permitiendo la corrección en las labores agrícolas en el momento que están siendo realizadas. Las mejoras en la agricultura de precisión, las comunicaciones e Internet hacen posibles aplicaciones que no se consideraban viables hace unos años.

Se espera que la incorporación de innovaciones agronómicas, guiadas por el manejo de ambientes en conjunto con las telecomunicaciones, sea el motor de crecimiento de la productividad, mientras que los otros factores afecten de forma positiva, pero en menor magnitud. Este mismo patrón se proyecta sobre todos los cultivos en Argentina; se trata de una necesidad que trasciende los cultivos principales de la zona núcleo y se extiende hacia todos los cultivos regionales e incluso a las actividades vinculadas con la ganadería y la agroindustria en general. Pueden identificarse tres áreas de aplicación de la electrónica en el agro: la Agricultura de Precisión (AP), la biotecnología moderna (aplicada), y la trazabilidad, tanto animal como vegetal (5).

El Instituto de Ingeniería Rural (IIR) se ha caracterizado por adaptarse permanentemente al cambio y adecuar sus capacidades humanas y físicas para atender los nuevos requerimientos del sector agroindustrial y de los organismos de ciencia y técnica vinculados a su campo de acción. Al inicio de la década 2000-2010, en el IIR comenzaron a percibirse necesidades territoriales vinculadas a innovaciones electrónicas que permitieran desarrollar tecnologías eficientes, con el fin de incrementar la producción agropecuaria preservando el ambiente y la salud humana. En este contexto, en el año 2004 se crea el Laboratorio de Agroelectrónica. Desde su creación ha desarrollado diversas investigaciones y generado desarrollos de bajo costo, fácil adopción y adaptados a la realidad productiva nacional, aportando innovación al sector agroindustrial.

Durante los primeros años, entre 2004 y 2006, se trabajó arduamente en la obtención e instalación de equipamiento, instrumental e insumos necesarios para el desarrollo de tecnologías electrónicas, así como en la realización de las primeras investigaciones en la temática y el desarrollo de los primeros productos. Es en esta etapa en la que se comienzan a relevar necesidades en los territorios a través de la vinculación con Estaciones Experimentales de INTA y la participación del Laboratorio en exposiciones y reuniones científicas. De este modo, comienzan a

desarrollarse tecnologías que atienden algunas problemáticas productivas comunes, a la vez que se establecen los primeros acuerdos de trabajo articulado o en red, que luego se formalizarían mediante convenios de Vinculación y Cooperación Técnica. También se comienza a trabajar en máquinas precisas, a través de desarrollos vinculados con la temática. En efecto, en el año 2006, en un trabajo conjunto realizado con el Proyecto Nacional de Tecnologías de Aplicación de Agroquímicos, se desarrolla el Detector Inteligente de Malezas, que permite hacer más eficiente la aplicación de agroquímicos a partir de una pulverización selectiva que mejora notablemente la eficiencia en el uso de este agroinsumo, disminuyendo los posibles riesgos ocasionados en la salud humana y el ambiente.

A partir del año 2006, se multiplican las investigaciones que realiza el Laboratorio de Agroelectrónica, a la vez que los desarrollos requieren mayor espacio para su construcción y testeo, por lo que se realiza el primer traslado a un espacio más amplio y especialmente destinado a cumplir la función de laboratorio. Este nuevo espacio permitió la ampliación de las instalaciones de armado, así como con la adquisición de instrumental e insumos requeridos en las investigaciones. La dimensión del trabajo adquirido hizo necesaria también la incorporación de recursos humanos. A partir de las vinculaciones que establece el Laboratorio con diferentes instituciones, especialmente Universidades, ingresan numerosos pasantes y becarios que durante períodos de diversa duración, realizan sus trabajos finales cumpliendo con actividades de entrenamiento pre-profesional y/o de práctica profesional. Estas actividades de vinculación, en algunos casos dieron lugar a la incorporación de los profesionales como personal del Laboratorio y su inserción en las líneas de investigación del mismo.

A partir del año 2007 se comenzó a trabajar intensamente en el campo de las Tecnologías de Comunicación e Información (TICs), telemetría, monitoreo de aplicaciones agrícolas a distancia, control inalámbrico y monitoreo animal. Luego, en el año 2008 se comenzó a trabajar en sistemas de implementación y desarrollo de herramientas que hasta el momento sólo se obtenían mediante la importación y que no estaban concebidas para la realidad productiva del sector agropecuario nacional. De este modo, desde el Laboratorio se logró la sustitución de equipos importados, por tecnologías específicamente diseñadas en función de la demanda del agro local, a un menor costo. En el año 2010, por ejemplo, en respuesta a los crecientes conflictos vinculados a las aplicaciones de agroquímicos en áreas periurbanas, se desarrolló un Sistema de Monitoreo Remoto de Pulverizaciones que permite mitigar la deriva a partir del control de las variables relevantes para la aplicación de agroquímicos. En 2009, el Laboratorio fue designado sede del Proyecto Específico de INTA “Elementos y Sistemas para Trazabilidad y control de Calidad”, ampliando la investigación hacia líneas vinculadas con el desarrollo de herramientas y sistemas para la realización de trazabilidad electrónica, destinadas no sólo al sector agropecuario sino también al agroindustrial.

En 2010 comienza una nueva etapa del Laboratorio a partir de la adjudicación de un proyecto del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), otorgado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. En el marco de este proyecto, se

constituye un consorcio público privado integrado por el Instituto de Ingeniería Rural de INTA - la Universidad Nacional del Luján (Grupo de Estudios de la Radiación Solar) y la empresa YPF. De este modo, comienzan a realizarse investigaciones en torno a la temática de energías alternativas para el desarrollo de una red interconectada de estaciones de medición de radiación solar de referencia nacional, a través de la implementación del Sistema Argentino de Evaluación de Energía Solar - "ENARSOL". Este proyecto implicó una importante expansión del Laboratorio, ya que a partir del financiamiento obtenido fue posible la realización de obras de ampliación edilicia, sumando a las instalaciones existentes una sala de armado, otra de prototipado y una sala de reuniones, así como la mejora de instalaciones comunes. Asimismo, se adquirió el instrumental e insumos necesarios para la instalación de 30 estaciones solarimétricas en todo el país. Entre los equipos adquiridos se destaca una máquina que permite la elaboración en el laboratorio de prototipos de placas electrónicas de acuerdo al desarrollo sobre el que se esté trabajando, con calidad similar a las producidas en serie y con características en cuanto a tolerancia y medidas que no pueden lograrse en forma artesanal. Anteriormente, este trabajo se realizaba en forma manual a través de procedimientos artesanales, por lo que la máquina permite ampliar la escala de producción, mejorar la calidad del producto final y reducir el tiempo de trabajo.

Además de los trabajos en torno a la temática de energías alternativas, continúan las investigaciones orientadas a resolver problemáticas del sector agropecuario y agroindustrial. Por un lado, se llevaron a cabo investigaciones en robótica que dieron lugar al desarrollo de uno de los productos de mayor relevancia por la importancia de la problemática que aborda: la Plataforma Autónoma TRAKÜR para la aplicación de agroquímicos en invernáculos. La protección de cultivos en invernáculos con fitosanitarios puede resultar nociva para el operario por encontrarse en un ambiente confinado. Esta tecnología promueve la salud del operario durante el proceso de aplicación de fitosanitarios, disminuyendo su exposición en espacios confinados y aplicándolos eficientemente en bajas dosis.

Asimismo, se desarrollaron innovaciones para ganadería, específicamente para el monitoreo animal a través de un sistema de monitoreo remoto que funciona mediante collares con GPS. Esta tecnología permite el seguimiento y estudio de patrones de comportamiento animal y actualmente se encuentra en evaluación en diferentes tipos de ganado y en diversas regiones del país.

Paralelamente a estos desarrollos, se realizaron estudios destinados a mejorar la producción apícola. Se destacan dos productos vinculados a la actividad: el sistema de monitoreo de colmenas y el sistema de trazabilidad electrónica de miel. Mientras que el primero se basa en una balanza de bajo costo que se utiliza para pesar en forma continua la colmena permitiendo el monitoreo de la producción, el segundo se basa en un hardware que permite el seguimiento de los cuadros de producción de miel para identificar su procedencia, a través de la implementación de etiquetas pasivas que se insertan en los cuadros.

La infraestructura con la que cuenta el laboratorio hace posible fabricar dispositivos electrónicos desde su etapa de diseño y programación, armado de placas prototipo y su posterior testeado y puesta a punto, para concluir con el montaje del

producto final. Entre su equipamiento se destacan estaciones de soldadura de componentes electrónicos convencionales y de montaje superficial, equipos de soldadura por aire caliente que permite el armado de placas con componentes especiales, osciloscopios digitales de gran ancho de banda, dos generadores de funciones arbitrarias, un frecuencímetro digital de alta frecuencia, entre otros (figura 1).

El laboratorio también cuenta con una sistema de control numérico, mencionado anteriormente, que permite la realización de placas prototipos de varias caras, impresión de serigrafías, metalización de agujeros (PTH) y montaje asistido de componentes mediante un equipo pick & place semiautomático.

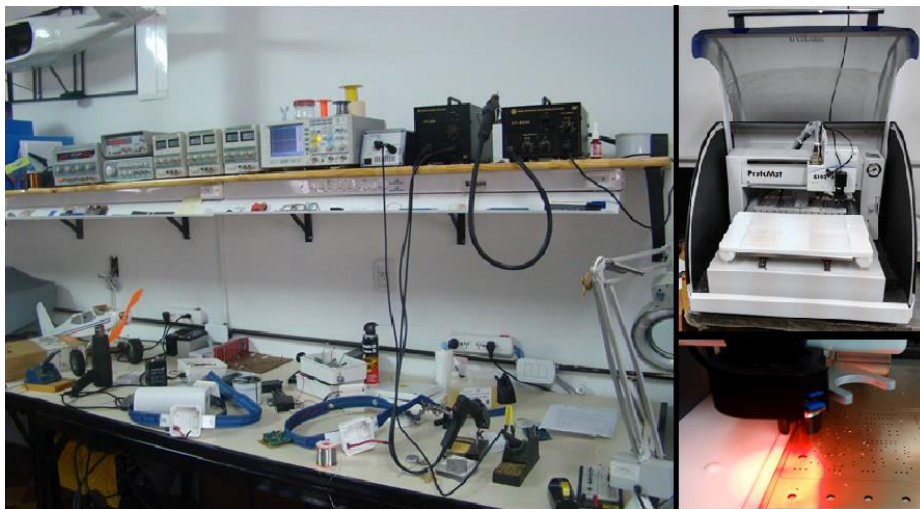


Fig. 1. Equipamiento del Laboratorio de Agro Electrónica

### 3 Principales Líneas De Investigación y Desarrollos

#### 3.1 Robótica

Los cultivos intensivos son sistemas altamente productivos que tienen cada vez mayor peso en el sector agroalimentario nacional. Con el objetivo final de lograr producciones de una calidad certificable y reconocible, los avances en los sistemas de producción bajo cobertura, deben dirigirse a consolidar un modelo productivo racional en el uso de los recursos y respetuoso con el medio ambiente, que incorpore garantías de salud para consumidores y productores. En los últimos años se ha puesto de manifiesto una preocupación cada vez mayor por el consumo de productos de mejor calidad y seguros para la alimentación, producidos bajo criterios de sustentabilidad ambiental. El uso reducido y racional de productos fitosanitarios en el control de plagas y enfermedades tiene un papel destacado en la satisfacción de este objetivo.

La protección de cultivos en invernáculos con fitosanitarios puede resultar nociva para el operario por encontrarse en un ambiente confinado por largos períodos de tiempo. El invernadero se caracteriza por ser un ámbito cerrado dónde las condiciones se mantienen casi inalterables durante el día: las temperaturas son elevadas, la humedad es alta y no se registra circulación de aire, condiciones potencialmente dañinas para la salud. No obstante, las tecnologías desarrolladas en el campo, han priorizado la mejora en la eficiencia de la aplicación por sobre las consecuencias en la salud que pueda ocasionar al aplicador. En este sentido, el desarrollo de maquinarias autónomas para el control de plagas resulta una innovación necesaria pero que aún se encuentra en etapas de investigación y desarrollo.

El Instituto de Ingeniería Rural ha desarrollado el robot TRAKÜR (figura 2), un prototipo que consiste en una plataforma autónoma autoguiada para el control de plagas en cultivos bajo cubierta que cuenta con un sistema de pulverización completo y autonomía suficiente para cumplir una jornada de trabajo. Una tecnología autónoma es aquella que puede tomar decisiones más o menos simples sin la intervención humana. Este desarrollo promueve la salud del operario durante el proceso de aplicación de fitosanitarios, disminuyendo su exposición a los productos en espacios confinados y aplicando eficientemente productos en bajas dosis.



**Fig. 2.** Robot TRAKÜR

El TRAKÜR posee un sistema de pulverización hidráulico de fácil calibración que permite aplicar las dosis de producto en forma precisa. El sistema de guiado basa su funcionamiento en la detección electromagnética de una guía que limita su recorrido al circuito predeterminado según la arquitectura del cultivo, evitando la implementación de sistemas sofisticados y muy costosos como GPS, cámaras o radares.

Su idea y desarrollo se orientó a preservar la salud humana, asegurar una correcta aplicación, lograr robustez mecánica, característica imprescindible para el medio agrícola, así como también obtener sencillez productiva, operacional y de bajo costo. Las ventajas del sistema son claras: tiene un bajo costo de producción, se puede construir con elementos presentes en el mercado nacional, posee reducidas dimensiones que permiten su utilización en invernáculos y cuenta con un sistema de pulverización completo y autonomía suficiente para cumplir una jornada de trabajo.

*Características:*

- Sistema opcional de monitoreo y alarmas remotas inalámbricas
- Motor eléctrico de 12 volt de CC
- Velocidad de avance hasta 4,2 Km/h
- Cámara opcional para el seguimiento remoto de video de la unidad.
- Asistencia por aire para incrementar la eficiencia y la calidad de las aplicaciones
- Capacidad de carga de hasta 80 kg

La eficiencia de aplicación del fitoterápico se ve incrementada al estandarizar las variables que la definen mediante la calibración de los diferentes controladores que dispone la plataforma. Entre ellas las de mayor relevancia son la velocidad de avance, la presión de trabajo, la distancia al objetivo y la separación entre los picos pulverizadores. Al realizar la labor de pulverización en forma manual estas premisas no pueden ser controladas ni mensuradas correctamente.

El dispositivo permite realizar diferentes configuraciones en cuanto a la disposición de las barras de aplicación, pudiendo colocarse en forma vertical, para tratamiento en conducciones de espaldera, u horizontal para aquellos cultivos convencionales de bajo porte. En ambas situaciones cuenta con la asistencia de aire, mediante una turbina eléctrica, que facilita el ingreso de las gotas en el canopeo. De esta forma es posible conocer con gran exactitud la dosis de producto realmente aplicada, haciendo un mejor uso del insumo y asegurando la inocuidad, en términos de residuos de plaguicidas, del alimento producido.

El TRAKÜR recibió el premio INNOVAR 2012 en la categoría “Robótica” y obtuvo el premio a la innovación CITA 2012 en la categoría “Desarrollos para la Agricultura Familiar” por su originalidad, desempeño, costo y facilidad de adopción.

### **3.2 Aplicación Eficiente de Agroquímicos**

En esta línea de investigación podemos hacer mención de tres desarrollos destacados. En primer lugar se destaca el detector de malezas.





**Fig. 3.** Detector de Malezas

En la actualidad, los herbicidas son aplicados uniformemente en la totalidad de la superficie del lote, siendo esto innecesario debido a que las malezas pueden ocupar desde el 80% hasta el porcentaje casi ínfimo de la superficie tratada. Una pulverización selectiva mejoraría notablemente la eficiencia en el uso de agroquímicos, disminuyendo los riesgos de ocasionar daños a la salud humana y al ambiente.

La aplicación sitio específica de agro insumos es una práctica que va ganando terreno año a año, esto se debe a los beneficios ambientales y económicos que se derivan de su uso. El desarrollo de la temática en el área de la aplicación de agroquímicos se ha visto relegado debido a diversos contratiempos de orden técnico que están siendo superados constantemente con nuevos desarrollos aportados por organismos de investigación públicos y empresas del sector privado.

En lo que a la aplicación sitio específica de herbicidas concierne y con la finalidad de reducir los costos y minimizar el impacto ambiental, han aparecido en el mundo varias iniciativas que abordan la problemática y que han logrado reducciones en el uso de estos fitoterápicos. Se han logrado disminuciones en el uso de herbicidas entre un 30% y 70% mediante la determinación de las zonas afectadas y posterior aplicación localizada, con niveles de precisión en la detección que llegan a un 95% y hasta del 100% (6).

En el Instituto de Ingeniería Rural se diseñó y construyó un prototipo de un detector de malezas (figura 3). que trabaja con el método de detección RR/NIR el cual ha demostrado un correcto funcionamiento para distintas malezas y en distintos horarios y permitió generar un mapa georreferenciado de malezas de un lote en forma dinámica (7, 8, 9, 10).

Se trata de un sensor basado en el método de detección NIR/RR que determina la cantidad de luz reflejada por la planta en las longitudes de onda del rojo e infrarrojo cercano. El sensor detecta la existencia de malezas aunque no es capaz de distinguir

entre éstas y el cultivo, resultando beneficioso para la aplicación de herbicidas en el barbecho. Con el detector se puede disminuir entre un 30 y un 70% de producto aplicado, según el grado de enmalezamiento del lote.

*Características:*

- Método de detección NIR/RR
- Discrimina entre suelo o cobertura seca y malezas verdes
- Para uso en barbechos y aplicación en entresurcos
- Ángulo de visión 110°
- Tiempo de respuesta 0,053 segundos, para válvulas electrónicas.

El éxito en el control de malezas mediante la realización de una aplicación variable de herbicidas depende básicamente de la precisión del sensor detector y de los tiempos de respuesta de los mecanismos que permiten la aplicación del producto en el objetivo a tratar (11,12).

En lo que a los tiempos de respuesta del sensor respecta, los mismos son variados y dependen fundamentalmente del tipo de sensor utilizado, sea este un sensor óptico o una cámara de video y a la carga de procesamiento del algoritmo de detección propiamente dicho. En el caso de cámaras de video, existen trabajos que se basan en el uso de redes neuronales, en donde se alcanzan precisiones del orden del 95% o sistemas mixtos que hacen uso de un filtro lineal en la primera etapa y en una segunda instancia, trabajan con redes neuronales artificiales para realizar la clasificación alcanzando una precisión del 100% en la clasificación y demorando 550 milisegundos para procesar una imagen de aproximadamente 1m<sup>2</sup>, lo que equivale a una velocidad de avance de 6,5 km h<sup>-1</sup>, estos tiempos de respuesta se han disminuido considerablemente debido al incremento en la potencia de cálculo del hardware. En el caso de sensores ópticos el tiempo de respuesta es casi instantáneo (13).

En lo que respecta a la velocidad de reacción de los componentes mecánicos, los tiempos dependen del tipo de actuador ya sea este de inyección directa o electroválvula. Se realizaron ensayos de tiempo de respuesta de sistemas de dosis variable mediante inyección directa lográndose tiempos de entre 0,60 y 2,30 s para la inyección en sistemas de seis picos pulverizadores y de 0,35 s para la inyección del herbicida directamente en el pico en forma individual. Los actuadores electromagnéticos son válvulas activadas por medio de energía eléctrica y su tiempo de respuesta depende básicamente de su construcción, la intensidad del campo magnético y la masa del elemento móvil. En el caso de estos sensores, se registraron tiempos de respuesta de 0,053 segundos.

El detector inteligente de malezas para la aplicación sitio-específica de herbicida fue seleccionado como una de las 40 tecnologías destacadas en los 10 años del Concurso Nacional de Innovaciones, INNOVAR 2014, recibió el PREMIO INNOVAR 2011 en la categoría "Innovaciones en el agro" y fue galardonado con la mención de honor del premio CITA 2011 en la categoría "Investigación Aplicada".

El segundo desarrollo a destacar en esta sección es el sistema de dosificación variable. El avance de las tecnologías de Agricultura de Precisión (AP), así como también el desarrollo de máquinas precisas es un hecho evidente en Argentina y en

todo el mundo. Específicamente en el área de las pulverizadoras, han sido desarrolladas numerosas innovaciones tendientes a facilitar el manejo sitio específico (MSE), es decir variar las dosis según las necesidades reales de cada ambiente homogéneo dentro del lote.

El manejo sitio-específico de insumos es una herramienta útil para mejorar la eficiencia de las labores. En el caso de la aplicación de agroquímicos existen varios sistemas para modificar el caudal asperjado. Las dos principales ventajas citadas para este tipo de manejo se basan en el ahorro en la cantidad de insumos utilizados, reduciendo costos y el riesgo de contaminación ambiental. Estas dos ventajas se deben obtener sin provocar una merma en la calidad del tratamiento a realizar.

En lo concerniente a dispositivos para realizar dosis variable en pulverización existen el mercado diversos sistemas que trabajan con diferentes técnicas. El dispositivo denominado PWM (Pulse Width Modulation) o en español, Modulación por Ancho de Pulsos, representa una solución promisoriosa debido a que permite regular el caudal sin modificar la presión de trabajo ni cambiar la pastilla en cuestión.



**Fig. 4.** Sistema de dosis variable PWM INTA

La principal ventaja del sistema está dada por el hecho de que, al no variar el tamaño de las gotas producidas, se reduce significativamente el riesgo de deriva a diferencia de lo que ocurre cuando se hace necesario incrementar la presión.

El dispositivo desarrollado en el IIR permite realizar un cambio en el caudal de aplicación de agroquímicos mediante la apertura y cierre de una electroválvula, modulando el ancho del pulso (PWM) de la misma (Figura 4). De este modo, se logra modificar la dosis de aplicación sin cambiar el tamaño de gota ya que no se actúa sobre presión, diferenciándose de los sistemas tradicionales (14).

El desempeño del sistema fue evaluado mediante la caracterización de la pulverización, para distintos porcentajes en la relación de apertura/cierre de la electroválvula. Los primeros resultados fueron promisorios ya que el sistema PWM no afectó significativamente los caudales, la distribución ni el tamaño de las gotas para los distintos caudales evaluados (15).

*Características del sistema:*

- Desarrollo nacional de bajo costo y simple manejo
- Permite regular el caudal sin modificar la presión de trabajo ni cambiar la pastilla en cuestión.
- Reduce significativamente el riesgo de deriva cuando se hace necesario incrementar la presión, ya que no varía el tamaño de las gotas producidas.

El tercer desarrollo vinculado con la aplicación eficiente de agroquímicos es el sistema de monitoreo climático y deriva en aplicaciones periurbanas de agroquímicos (figura 5).



**Fig. 5.** Sistema de monitoreo climático y deriva en aplicaciones

Las áreas periurbanas son zonas de transición entre la ciudad y el campo. Se caracterizan por combinar actividades y usos del suelo tanto urbanos como rurales. Es por ello que las aplicaciones de agroquímicos en cultivos situados en áreas periurbanas generan conflictos a partir de la deriva ocasionada por un manejo

ineficiente durante la aplicación, debido al riesgo de exposición a productos tóxicos que se genera en la población.

Se denomina deriva a la porción del líquido pulverizado que no llega al objetivo, debido a la acción de factores climáticos, como la dirección del viento, la temperatura y la humedad relativa, así como por la elección de una mala técnica de aplicación, como la inadecuada elección de las pastillas o la falta de regulación de la pulverizadora. La dirección del viento y la ubicación de estas zonas son los factores fundamentales a considerar.

El Instituto de Ingeniería Rural pone énfasis en desarrollar investigaciones tendientes a la optimización de las pulverizaciones agrícolas así como en la actualización permanente de técnicos y operarios vinculados a las aplicaciones de fitosanitarios. El sistema propuesto permite la transmisión en tiempo real de las variables relevantes para la aplicación de agroquímicos, sumando los datos agrometeorológicos, que son registrados por una pequeña estación meteorológica incorporada al sistema y al equipo pulverizador.

Todos los datos registrados son enviados, en tiempo real, por GPRS a un servidor centralizado permitiendo el monitoreo instantáneo y posterior auditoría de todas las variables de una o varias máquinas pulverizadoras, permitiendo verificar la efectividad del trabajo realizado. Gracias a la visualización en tiempo real de las variables climáticas y de pulverización se puede determinar el riesgo de deriva de los agroquímicos y tomar una decisión respecto a continuar o no la aplicación en el mismo momento en que se está realizando la labor.

En el IIR se desarrolló un sistema que transmite en tiempo real las variables relevantes para la aplicación de agroquímicos, tales como las condiciones ambientales (temperatura, humedad, velocidad, dirección del viento, etc.) y las variables de aplicación (velocidad del equipo, caudal de campo, presión de trabajo, etc) Estos datos son registrados por una pequeña estación meteorológica incorporada al sistema y al equipo pulverizador.

Esta tecnología permite monitorear la calidad de las aplicaciones de agroquímicos y mitigar los riesgos de deriva. Es de vital utilidad en zonas periurbanas, ya que los municipios podrían detener las aplicaciones de agroquímicos en las cercanías de los pueblos si no se cumplen con las condiciones adecuadas de meteorología y de funcionamiento de la maquinaria.

#### *Características del sistema:*

- Cuenta con sensores conectados a la máquina, una estación meteorológica instalada en la pulverizadora y un hardware centralizador que posee conectividad GPRS (Celular).
- No posee partes móviles para la medición de la velocidad y la dirección del viento ya que utiliza transductores ultrasónicos.
- Registra temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento aparente, entre otras variables.
- En caso de no disponer de cobertura celular el equipo almacena los datos internamente, para ser transmitidos al momento que se reestablezca la conexión.



Esto es también de gran utilidad a la hora de auditar la calidad de las aplicaciones realizadas por el equipo, ya que queda almacenado un registro de las labores.

Este desarrollo se realizó junto a la empresa Spray Center y recibió el premio CITA 2011 en la categoría “Agricultura de Precisión”. El sistema registra las siguientes variables: temperatura del aire, humedad relativa, delta T, punto de rocío, factor de enfriamiento por el viento, presión barométrica, velocidad y dirección del viento aparente, velocidad y dirección verdadera del viento y velocidad y dirección del vehículo por GPS.

### 3.3 Energías Alternativas



**Fig. 6.** Estaciones solarimétricas y grupo de trabajo INTA

Los niveles de radiación solar global sobre la superficie terrestre constituyen información importante, ya sea para dimensionar sistemas de aprovechamiento energético de la radiación solar, para estimar el rendimiento de cosechas o como parámetro de interés biológico. También es de destacar su relevancia en el análisis meteorológico, ya que las variaciones en los niveles de energía solar pueden estar relacionadas con cambios climáticos. Progresivamente se van ampliando los campos en que dicha información puede aplicarse, debido al desarrollo tecnológico o a los avances en la investigación de la interacción de la radiación con seres vivos o con la atmósfera.

Aunque la radiación solar es medida en muchas estaciones meteorológicas automáticas, no existe un organismo que centralice la información, verifique la consistencia de los datos, y calibre regularmente los sensores. Más aún: no hay en la actualidad un plan nacional que vaya en ese sentido, aunque contar con datos de radiación solar sea cada vez más importante. Como muestra, basta decir que debido a los incentivos gubernamentales para diversificar la matriz de generación eléctrica en Argentina, plasmados en la ley 26.190/06, se han presentado licitaciones para instalar plantas de generación solar fotovoltaica, previéndose además licitar instalaciones para la generación solar térmica. Las empresas que participan en esas licitaciones deben recurrir a información histórica, arriesgándose a proyectar la inversión con datos cuya validez puede no ser la adecuada en un posible contexto de cambio climático; o confiar en modelos de estimación de la radiación solar, ya sea global o directa, que se han validado o ajustado con pocas estaciones en el país, y muchas veces con ninguna. Los niveles de radiación solar global sobre la superficie terrestre constituyen información importante, ya sea para dimensionar sistemas de aprovechamiento energético de la radiación solar, para estimar el rendimiento de cosechas o como parámetro de interés biológico. También es de destacar su relevancia en el análisis meteorológico, ya que las variaciones en los niveles de energía solar pueden estar relacionadas con cambios climáticos. Progresivamente se van ampliando los campos en que dicha información puede aplicarse, debido al desarrollo tecnológico o a los avances en la investigación de la interacción de la radiación con seres vivos o con la atmósfera.

Para una nación contar con información fehaciente sobre la disponibilidad potencial de sus recursos es siempre una necesidad imperiosa. Los esfuerzos que se lleven adelante para obtenerla forman parte de una decisión estratégica. El uso de las tecnologías solares de aprovechamiento energético, la elección inteligente de las mismas, la evaluación de su factibilidad y desempeño, requiere ineludiblemente del estudio exhaustivo del recurso solar. Un sistema destinado a evaluarlo de manera sostenida en el tiempo será el primer paso que habrá de darse en vistas a aprovechar la energía solar. El conocimiento de los niveles de radiación solar, en lo que respecta a su distribución espacial y temporal en el territorio nacional, es imprescindible para dimensionar sistemas de aprovechamiento y seleccionar, en el caso de generación de potencia, los potenciales sitios de instalación de las plantas y evaluar la factibilidad económica de los emprendimientos proyectados.

Por lo tanto montar una red solarimétrica sustentable en el tiempo, con una cobertura espacial que permita la evaluación de la radiación solar en el territorio nacional, apoyada en una red de medición terrestre que cuente con equipos de medición de radiación directa, global y difusa de buena calidad, dotada con equipo fabricado en el país que sea capaz de adquirir datos y transmitirlos con una frecuencia de muestreo suficiente como para ensayar algoritmos de estimación en zonas no cubiertas por la red de medición, supone un avance importante hacia la evaluación de la fuente primaria implicada en el desarrollo tecnológico de alternativas energéticas asociadas con el uso de la energía solar. Encarar emprendimientos tecnológicos que la utilicen sin evaluar convenientemente su distribución espaciotemporal supone una aventura en un mercado que, cada vez en mayor medida, exige certezas.

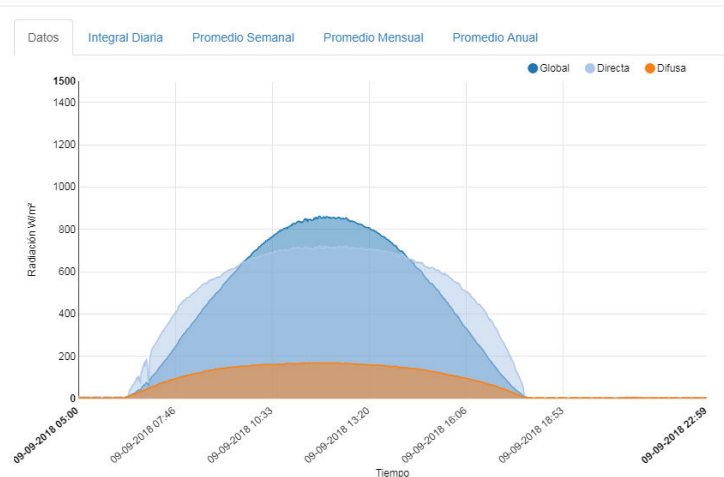
La propuesta del Laboratorio de Agroelectrónica se centra en el diseño e implementación de un sistema argentino de evaluación de la radiación solar – EnArSol- que posibilitará desarrollar fuentes alternativas de aprovechamiento energético y ofertar al mercado laboral la generación de empleo asociada a esta clase de proyectos energéticos (figura 6).

El conocimiento de los niveles de radiación solar, en lo que respecta a su distribución espacial y temporal en el territorio nacional, es imprescindible para dimensionar sistemas de aprovechamiento solar, seleccionar los sitios más convenientes de instalación de plantas generadoras de energía eléctrica y evaluar la factibilidad económica de los emprendimientos proyectados, estimar el rendimiento de cosechas o parámetros de interés biológico para el sector agropecuario, entre otros

El proyecto consta de una red automatizada de 30 estaciones de medición de radiación solar ubicadas en todo el territorio nacional, que mediante tecnologías de información y comunicación transmiten en forma remota esas mediciones a distintos servidores. Así se genera conocimiento básico para el aprovechamiento de esta fuente de energía renovable.

EEA Ingeniero Juárez (Formosa)

Último registro: 11/9/2018 14:19:10 [Online](#)



**Fig. 7.** Gráfico diario de radiación

La estación desarrollada por INTA es la encargada de grabar las lecturas de los sensores de medición de radiación solar directa, global y difusa. Estas lecturas son transmitidas a una red de procesamiento centralizada mediante el uso de tecnología celular. La información recolectada queda registrada y mediante una página web de acceso público se logra canalizar las consultas a las estaciones de medición remotas instaladas en el territorio nacional (figuras 7, 8 y 9).

Por medio del proyecto se crearon tres laboratorios:



- El laboratorio de calibración de sensores solares que permitirá mantener las estaciones operativas y realizando mediciones precisas a lo largo del tiempo.
- El laboratorio de procesamiento de imágenes satelitales, que a partir de las mismas y de la información generada por la red de estaciones distribuida en todo el país generará mapas de radiación solar para todo el territorio.
- El laboratorio de prototipado electrónico que permitirá el mantenimiento y reparación de las estaciones, contando a su vez con la capacidad de desarrollo de equipamiento electrónico para adaptar las estaciones a los futuros cambios tecnológicos



**Fig. 8.** Ubicación de las estaciones solarimétricas instaladas en la actualidad

Este proyecto, financiado por Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial de Energía (FONARSEC-MINCYT), orienta sus tareas a centralizar la información, depurando y procesando datos generados en sitios diversos de nuestro país, analizando su representatividad espacio-temporal y crear una red centralizada con control de la información, permitiendo que la representatividad de los datos colectados sea mucho mayor que la que pueden brindar redes aisladas no centralizadas.

La red permitirá representar los datos medios mensuales de manera sostenida en el tiempo, lo que facilitará el seguimiento de la variabilidad temporal del recurso solar. No existe hasta el momento en el país una representación integrada de la información sobre la radiación solar en toda la República capaz de realizar un seguimiento



mensual de dicha variable energética con la apoyatura que puede brindar una red distribuida en sitios estratégicos del territorio nacional.

**Fig. 9.** Vista panel complementario de información de la interface de usuario

Complementará la información brindada por la red terrestre de medición de la radiación solar con estimaciones realizadas en base a imágenes satelitales, que posean la resolución espacial y temporal que la evaluación de la energía solar disponible requiera para su aprovechamiento por diversos usuarios potenciales.

El proyecto fue seleccionado como caso de éxito para y estuvo conformado por un consorcio público-privado integrado por YPF-YTEC, Universidad Nacional de Luján e INTA (16, 17).

### 3.4 Ganadería



**Fig. 10.** Collar para el monitoreo animal.

Se denomina ganadería de precisión a la producción ganadera que implica conocer y cuantificar claramente las variables que afectan la productividad de los diferentes procesos que ocurren dentro de los sistemas ganaderos y evaluar sus interacciones, además de generar los productos que estén acorde a los requerimientos de los diferentes mercados de destino. En la cadena de ganados y carnes, los trabajos de investigación orientados a la complementación de los sistemas actuales de identificación y trazabilidad de los animales, al estudio de su comportamiento y del uso sustentable de los recursos, se tornan indispensables. No obstante, el desarrollo de herramientas electrónicas para el estudio del comportamiento animal en Argentina, se ha visto postergado debido a la falta de sistemas de tamaño reducido y bajo costo. Actualmente, el avance tecnológico permitió desarrollar sistemas de monitoreo del ganado de escasas dimensiones y bajo consumo.

Diversos grupos de productores ganaderos ya están implementando sistemas electrónicos de identificación animal y software específicos que les permiten efectuar una eficiente gestión de sus establecimientos. Asimismo, se están implementando este tipo de sistemas en aquellos casos en los que se requiera dar soporte a la transmisión de atributos intangibles del producto hacia el consumidor, como es el caso de las indicaciones geográficas de procedencia (denominaciones de origen e indicaciones geográficas) o la certificación de atributos de calidad o el bienestar animal.

En el Laboratorio de Electrónica del Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar se desarrolló un collar de bajo costo y fácil implementación, basado en GPS, que permite el monitoreo del movimiento y el comportamiento del ganado bovino, ovino y caprino (figura 10)

El sistema está compuesto por Collares de reducido tamaño que cuentan con un GPS, una Unidad Central de Proceso (CPU) y un transmisor de Radio Frecuencia (RF). Estos dispositivos almacenan los datos de posición en su memoria interna para luego ser transmitidos a una Estación Base. La Estación Base es la encargada de comunicarse con los collares obteniendo los registros almacenados de cada animal y mediante una conexión a Internet se logra el monitoreo en tiempo real, conformando bases de datos para los distintos animales (18).

El sistema permite, entre otras cosas, estudiar el uso de los recursos forrajeros por movimiento y comportamiento del ganado bovino, ovino y caprino, colaborar en la sustentabilidad de la producción ganadera y en el análisis y gestión del riesgo ante la aparición de enfermedad en los rodeos, utilizando herramientas y metodologías basadas en nuevas tecnologías y establecer los lugares de desplazamiento de los animales aportando elementos que sustenten una diferenciación de productos por su origen geográfico.

*Características del collar:*

- GPS integrado de bajo consumo
- CPU compuesta de un microcontrolador de 8 bits de bajo costo
- Transmisor de RF en 2,4 Ghz de gran alcance (hasta 1,6 km)

- Comunicación entre collares y conformación de redes Mesh
- Pack de baterías pequeñas (3,6V)
- Características de la estación base (conexión en tiempo real)
- Receptor RF de 2,4 Ghz
- Salida de datos a PC y conexión Celular GPRS
- Almacenamiento interno en memoria SD
- Conexión con software de monitoreo y base de datos

El Instituto de Ingeniería Rural ha desarrollado varios prototipos que fueron enviados a diferentes Estaciones Experimentales de INTA, como EEA Bariloche y EEA Santa Cruz, y están siendo utilizados para investigaciones diversas (19, 20, 21, 22, 23, 24). Asimismo, se están explorando nuevas aplicaciones como la detección de celo. Se están instalando pruebas piloto en diversos establecimientos con el fin de ajustar estas técnicas de manejo. Se encuentra disponible una página Web, donde se podrán monitorear los animales y verificar la practicidad del sistema en [agroelectronica.inta.gob.ar](http://agroelectronica.inta.gob.ar).

El desarrollo de los collares para el monitoreo de animales fue seleccionado finalista en el INNOVAR 2011 y 2012 e integrante en la terna finalista del premio CITA 2012.

#### **4 Comentarios finales**

El equipo del Laboratorio de Agroelectrónica se encuentra actualmente trabajando en diversas líneas de investigación que atienden las numerosas demandas recibidas desde los territorios, abordándose las temáticas de drones, telemetría y trazabilidad, tanto apícola como general. Además se están desarrollando instrumentos y sensores específicos, frutos electrónicos para la poscosecha de fruta fina, instrumentos de evaluación de compactación edáfica, medición de caudales de riego, humedad de suelo y sistemas de monitoreo y control de galpones de producción avícola e incubadoras, entre otros.

#### **5 Bibliografía**

1. Albornoz, I. (2006) "Informática para el sector agrícola y ganadero en la Región Pampeana". Universidad de General Sarmiento, diciembre 2006, Buenos Aires.
2. Steinberger, G.; Rothmund, M.; Auernhammer, H. (2006) "Agricultural Process Data Service (APDS)". Proceedings 2006. CIGR World Congress. Agricultural Engineering for a Better World, Bonn, Germany.
3. Rothmund, M.; Demmel, M. y Auernhammer, H. (2003) "Methods and service of data processing for data logged by automatic process data acquisition system. Management and technology applications to empower agriculture and agro food systems". XXX CIOSTA CIGR, V Congress Proceedings, September 22-44, 3004, Turin Italy, vol, 2, pp 713-721, ISBN: 8888854096.

4. Chanet, J. P.; Boffety, D.; Andre, G.; Vigier, F. (2006) "Ad hoc network for agriculture: irrigation management". Proceedings 2006. CIGR World Congress. Agricultural Engineering for a Better World, Bonn, Germany.
5. Albornoz, I. (2006b) "Software para el sector agropecuario". Universidad de General Sarmiento, diciembre 2006, Buenos Aires.
6. Moltoni, A. y Moltoni, L. (2005) "Pulverización selectiva de herbicidas: implicancias tecnológicas y económicas de su implementación en la Argentina". En Actas del VIII Congreso Argentino de Ingeniería Rural – CADIR 2005, realizado del 9 al 12 de noviembre de 2005 en Merlo, San Luis. Editado en CD-Rom ISBN 987-05-0139-7.
7. Moltoni, A.; Moltoni, L.; Venturelli, L.; Fuica, A. y Masiá, G. (2006): "Site-Specific Weed Control: Desempeño de un Detector de Maleza Diseñado y Construido en el Instituto de Ingeniería Rural de INTA Castelar. Parte I". En Actas del XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2006, realizado entre el 31 de julio y el 4 de agosto de 2006 en João Pessoa, PB, Brasil.
8. Moltoni, A.F.; Masiá, G.; Fuica, A.M., Moltoni, L.; Venturelli, L.; Cid, R. (2007a) "Site-specific weed control: desempeño de un detector de maleza diseñado y construido en el Instituto de Ingeniería Rural de INTA Castelar. Parte II". En IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural -CADIR 2007 y I del MERCOSUR, realizado del 19 al 21 de septiembre, Córdoba, Argentina. Libro Avances en Ingeniería Rural 2005-2007, I.S.B.N. 978-987-1253-29-6. Pág. 121-126.
9. Moltoni, A.; Masiá, G.; Cid, R.; Moltoni, L.; Fuica, A.M.; Duro, S.; Casartelli, M., Hilbert, J.A. (2007b) "Site-Specific Weed Control: dynamic performance and weed mapping of a weed detector system designed by researchers of INTA". En Actas del 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, realizado del 14 al 17 de octubre en Antalya, Turquía
10. Moltoni, A. y Masiá, G. (2008) "Site-specific weed control: daily performance of a weed detector system designed by researchers of INTA". En Actas del International Conference of Agricultural Engineering - CIGR y XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2008, realizado del 01 de agosto al 04 de septiembre en Foz do Iguaçu – PR, Brasil.
11. Masiá, G.; Moltoni, A.; Venturelli, L.; Cid, R.; y Duro, S. (2009) "Verificación del tiempo de respuesta de un detector de malezas diseñado y construido en el Instituto de Ingeniería Rural". En Actas del X Congreso de Ingeniería Rural y II del Mercosur - CADIR 2009, realizado del 01 al 04 de septiembre de 2009, en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina.
12. Masiá, G.; Moltoni, A.; Venturelli, L.; Cid, R.; Duro, S. y Fuica, A. (2010) "Study On Response Time Of A Weed Detector System Designed For Site-Specific Weed Control By Researchers Of Inta. Part 2". En Actas de International Conference on Agricultural Engineering - AgEng 2010, realizado entre el 06 al 08 de septiembre de 2010, Clermont-Ferrand Francia.
13. Moltoni, A.; Masiá, G.; Clemares, N.; Fiorini, J. y Moltoni, L. (2012) "Verificación del tiempo de respuesta de un detector de malezas equipado con válvulas electromagnéticas". En Actas del I Congreso Argentino de Ingeniería - CADI 2012, realizado del 8 al 10 de agosto de 2012 en la Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires.
14. Moltoni, A.; Masiá, G.;Clemares, N.;Fiorini, J. y Moltoni, L. (2014), "Caracterización de un sistema de modulación del ancho de pulsos empleado en dosificación variable de agroquímicos. Resultados preliminares", En 13° Curso de Agricultura de Precisión. Recopilación de presentaciones técnicas. Ediciones INTA. Manfredi, Córdoba. Pp 245-249.
15. Moltoni, A.; Masiá, G.; Fiorini, J.; Cid, R. y Moltoni, L. (2013) "Dosificación Variable De Agroquímicos. Empleo De Un Sistema Basado En La Modulación Del Ancho De Pulsos.

- Resultados Preliminares”. En Actas del XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013, realizado del 04 al 08 de agosto de 2013 en la Fábrica de Negocios, Fortaleza – CE, Brasil.
16. Moltoni, L.; Gorandi, E.; Clemares, N.; Moltoni, A. (2016): “EnArSol. Una red público-privada para la generación de información y conocimiento del recurso energético solar”. En II Congreso de Articulación entre lo Público y lo Privado”. Centro de Graduados y Departamento de Administración y Economía. Universidad de Tres de Febrero. 2 de junio de 2016
  17. Moltoni, L. y Moltoni, A. (2016). “ENARSOL. Una red público-privada interconectada para medición del recurso solar”. Aprobado para su presentación en el 3º Congreso de Ingeniería para el Cambio Climático COPIME 2016, a realizarse del 21 al 23 de Septiembre de 2016. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  18. Moltoni, A.; Irurueta, M.; Negri, L.; Duro, S. (2010) “Evaluación de collares para rastro de animales basados en tecnología GPS”, en Actas del World Congress & Exhibition ENGINEERING 2010 Argentina, 17 al 20 de octubre. Ciudad de Buenos Aires
  19. Herrera Conegliano, O.A., Jaimes, F., Cendoya, M.G., Blanco, L.J., Gorandi, E., Ricci, P. y Cibils, A. (2016). Distribución espacial del pastoreo bovino, de raza Criolla argentina y Aberdeen angus en pastizales naturales de La Rioja. VII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales, X Encuentro de Ganaderos del Pastizal del Cono Sur- 5 y 6 de Noviembre de 2016 – Virasoro – Corrientes.
  20. Herrera Conegliano, O.A., Jaimes, F., Cendoya, M.G., Blanco, L.J., Ferrando, C.A., Moltoni, A., Ricci, P. y Cibils, A. (2017). Exploración del área en pastoreo de ganado bovino Criollo Argentino y Aberdeen Angus eco tipo riojano, en pastizales naturales de La Rioja. 40 Congreso Argentino de Producción Animal- Córdoba- 6-9 de Noviembre-2017.
  21. Herrera Conegliano, O.A., Jaimes, F., Cendoya, M.G., Blanco, L.J., Ferrando, C.A., Moltoni, A., Ricci, P. y Cibils, A. (2018). Evaluación de la preferencia animal por sectores del potrero ubicados a distinta distancia de la aguada. VIII Congreso Nacional y IV Congreso del Mercosur de Pastizales Naturales. Chamical - La Rioja (Argentina). 15, 16 y 17 de mayo de 2018.
  22. Herrera Conegliano, O.A., Jaimes, F., Cendoya, M.G., Blanco, L.J., Ferrando, C.A., Moltoni, A., Ricci, P. y Cibils, A. (2018). Efecto de la disponibilidad forrajera sobre el pastoreo del ganado Criollo Argentino y Angus en pastizales de La Rioja. 41 Congreso Argentino de Producción Animal- Mar del Plata – Buenos Aires- 16-19 de Octubre- 2018 (próximo a publicarse).
  23. Leal, K.V., Herrera Conegliano, O. A., Aello, M. S. (2018). Dinámica estacional de la calidad de un pastizal natural de los Llanos de La Rioja. 41 Congreso Argentino de Producción Animal- Mar del Plata – Buenos Aires- 16-19 de Octubre- 2018
  24. Ormaechea, S.G, Moltoni A. y Peri, P.L. (2014): “Patrones de distribución e interacción entre un perro pastor y un ovino en un sistema extensivo de Patagonia Sur” 37º Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal – RAPA 2014 Vol. 34, Supl. 1.