

CONSTRUCCIÓN INTELIGENTE

CARLOS PASTOR

 CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

**INNOVACION
TECNOLOGICA
COMO
PROYECCION DE
LA EVOLUCION
AGROPECUARIA**



EN PROCESO DE DISEÑO

Resumen ejecutivo

Introducción

1. Agricultura

- 1.1 Características
- 1.2 Equipamiento y automatización
 - 1.2.1 Telemetría
 - 1.2.2 Robótica (drones)
- 1.3 Valores e inversiones
- 1.4 Normativas
 - 1.4.1 Uso y manejo de drones
 - 1.4.2 Buenas prácticas
- 1.5 Startups
 - 1.5.1 Utilización de Big Data.
- 1.6 Perspectivas
 - 1.6.1 La maquinaria agrícola al 2030
 - 1.6.2 Las ventas actuales de maquinaria agrícola
 - 1.6.3 Financiamiento

2. Ganadería

- 2.1 Características
- 2.2 Sistemas de conservación de forrajes
 - 2.2.1 Los sistemas de conservación son:
 - 2.2.2 Existen los siguientes tipos de silos:
- 2.3 Equipamiento y automatización
- 2.4 Valores e inversiones
- 2.5 Normativas
- 2.6 Startups
- 2.7 Perspectivas
 - 2.7.1 Las ventas actuales de equipos
 - 2.7.2 Equipos de enfardado de heno
 - 2.7.3 Equipos para confección de megafardos
 - 2.7.4 Equipos procesadores de fibra
 - 2.7.5 Equipos de acondicionamiento
 - 2.7.6 Financiamiento

3. Biogás

- 3.1 Características
- 3.2 Biomasa y biodigestión.
- 3.3 Proyectos productivos y domésticos
 - 3.3.1 Orígenes de biomasa para biogás
- 3.4 Valores e inversiones
 - 3.4.1 Pequeños biodigestores
 - 3.4.2 Grandes biodigestores
- 3.5 Normativas
- 3.6 Startups
- 3.7 Perspectivas

4. Riego

- 4.1 Características de la demanda de agua en la agricultura

- 4.1.1 El riego agrícola
 - 4.1.2 El riego agrícola inteligente
 - 4.2 Equipamiento y automatización
 - 4.2.1 Sistemas de riego inteligente
 - 4.2.2 Telemetría
 - 4.2.3 Energía fotovoltaica
 - 4.3 Generación, transferencia y adopción de sistemas. Ventajas
 - 4.4 Valores e inversiones
 - 4.5 Normativas
 - 4.6 Startups
 - 4.6.1 Startups en Argentina
 - 4.7 Perspectivas
 - 4.7.1 Perspectivas de riego inteligente
 - 4.7.2 Financiamiento
5. Esquema tentativo de promoción inicial de inversiones innovadoras
6. Comentarios finales
- 6.1 Sobre las plataformas de innovación
 - 6.2 Sobre las innovaciones presentadas
7. Bibliografía consultada

EN PROCESO DE DISEÑO

EN PROCESO DE DISEÑO

Resumen ejecutivo

El propósito de este trabajo es presentar algunas innovaciones tecnológicas agropecuarias que tienen un futuro promisorio. Se presentan las innovaciones inteligentes para 4 áreas identificadas que posibilitan la mejor eficiencia de sus actividades.

Agricultura: La inteligencia en la agricultura ha revolucionado considerablemente el sector, como la agricultura 4.0 que se basa en la recopilación, análisis y uso de datos sobre el campo con el objetivo de mejorar la calidad de los cultivos y reducir las consecuencias en el medio ambiente.

La telemetría y la robótica, son las innovaciones más relevantes que se utilizan en operaciones o trabajos aplicados a la agricultura inteligente. La **telemetría** es un sistema de medición de magnitudes físicas que permite transmitir los datos obtenidos a un observador lejano, y se constituye en una realidad creciente dentro de los accesorios de las maquinarias agrícolas.

La telemetría es utilizada por los concesionarios como recurso de eficiencia de trabajo de las máquinas, y como respuesta en tiempo y forma ante inconvenientes mecánicos. Por ejemplo, los mismos tienen la posibilidad de conocer la cantidad de horas diarias que trabaja un tractor, su productividad, el consumo de combustible, entre otros. Los contratistas rurales son los primeros beneficiados en este sentido.

La aplicación de la **robótica** a la agricultura es una tecnología que ha alcanzado un grado de madurez y cuya proyección todavía no tiene techo. Nos referimos particularmente a la robótica aérea manifestada en **drones**.

Las ventajas derivan en una importante disminución de costos en relación a la aviación agrícola tradicional, debido a su gran disponibilidad temporal, el vuelo a baja altura, la importante resolución de imagen y la posibilidad de captar datos tanto sobre superficies medias y pequeñas como sobre zonas específicas.

Permiten al productor o técnico, obtener imágenes de alta definición que les posibilita el monitoreo de diversas áreas, y trazar estrategias con mayor anticipación para planificar el control de plagas, como así también, conocer el potencial de rendimiento para planificar la cosecha.

Los drones de tipo multirrotor-cuadróptero y los de ala fija son los más usuales. Los primeros pueden volar durante 30 minutos y cubrir 65 ha, mientras que los segundos pueden volar entre 30 y 90 minutos para cubrir más de 120 ha.

En agricultura de precisión surgen las "**agtech**", plataformas que brindan resultados específicos siendo los propios productores los que están invirtiendo en el conocimiento de las mismas creando diversas empresas emprendedoras de innovaciones (startups).

Algunas startups extranjeras del agro que están marcando tendencia mundialmente son Biome Makers, Abundant Robotic, Farmers Business Network, Auravant (en España), Zoomagri (en

Australia y Europa) que son una importante referencia para entender por dónde observan las oportunidades los emprendedores y los inversores. En Sudamérica, y en particular, Argentina, se encuentran algunas como Agree Market, Agropool y Dr. Agro: primer asistente inteligente para el campo de respuesta permanente.

Con respecto a los **valores e inversiones**, no es tanto el mayor valor de las maquinarias por estos sistemas incorporados sino por sus mayores prestaciones. La expectativa principal es que estas mejoras disminuyan los costos de producción de las tareas agrícolas.

Los precios de los equipos telemétricos que se pueden adosar a las máquinas agrícolas pueden variar entre 4 y 5.000 dólares, según sea el caso. Hoy en día, prácticamente todas las máquinas factibles de optimizar sus labores vienen con los sistemas incorporados. El % de incidencia del precio del equipo de telemetría en las máquinas agrícolas es bajo en relación al servicio que presta y beneficios que se obtienen (pueden oscilar entre el 1 y 3% del valor de la maquinaria).

Respecto a los drones, el precio varía dependiendo de las especificaciones técnicas del modelo y del sensor requerido pero los más sofisticados pueden llegar a valer entre 10 y 30 mil dólares.

Con respecto al uso y manejo de drones, existe un vacío **normativo** y la actividad está pendiente del armado de un marco regulatorio que reglamente el uso de estos aparatos para sus distintas aplicaciones.

La mayoría de los países están desarrollando una normativa específica que debe ser respetada por cualquiera que quiera utilizar el espacio aéreo nacional con aeronaves no tripuladas.

Con respecto al **financiamiento**, para el 2020 se perfilaban diversas líneas de financiamiento en el país para la compra de maquinaria agrícola que incluían a aquellas con sistemas inteligentes incorporados, a través de Banco Nación, Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), Banco Galicia, ICBC Argentina, Santander Argentina, Banco Patagonia y Banco Ciudad.

Ganadería: una de las innovaciones en este rubro esta canalizada principalmente al manejo ganadero, donde la conservación del forraje para su alimentación apropiada y el bienestar animal son indispensables para un mejor desarrollo sustentable y mayor productividad por unidad de superficie.

La conservación de forrajes constituye una práctica relevante en los actuales sistemas ganaderos debido a su participación en las raciones de los animales. El **silaje** inteligente es la tecnología que revolucionó la producción de carne y leche, en relación a su calidad, volumen y proceso de producción. El nivel de tecnología que se utiliza en la Argentina en materia de elaborar silos es similar a otros países del mundo.

Los sistemas de conservación son:

Silo: refiere a la conservación de forraje con alto contenido de humedad, en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) a través de un proceso fermentativo por intermedio de bacterias que

actúan sobre los azúcares, con aumento de la acidez y reducción del ph. Existen de silo de planta entera, de pasturas y de grano con alto contenido de humedad.

Heno: La conservación de este tipo de forraje sufre una evaporación del agua contenida en el tejido vegetal partiendo de un 20 % al momento de la confección del silo, y normalizándose en el almacenaje con una humedad de cerca del 15 %, siendo la alfalfa el forraje más utilizado en el sistema de henificación para esquemas ganaderos intensivos a través del enrollado de la misma.

Henolaje: a diferencia del proceso anterior, en este caso se enrolla el forraje en su condición húmeda con 50 % de humedad,

Estos dos sistemas de conservación, una vez enrollado puede conservarse por intermedio de películas plásticas.

El 70% de los silajes realizados en el país se llevan a cabo a través de silobolsas, con una gran eficiencia en la compactación, mientras el 30% restante de los silos son aéreos, trabajados con tractores pesados y de gran porte.

Considerando los aspectos telemétricos innovadores, se dispone de collares detectores, mapeo de rendimiento, comederos inteligentes, alambrados virtuales, pesaje individual, entre otros.

Con respecto a los **valores e inversiones**, existen máquinas que incorporan sistemas de telemetría y otras que ya los tienen incorporados. Los valores son parecidos a los utilizados en agricultura (cuyo rango puede fluctuar entre 4 y 5.000 dólares (un 2 a 4% del valor de las maquinarias)

Las **normativas** están relacionadas básicamente en el bienestar animal para su mejor desarrollo y productividad. Nos referimos a las Buenas Prácticas para Producción de Carne Natural. El buen trato y el bienestar de los animales se está convirtiendo en un asunto cada vez más importante para el consumidor,

Como ya se expresara para otras innovaciones, los **startups** son plataformas para poder trabajar digitalmente en varios procesos de características inteligentes. En materia de manejo ganadero encontramos algunas como Digirodeo, Vaqapp, WinCampo, Ganado 360, y BitCow. primera moneda digital de inversión ganadera.

En materia de **financiamiento**, surgen líneas para este tipo de maquinarias de forrajes con inclusión de equipamiento, tales como Banco Nación, BICE, Banco Galicia, ICBC Argentina Santander Argentina, Banco Patagonia, Banco Ciudad, entre otros.

c. Biogás: los residuos ganaderos con fines bioenergéticos, están representados por la deyecciones (excretas, estiércoles, purines) de los animales, existiendo además otros tipos de residuos varios y complementarios para la producción de biogás. La utilización energética se ve

restringida a zonas limitadas (cría intensiva o feedlot) debido a las dificultades de recolección que presentan grandes extensiones.

Las principales fuentes de biomasa para biogás de origen agropecuario son los estiércoles (deyecciones) de la actividad pecuaria, los remanentes de la actividad agrícola o industrial, y las plantaciones energéticas.

El biogás es un gas combustible que se forma a partir de la descomposición de materia orgánica (biomasa), y su valor energético es el metano (CH₄), el cual representa entre un 50 y un 75% del gas. Lo demás corresponde a dióxido de carbono (CO₂).

El biogás se produce en ausencia de oxígeno, por la acción de distintos tipos de bacterias, acción que se conoce como **digestión anaeróbica** que es un proceso biológico sobre un substrato (residuos animales y vegetales) que convierte en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano, por intermedio de bacterias inhibidas por el oxígeno.

El tratamiento de residuos pecuarios tienen los potenciales de mitigación de gases de efectos invernadero (GEI) más elevados al ser convertidos en biogás.

El biogás puede utilizarse como combustible, para producir energía térmica (calor para calefacción, calentamiento de agua, cocción de alimentos, entre otros) y energía mecánica (en motores de combustión interna).

Surge además el biometano que es un gas que se puede obtener a partir de la depuración del biogás generado por digestión anaeróbica, o por lavado del gas de síntesis generado en la gasificación de la biomasa. Este gas surge como alternativa combustible, tanto para consumo domiciliario como para transporte.

A los efectos de mitigar los aspectos negativos del Cambio Climático, surgen los **certificados verdes** que son utilizados para observar y conocer la procedencia de la energía, y los **bonos de carbono** que son una herramienta creada por el Protocolo de Kioto como un mecanismo internacional para evitar o mitigar la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a fin de descontaminar o contaminar menos.

Existen dos tipos de Mercados de Carbono: Los mercados de cumplimiento que están integrados por países desarrollados cuyas emisiones de CO₂ pueden emitir a la atmósfera en función del límite que impone del Convenio Marco sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto). Cuando se sobrepasa el límite, se deben adquirir Bonos de Carbono a otros países que llevan a cabo acciones acreditadas a favor de la sustentabilidad. Asimismo, existen los mercados voluntarios donde participan países en vías de desarrollo, organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

Los **valores e inversiones** se consignan según su uso y tamaño: i) **Pequeños biodigestores**: es el caso de las bolsas flexibles, donde por un extremo ingresa el estiércol del animal y por el otro sale el fertilizante y el biogás. La bolsa más chica genera de 3 a 5 horas de gas diario y entre 100 y 150 kilos de fertilizante por día, a partir de 30 kilos de desecho de animales. Su valor ronda los 1.000 a 4.000 dólares según su tamaño y producción. ii) **Grandes**

biodigestores: partiendo como ejemplo, de otro tipo de plantas cuya materia prima para elaborar biogás es el desecho animal más la biomasa el maíz, la generación de electricidad para un tipo de planta de dimensiones importantes, se necesita U\$D 3.000 por Kw instalado de capacidad de producción de energía eléctrica, por lo tanto, la inversión rondaría los U\$D 3 millones para la generación de 1 MW de energía.

En la jurisdicción nacional no existe una **normativa** específica que regule la producción de biogás ni su incorporación como fuente energética. Esto dificulta conocer cuáles son los requisitos para habilitar este tipo de plantas y cuál es el camino que deben recorrer los proyectos sujetos a evaluación por parte de las autoridades.

En materia de biogás, internacionalmente existen algunas **startups** en desarrollo y desarrolladas que están funcionando sosteniblemente. Entre ellas, Recircular (España), Carbon Upcycling(Canadá), Enagás(España), Bioengas(España), entre otros. Con respecto a Argentina, recién en estos últimos tiempos se están iniciando acciones para constituir plataformas de desarrollo y uso de biogás para diversos destinos.

Existen proyectos en el país con tecnología apropiada y adecuada para diferentes regiones, pero es necesario destacar que, la biomasa no es la limitante, sino el ámbito operativo-logístico, el marco tarifario, regulatorio y financiero, los que se deben armonizar. Si se lograra la logística de recolección, selección (con reuso de residuos reciclables), las posibilidades son infinitas.

Riego: actualmente, el 40% de los alimentos producidos en el mundo provienen de campos regados en sólo el 17% del área cultivada. El problema es la baja eficiencia con la que se trabaja (diferencia entre aplicación, transporte y evapotranspiración) ya que en general el riego es gravitacional y mundialmente la eficiencia es de entre un 20-30% mientras que en Argentina, se ubica entre un 15-20%.

Surge el **riego inteligente**, concepto que consiste en utilizar las tecnologías de la información y comunicación para gestionar de un modo óptimo esta labor al hacer un uso más eficiente de los recursos de producción (agua, energía y fertilizantes). Estos aspectos ayudan a aumentar la eficiencia hídrica, pues permite programar el riego de un modo óptimo para aprovechar el agua estableciendo el momento de riego, la frecuencia y el tiempo de riego.

El sistema de riego inteligente incluye sensores de humedad de suelo, un software específico, y controla la cantidad de agua que se utilizará para tal fin. Automatizar el riego de un cultivo evita el derroche de agua y, además ahorra energía, ya que se utiliza sólo lo que la planta necesita.

Los beneficios que se presentan con este tipo de riego son:

- . Monitoreo permanente de la humedad en tiempo real.
- . Aplicación desde un móvil que permite regar, encender y apagar remotamente.

- . Riego automático.
- . Fertirriego que incorpora fertilizante hidrosoluble.
- . Energía renovable a través del uso integral de la energía solar.
- . Optimización del uso del agua medida con los sensores de humedad.
- . Elimina el lavado de nutrientes y la salinización del lote por exceso de agua aplicada.
- . Impide el mojado del follaje no generando hongos en los cultivos.
- . Incremento de los rendimientos evitando el estrés hídrico.

La posibilidad de regar inteligentemente los cultivos para evitar el derroche de agua y aplicar la cantidad necesaria para que el cultivo se desarrolle, ha motivado la creación de varios sistemas que tienden a cumplir con esos objetivos. Entre ellos destacamos algunos sistemas de riego inteligente: NetBeat (Netafim), Control Preciso de Irrigación, Smart Irrigation System (Shipec), FieldNET, Control Automático de Riego Agrícola, Magros, Manna, Riego por Goteo Subterráneo (RGS), Multiplataforma Riego Preciso, Agromath, entre otros.

La **telemetría** agrícola se aplica al concepto de riego de precisión (RP). El riego de precisión consiste en la aplicación exacta de agua para satisfacer los requerimientos y minimizar el impacto ambiental. El RP es un nuevo enfoque sobre el manejo del riego pensado desde la perspectiva del control y monitoreo de los sistemas de riego.

La telemetría avanza como un conjunto de procedimientos y sistemas para medir variables y transmitirlos en tiempo real bajo una opción de monitoreo remoto asistiendo a los productores en la gestión.

Surge como una alternativa de extracción de agua, la energía fotovoltaica que consume un 30% menos de agua y ahorra entre el 60 y el 80% en el costo energético. La extensión de la potencia de los sistemas de riego fotovoltaico es necesaria para satisfacer las necesidades de los regantes

En materia de **valores e inversiones** es importante destacar que debido a la versatilidad de los equipos y sistemas de riego para diversos destinos y usos, se presentan valores e inversiones diferenciales. Existen diversos valores consultados según el tipo de cultivo y el sistema de riego utilizado. Lo llamativo es que su uso es muy bajo (en goteo y riego subterráneo), no así como complemento del agua disponible por lluvias en zonas templada, como es el riego por aspersión.

En materia **normativa**, hace unos 5 años, el Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, definió las líneas de acción dirigidas a mejorar la oferta de agua, en calidad y cantidad, a influir o administrar sobre las demandas y a mitigar los impactos extremos, Con respecto a la eficiencia en el uso del agua, dada la agudización de la escasez de los recursos, la naturaleza vulnerable y finita del agua como recurso y la creciente demanda, el agua debe ser utilizada con la máxima eficiencia

posible, y en materia de sustentabilidad, el uso presente del recurso debería ser manejado de manera de evitar comprometer el uso del recurso por futuras generaciones.

En 2019, la Red Agua de Aapresid define los lineamientos en buenas prácticas para la gestión sustentable del agua. La gestión del agua, aun con un estándar de buenas prácticas a escala predial, exige visualizar un enfoque sistémico integral de la producción agrícola.

En relación a las aguas residuales tratadas, hay que tener en cuenta que, las aguas residuales municipales recuperadas y acondicionadas se pueden usar de forma segura para regar los cultivos aumentando la eficiencia y sostenibilidad.

Con respecto a las **startups**, debido a que se requiere fundamentalmente con el riego no derrochar el agua y aprovechar la misma de manera óptima impidiendo stress hídrico en las plantas, las zonas áridas y semiáridas son la que más lo necesitan, y por ello Israel, debido a su condición climática, está a la vanguardia de estos sistemas y plataformas brindando resultados sustantivos. También proponen empresas de este sentido, USA y España entre otros.

El riego evolucionará en eficiencia, desapareciendo el riego por manto y consolidándose los esquemas de aspersión, riego por goteo y riego por goteo subterráneo fundamentalmente, en la versión más inteligente de su aplicación. La energía solar fotovoltaica será la fuente para bombear agua y almacenar energía.

Comentarios finales

. Para poder implementar estas acciones en el tiempo actual de crisis profunda, se necesita tener una escala productiva lo suficientemente amplia para poder absorber los costos de estas innovaciones. Ante el panorama de fuertes restricciones a las exportaciones agropecuarias con las retenciones en danza, es difícil innovar en términos generales.

. Lo importante es analizar de que manera otros segmentos de productores de otras escalas menores pueden acceder a este tipo de innovaciones.

. Algunas innovaciones, a partir de un mayor desarrollo, aplicación y difusión se han ido abaratando por unidad, como es el caso de los sistemas fotovoltaicos para riego.

. En materia de eventuales pérdidas de empleo por una alta automatización, no se ha visualizado una anulación sistemática de empleos, más bien se han observado empleos específicos consolidados con alta capacitación, y eventualmente nuevos empleos.

. Todavía existe una falta de conocimiento pleno de estas tecnologías innovadoras, por lo que su uso en escalas medias y pequeñas no está muy difundido, especialmente en riego.

Con respecto a los 4 temas en cuestión, sería interesante:

. Establecer un programa de promoción de actividades innovadoras inteligentes en riego para diversos segmentos de productores, estableciendo esquemas de innovación cuyos costos serían accesibles y de rápida adopción.

. En materia de agricultura, acompañar la modernización de los contratistas rurales, porque son ellos lo que en definitiva pueden atender apropiadamente las superficies de cultivos de grandes, medianos y pequeños productores, según su propia organización de trabajo.

. En ganadería, mantener inteligentemente las buenas prácticas de bienestar animal incluyendo la alimentación, en las distintas escalas de producción. Todos los esquemas innovadores coadyuvan en ese sentido.

. Por último, los diversos modelos de biodigestión apuntan a atender diversas escalas de producción ganadera hacia la producción de biogás para uso doméstico y productivo menor.

. En todos los casos mencionados, se necesita un acuerdo institucional para la promoción privada de diversos esquemas que pueden ser acompañados por soportes públicos-privados de financiamiento, con el acompañamiento de las diversas startups que se generan con acciones específicas para dinamizar las innovaciones.

Ante este panorama, se plantea un esquema tentativo de promoción de inversiones innovadoras para que sirvan de estímulo a aquellos emprendedores productores que quieran adoptar cambios en su gestión que le permitan acceder a ahorros en sus costos e incrementos en sus rendimientos, y que permita replicar estas buenas prácticas en otros productores zonales y regionales.

La Idea es ver la posibilidad de adoptar telemetría, drones, biodigestores y equipos de riego en una etapa de 100 usuarios para observar su implementación y gestión, considerando su adaptabilidad y posibilidades de financiamiento, teniendo de base la posibilidad de incrementos de rendimientos mínimos de un 5% y reducciones mínimas de costos en ese mismo guarismo.

Este esquema podría tratarse institucionalmente desde las asociaciones privadas de cada rubro o en combinación con startups, atendiendo básicamente a los temas de promoción de las innovaciones y sus alcances, y a la obtención de fuentes específicas de financiamiento para lograr estos objetivos.

Es importante destacar que, el sector agropecuario por su aporte al PBI es ávido a las transformaciones innovadoras, por el cual este esquema puede generar un estímulo a los que quieren emprender en el sector y sea replicable dentro de un concepto de buenas prácticas.

Introducción

Este informe tiene como objetivo presentar cuáles son algunas de las principales innovaciones tecnológicas en el sector agropecuario, y que arriban a resultados positivos en la calidad de servicios efectuados, sostenibilidad de los recursos aplicados, y rentabilidad de sus actividades productivas.

Las innovaciones identificadas en función de su desarrollo y aplicación tienen que ver con la agricultura, la ganadería, la generación del biogás, y la utilización de un riego inteligente. En realidad, todas las innovaciones presentadas tienen que ver con un enfoque inteligente en su génesis, bondades y aplicación.

Respecto de la **agricultura** se mencionan como aspectos relevantes de su innovación tecnológica, al uso de la **telemetría** como instrumento de medida digital online de las acciones en campo, y el uso de la robótica a través de **drones**, para realizar una lectura real y online de la situación en campo a través de mapeos y de tareas de aplicación de fitosanitarios.

El primero utilizado básicamente en las maquinarias agrícolas para aprovechar apropiadamente los espacios y ambientes (cosechadoras, sembradoras, pulverizadoras, etc.), y el segundo, para realizar estudios integrales de los estados del campo y aplicaciones.

En relación a la **ganadería**, destacamos los aspectos vinculados a la **conservación de forrajes** para alimentación racional del ganado, como complemento o suplemento del pastoreo a campo (salvo el confinamiento del feedlot que es a base de forraje estabulado y administrado), cómo así otros aspectos vinculados al manejo ganadero (ej.: caravaneado).

El **biogás** ya es un producto que se viene desarrollando en el país desde hace unos años. En este caso, se presenta un aprovechamiento de los **residuos ganaderos** para elaboración de biogás en diversas escalas productivas y domésticas.

El riego es un elemento clave para el desarrollo agrícola en zonas áridas y semiáridas, así también, como complemento en zonas templadas. La idea es tratar de eficientizar su uso evitando el derroche de agua que es alto en el país. Por tal motivo, el **riego inteligente** aplica a un uso racional sobre las necesidades precisas de cultivo a través de diversos sistemas (goteo, aspersión, riego subterráneo, etc.).

En este caso, también aplica la **telemetría** que a través de distintos tipos de **sensores** regula la cantidad de agua a aplicar, y una captación de agua a través de un **sistema fotovoltaico** que permite almacenar energía en el día durante las 24 hs.

Por último, sobre los cuatro casos presentados, se destaca el ritmo de desarrollo y apropiación de estos sistemas por parte de empresas que brindan desde la concepción de "**startups**", servicios integrales para satisfacción de diversos segmentos de clientes.

Este tipo de empresas se viene desarrollando en el mundo desde hace unos pocos años pero todavía no tiene un techo definido. En Argentina están avanzando paulatinamente sin

descanso y alcanzando resultados satisfactorios para el estado de situación imperante. Queda un camino largo por recorrer.

EN PROCESO DE DISEÑO

1. Agricultura

1.1 Características

La inteligencia en la agricultura ha revolucionado considerablemente el sector, llegando al uso de terminologías como la **agricultura 4.0** que se basa en la recopilación, análisis y uso de datos sobre el campo con el objetivo de mejorar la calidad de los cultivos y reducir las consecuencias en el medio ambiente. Esto es posible con el uso de las nuevas tecnologías como **agricultura de precisión** que es un conjunto de herramientas que permiten administrar y optimizar el uso de los insumos en tiempo y espacio.

La adopción de este tipo de tecnologías por parte del productor agropecuario, varía de acuerdo al tamaño del productor, la zona productiva y al tipo de solución, considerando que una mayor adopción será plasmada a través de nuevas generaciones.

1.2 Equipamiento y automatización

La disciplina que une mecánica, electrónica, control e informática se denomina mecatrónica, y se aplica a la producción agropecuaria siendo actualmente una realidad en ese sector.

Por lo tanto, la telemetría y la robótica, que se desprenden de lo expresado, y que son las técnicas que se utilizan en operaciones o trabajos aplicados a la agricultura inteligente, en complementación con la mano de obra humana, se caracterizan por los siguientes aspectos:

- . Son cada vez más protagonistas y avanzan reemplazando a los esquemas tradicionales marcando diferencias en precisión y capacidad de trabajo.
- . Desarrollan labores de manera autónoma con elevados índices productivos y con la capacidad de tomar decisiones independientes.
- . Aunque se trabaja de manera autónoma no reemplaza mano de obra y no podría hacerlo ya que el factor humano programa el software y controla las acciones.

Son sistemas que se autoregulan en tiempo real de acuerdo a las necesidades, teniendo en cuenta que tradicionalmente para regular una maquinaria (ej.: sembradora, cosechadora), era necesario detenerse, bajarse de la máquina y efectuar modificaciones mediante palancas, mientras que en la actualidad la maquinaria se analiza en tiempo real y modifica automáticamente los procesos.

En síntesis, el motivo fundamental de la transición de la mecanización tradicional hacia la automatización de la agricultura, es la eficiencia, precisión, y la minimización de tiempos, costos e impacto ambiental.

1.2.1 Telemetría

En la producción agrícola surgen instrumentos y herramientas aptas para optimizar y precisar procesos que permiten una mayor dinámica y desarrollo de la misma. La telemetría es una de ellas, siendo un sistema de medición de magnitudes físicas que permite transmitir los datos obtenidos a un observador lejano, y se constituye en una realidad creciente dentro de los accesorios de las maquinarias agrícolas.

La incorporación de la telemetría en la maquinaria agrícola está vinculada al mayor conocimiento que los productores y contratistas demandan, por lo que el crecimiento se expresa en un mayor número de máquinas que ya vienen equipadas con sistemas de telemetría que dinamizan su mercado.

Por ejemplo, la información telemétrica que se vuelca en el monitor de las cosechadoras está referida a: índices de rendimiento, velocidad de avance, regulación del motor y consumo de combustible, entre otros.

El productor como el contratista pueden a partir de los datos, ajustar las prestaciones de una cosechadora que pueden llegar a contar con más de 200 sensores que generan datos cada 15 segundos. Los mismos pueden replantear la estrategia de utilización de la cosechadora con la mira puesta en la reducción de costos ajustando los datos que les permitan ser más eficientes en sus tareas.

Localmente se presentan varios casos de maquinarias agrícolas con equipamiento de telemetría o con la alternativa de incorporación:



Foto: Instrumental inteligente en cosechadora. Máquinas inteligentes que potencian la agricultura. 2020

CASE IH: Incorporó la herramienta de telemetría **AFS Connect**. Permite realizar un seguimiento en tiempo real de la flota de cosechadoras.

CHALLENGER: Las cosechadoras de la línea 500C vienen equipadas de serie con el sistema de telemetría **AGCommand Advance**.

CLAAS: Las cosechadoras Lexion y Tucano y las picadoras de forraje Jaguar incorporan el sistema **TELEMATICS**.

JACTO: Las pulverizadoras autopropulsadas, como la Uniport 3030, incorpora el sistema de telemetría **Otmis Maps**.

JOHN DEERE: Incorpora el sistema telemático **JLink** que proporciona información de la máquina, como la ubicación, horas de máquina y alertas. Posee **Service ADVISOR Remote**, que brinda la asistencia remota con diagnóstico a distancia.

MASSEY FERGUSON: La pulverizadora MF 9130 Plus incorpora el sistema de telemetría **AGCommand Advance**.

METALFOR: En las pulverizadoras autopropulsadas suma la tecnología telemétrica para la transmisión de datos en tiempo real.

NEW HOLLAND: Cuenta con el sistema telemétrico **FleetForce**.

STARA: Desarrollo de su propio sistema de telemetría para brindar información en tiempo real sobre la aplicación en la siembra, la fertilización y la pulverización.

VALTRA: La pulverizadora BS3120H HiTech incluye el sistema **AGCommand Advance** para la supervisión de máquinas agrícolas a distancia.

Un avance tecnológico sustantivo es el que realizó CLAAS Argentina a través de un servicio de interpretación de los datos georeferenciados que recopilan y transmiten a los equipos, por lo que los productores pueden acceder a distintos insumos como: mapas de productividad por ambientes, uso variable de insumos, análisis estadísticos para la evaluación y ajustes en la estrategia.

Surge Efficient Agriculture System- CLAAS, sistema de agricultura eficiente para las demandas de los productores que partiendo de la planificación de la campaña hasta la cosecha, y con los datos obtenidos pueden retomar el ciclo de planificación-ejecución del ciclo agrícola. En su memoria cuenta con regulaciones automáticas para cosechar 24 cultivos diversos que pueden ser ajustadas oportunamente.

Service de los concesionarios

La telemetría es utilizada por los concesionarios como recurso de eficiencia de trabajo de las máquinas, y como respuesta en tiempo y forma ante inconvenientes mecánicos, y se presenta como una tendencia de interconexión entre la recepción y el envío de información desde la oficina hacia la maquinaria en el campo y viceversa.

Por ejemplo, los mismos tienen la posibilidad de conocer la cantidad de horas diarias que trabaja un tractor, su productividad, el consumo de combustible, entre otros, y además, proporcionar a sus clientes un servicio de monitoreo remoto de la ejecución de la maquinaria agrícola.

Se puede guiar al operador si está usando el equipo indebidamente, y comprobar si está trabajando a la velocidad apropiada y utilizando el equipo de manera eficiente. Asimismo, a través de un abono mensual, se puede recibir por parte de los concesionarios, el servicio online mediante el monitoreo remoto.



Foto: Instrumental telemático en cosechadora. El uso de de telemetría en agricultura .Revista Agricultura. 2015

Desde el punto de vista de una empresa nacional, el Grupo Agroempresa Argentina, concesionario oficial de Case IH, ofrece un sistema de telemetría que permite detectar y controlar de forma automática fallas mecánicas en la maquinaria.

Se trata de un dispositivo remoto colocado en una máquina agrícola que emite en tiempo real y desde cualquier lugar, información sobre el estado mecánico de la unidad e incluso los servicios de mantenimientos básicos que deben renovarse transmitiendo los datos on line a un punto de control central, donde ante un alerta se asiste al productor identificando fallas que el mismo no haya detectado.

El modem que se instala en las maquinarias agrícolas es una unidad que se rige por cobertura 3 y 4 G. Si no hay cobertura, el sistema almacena los datos, y al momento de tener conexión se activa rápidamente.

Estos servicios son muy valorados por los contratistas que necesitan disponer de soluciones rápidas y on line en relación a la planificación y ejecución de sus labores.

1.2.2 Robótica (drones)

La robótica agrícola se encuentra en un estado de desarrollo avanzado, con alcances comerciales y otros en estado de prototipo. La aplicación de la robótica a la agricultura es una tecnología que ha alcanzado un grado de madurez y cuya proyección todavía no tiene techo.

Al ser una tecnología en desarrollo, se consideran aplicaciones potenciales y otras reales, como los robots terrestres y los aéreos.

Robots terrestres: Son de menor uso o para usos muy específicos. Las tendencias aplican a robots específicos que coordinados, pueden trabajar de manera ininterrumpida con mayor eficacia en cultivos donde- por ejemplo- el asperjado del algún producto no llega a la base del mismo.

Robótica aérea: El uso de robots aéreos (drones)

La robótica aérea puede ser agrupada en dos tipos:

- operaciones de captura de información
- operaciones de aplicación de insumos.

Las ventajas derivan en una importante disminución de costos en relación a la aviación agrícola tradicional, debido a su gran disponibilidad temporal, el vuelo a baja altura, la importante resolución de imagen y la posibilidad de captar datos tanto sobre superficies medias y pequeñas, como sobre zonas específicas. Generalmente, se trata de cultivos intensivos de bajas superficies y no extensivos, donde la aviación tradicional predomina.

Un dron es un vehículo aéreo no tripulado que se pilotea a través de control remoto o mando a distancia (tipo joystick) y/o a través de aplicaciones desarrolladas para smartphones o tablets.

Su diseño con cámaras, GPS y sensores de todo tipo, fue inicialmente desarrollado para ser usado en actividades no específicas del agro, pero actualmente por la trascendencia y las posibilidades que ofrecen permiten su utilización en la producción agropecuaria.

En zonas rurales le permiten al productor o técnico, obtener fotos y videos de alta definición que les posibilita el monitoreo de diversas áreas. Con el material adquirido por parte de los drones permite trazar estrategias con mayor anticipación para planificar el control de plagas, como así también, conocer el potencial de rendimiento para planificar la cosecha.

De acuerdo a su versatilidad y bajo costo, los drones pueden utilizarse para operaciones diversas como:

- . Gestión de recursos naturales
- . Recursos hídricos
- . Agricultura y ganadería
- . Climatología y meteorología
- . Geología y minería
- . Desastres naturales
- . Bosques y forestación
- . Topografía y catastro, entre otros

En agricultura se utiliza el vuelo de drones para capturar imágenes de los campos de cultivo coadyuvando a fortalecer el sistema de agricultura de precisión. Asimismo, se utilizan para la gestión de recursos naturales, como el monitoreo de las amenazas en áreas protegidas desde la caza furtiva o la deforestación, aplicaciones en agua, mapeo de tierras para riego, entre otros.

Las áreas de aplicación pueden ser:

- . Tipos de cultivo
- . Dimensión de cobertura vegetal
- . Índice de área foliar
- . Tipos de suelo
- . Humedad de suelo
- . Estado de desarrollo
- . Deficiencias de nutrientes
- . Sanidad vegetal
- . Estimación de la biomasa

Mediante el uso de drones se puede:

- . Planificar vuelos de captura de información variada (superficie útil, volumen de plantas, estado nutricional).
- . Identificar plagas, enfermedades o malezas de forma temprana.
- . Monitorear extensiones para conocer niveles de rendimiento y levantamiento de información para mapeos.
- . Intervenir en sectores específicos del cultivo que ameriten la solución de un problema.
- . Sincronizar con apps para smartphones y tablets.
- . Lograr autonomía de vuelo que puede variar entre 15 minutos y una hora.
- . Instalar sensores de diverso tipo.

El uso de cámaras multiespectrales en estos aparatos obtiene datos a baja altura con una significativa resolución espacial. Permiten el conteo y supervisión de la producción agrícola, el monitoreo de áreas fumigadas, y la detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos, cambios climáticos extremos, riego inapropiado, y el relevamiento de índices de vegetación.

Los sensores de las cámaras espectrales permiten tomar imágenes aéreas de muy alta resolución de toda la parcela. Estas imágenes multiespectrales infrarrojas y térmicas, permiten además obtener datos, tales como el nivel de nitratos del terreno e incluso el vigor de los cultivos por el brillo de las hojas (reflectancia vegetal) que permiten conocer las necesidades de fertilización del lote.

Al estar equipados con un módulo de posicionamiento GPS, la operación de muchas de estas actividades agrícolas se realiza de manera automática y con total precisión en base a una planificación y trazado definido debido al módulo de posicionamiento.

Tipos de drones

Son capaces de mantener de forma autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, sin tripulación, y pueden pesar entre 10 y 150 kilos. Se destacan el:

- **Multirrotores:** cuentan con un motor en cada extremo del chasis. Existen cuadricópteros, hexacópteros, etc., o sea multirrotores con 4, 6 u 8 rotores con hélices.
- **Helicóptero:** equivalente a uno real pero mucho más pequeño.
- **Avión de alas fijas:** puede ser como un avión común.

Los drones de tipo multirrotores-cuadricóptero y los de ala fija son los más usuales. Los primeros pueden volar durante 30 minutos y cubrir 65 ha, mientras que los segundos pueden volar entre 30 y 90 minutos para cubrir más de 120 ha. Los drones para uso agrícola del tipo multirrotores cuentan con la versatilidad para ser utilizados en agricultura de precisión.

Los multirrotores tienen mayor maniobrabilidad y precisión de vuelo, al tiempo que pueden volar en cualquier trayectoria, mientras que los de ala fija poseen mayor autonomía, además de volar a mayor velocidad y cubrir distancias más grandes. Poseen cámaras y sensores que van recolectando la información deseada.

El método de control puede ser: a) manual, donde el piloto actúa directamente; b) asistido, donde el piloto no actúa directamente sobre el control o los motores, sino que a través de diversas acciones asiste al sistema, c) automático, donde el piloto remoto establece un plan de vuelo, con la posibilidad de hacer modificaciones en el momento o d) autónomo, donde el dron ejecuta el plan en forma totalmente independiente sin intervención del piloto, salvo casos de emergencia.

Ejemplos de drones

. **Drone DJI Agras T16:** excelente rendimiento de vuelo con un tanque que puede transportar hasta 16 litros y unos 6,5 metros de ancho de rociado de pulverización. Posee cuatro bombas

de suministro y ocho rociadores con una velocidad de pulverización máxima de 4,8 litros por minuto. Puede rociar 10 hectáreas por hora y en 12hs puede pulverizar 120 hectáreas de forma inteligente. Posee un sistema de ultra bajo volumen (gotas en micrones) y ahorro de agua hasta 75%.

Es una alternativa apropiada para llevar a cabo en cultivos intensivos, una adecuada agricultura de precisión. Permite operar hasta 5 drones en conjunto automáticamente con un solo control.

Seguramente en el futuro y con la baja de costos de las nuevas tecnologías será habitual observar una flotilla de drones trabajando conjuntamente y de forma inteligente.

Drone DJI P4 Multiespectral: dispone de una cámara especial y un conjunto de cinco cámaras multiespectrales que cubren las bandas azul, verde, roja, borde rojo e infrarrojo. Es un dron de alta precisión con un sistema de imágenes multiespectrales a través de distintos sensores para estudios de las coberturas vegetales.



Foto: Drone Agras DJI P4 Multiespectral

Drone DJI Agras MG-1: puede fumigar hasta 6 hectáreas por hora, incrementando la productividad con la pulverización. Un operador podrá controlar al mismo tiempo hasta 5 drones con un solo Radio Control Remoto, aumentando el rango de cobertura en alcance de vuelo a 3 kilómetros.

Incrementa la productividad de la aeronave hasta 6 hectáreas por hora de trabajo con su tanque de 10 litros. Es un dron que administra vuelos en tiempo real con una batería suficiente para rociar un tanque en 8-12 minutos.



Como ejemplo de aplicación específica en una cobertura vegetal, es el caso de viñedos y olivares. La vitivinicultura viene desde hace un tiempo participando en el uso de tecnologías de precisión.

El equipo de enólogos recibe una información relevante para evaluar la calidad y situación de cada parcela y así poder realizar una vendimia selectiva por zonas. La imagen multispectral permite analizar el potencial de la viña y un mapa de vigor del viñedo.

Como última innovación registrada, se presenta el desarrollo del "helidrón" (RUAS-160), una mezcla de helicóptero y dron que tiene vuelo asistido desde tierra y que a futuro podrá colaborar con la tarea de realizar aplicaciones de fitosanitarios o realizar siembras aéreas, entre otras tareas agrícolas. El helicóptero tiene una capacidad de 70 kilos de levante, con una autonomía de combustible de entre 5 a 6 horas.

Es un equipo no tripulado de alas rotativas con manejo totalmente autónomo desde tierra. Tiene tres modos de vuelo, uno manual, otro semiautomático y uno fullautomático desde el despegue hasta el aterrizaje. El RUAS-160, fusión de helicóptero y dron argentino multipropósito es producto de un desarrollo entre tres empresas íntegramente nacionales de investigación aplicada: INVAP, Cicaré y Marinelli Technology, esta última dedicada a la agricultura de precisión. Aún se está en fase de desarrollo y validación del prototipo.

1.3 Valores e inversiones

Los costos relacionados con elementos electrónicos y de agricultura de precisión, participan del precio de venta de cada máquina agrícola en forma creciente. El crecimiento e incorporación de la telemetría en la maquinaria agrícola están acompañados por el mayor conocimiento que los productores y contratistas tienen sobre el tema.

No es tanto el mayor valor de las maquinarias por estos sistemas incorporados sino por sus mayores prestaciones. La expectativa principal es que estas mejoras disminuyan los costos de producción de las tareas agrícolas. Asimismo, los tiempos que requieren las tareas indirectas suelen ser importantes, tales como la reparación, mantenimiento, calibración y puesta a punto de la maquinaria.

En USA, las tecnologías de control y análisis de datos, en agricultura de precisión, reportaron a través de los usuarios una reducción de los costos en un promedio del 10 a 15% y un aumento del rendimiento en un 10 a 13% promedio. En términos generales, globalmente el sistema de telemetría puede aumentar la producción, la productividad y generar una reducción de costos de 3% al 10%.

En materia de cosechadoras, J. Deere de industria nacional consume un 17% menos de combustible por hectárea, permite cosechar entre 2 y 4 hectáreas más por día y por su eficiencia requiere un 55% menos de tiempo de ajuste.

Respecto de la pulverización, el gasto puede estar en 200-250 dólares/ha/año, pero usando telemetría mejora entre un 5 y un 10% la labor impactando en 10 a 25 dólares/ha/año.

Los precios de los equipos telemétricos que se pueden adosar a las máquinas agrícolas pueden variar entre 4 y 5.000 dólares, según sea el caso. Estos valores tienen que ver con el alcance y su sofisticación, teniendo en cuenta el hardware, software, licencias, GPS, sensores, entre otros. Hoy en día, prácticamente todas las máquinas factibles de optimizar sus labores vienen con los sistemas incorporados. El % de incidencia del precio del equipo de telemetría en las máquinas agrícolas es bajo en relación al servicio que presta y beneficios que se obtienen (pueden oscilar entre el 1 y 3% del valor de la maquinaria).

La mayoría de las máquinas actualmente disponen de estos sistemas porque no representa un costo extra, siendo indiscutida su incorporación de base. Las empresas que implementan la tecnología generan su propia información y las envían a una plataforma de gestión propia. Debido a estas variables de gestión de datos, la telemetría de la maquinaria ha crecido drásticamente desde 2017 hasta la fecha, sumado a la gran oferta de apps y plataformas web que hay en la actualidad. El crecimiento seguramente está marcado por la conectividad reinante en estos tiempos y la necesidad de las empresas de estar siempre presentes con sus clientes directos, facilitarles el diagnóstico, el análisis y brindarles soluciones para ser aplicadas

Actualmente, un 60-70% de la maquinaria agrícola utiliza sistema de agricultura de precisión con equipos telemétricos

Respecto a los drones, el precio varía mucho dependiendo de las especificaciones técnicas del modelo y del sensor requerido pero los más sofisticados pueden llegar a valer 40 mil dólares.

En función de los modelos presentados precedentemente, mencionamos que el DJI AGRAS T16 parte de valores de 20.000 dólares, agregando un Kit de actualización de capacidad a 20 Litros en 1.000 dólares más. El AGRAS MG 1P parte de valores de 14.000 dólares, e incluye 6 baterías y un cargador, mientras que el DJI P4 Multispectral parte de valores de 9.000 dólares.

1.4 Normativas

1.4.1 Uso y manejo de drones

Dentro de las normativas vigentes, la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) solo establece que está prohibido sobrevolar sobre conglomerados de personas, zonas densamente pobladas, y que solo se hará dentro del radio de cinco kilómetros de la pista de un aeródromo o 500 metros de un helipuerto.

Advierte sobre la necesidad de tener contacto visual permanente y realizar las operaciones en horario diurno y en condiciones meteorológicas favorables.

Existe de todas maneras, un vacío normativo y la actividad está pendiente del armado de un marco regulatorio que reglamente el uso de estos aparatos para sus distintas aplicaciones.

La mayoría de los países están desarrollando una normativa específica que debe ser respetada por cualquiera que quiera utilizar el espacio aéreo nacional con aeronaves no tripuladas.

El manejo de los drones más pequeños no suele estar sometido a ninguna normativa específica más allá del sentido común. Los drones profesionales como los destinados a la agricultura no sólo deben ser controlados por un piloto certificado, sino que también deben cumplir con varios requisitos para un uso seguro del espacio aéreo, la aeronave y la integridad de terceros.

Nueva normativa europea: regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, e implica un mayor control. La formación de los pilotos de drones es fundamental, y se exige que los mismos posean una serie de certificados que acrediten su formación y habilitación.

La nueva normativa sobre drones de carácter europeo plantea las siguientes novedades:

- . Registro obligatorio de operadores y sistemas de geolocalización.
- . Matrículas electrónicas para las aeronaves no tripuladas.
- . Control para no volar en zonas restringidas.

Las personas interesadas en utilizar esta tecnología deben recibir formación por parte de una escuela homologada que vele por la seguridad de los pilotos regulando este tipo de normativa.

Como ejemplo, en la Academia de Drones de Chile se capacita y se obtienen los certificados necesarios para desarrollar una carrera como operador profesional de drones y obtener la credencial de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), conociendo las normas que regulan su uso, y con la credencial como operador de dron.

1.4.2 Buenas prácticas

Con respecto a la relación de los sistemas inteligentes que pueden constituirse en buenas prácticas para conformar políticas de estado, surge como ejemplo el Proyecto **de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPAs)** en la Pcia. de Córdoba.

Se menciona que: 1) el uso de tecnologías de informatización y tecnificación se incluirá como nuevas prácticas a premiar; 2) se elevará ante la Legislatura de la Pcia. de Córdoba, el proyecto normativo para transformar el programa BPAs en ley.

Los productores pueden inscribir sus prácticas a través del portal del Ministerio o directamente en la plataforma bpa.cba.gov.ar. El programa de buenas prácticas se enmarca dentro de los objetivos para el desarrollo sostenible de Naciones Unidas.

Se incluye la novedad de los premios para quienes usen determinadas soluciones informáticas para el manejo técnico y estratégico de establecimientos agropecuarios.

Para este cometido, se seleccionaron una serie de agtechs con uso probado en el mercado que suponen una mejora en la eficiencia productiva y cuya utilización efectiva será premiada como una buena práctica.

Como normativa se definirá el ámbito de aplicación, los objetivos, los beneficiarios, los beneficios, los mecanismos de control, las autoridades de aplicación, entre otros.

1.5 Startups

En menos de tres años (desde 2017), las startups del agro consiguieron instalarse como aliadas a la hora de buscar eficiencia en la producción donde Argentina se prepara para consolidar su desarrollo, a través de empresas que presentan a los productores soluciones con herramientas inteligentes, y son conocidas como "**agtech**", plataformas que brindan resultados específicos siendo los propios productores argentinos los que están invirtiendo en el conocimiento de las mismas.

Aunque en el país este tipo de plataformas ya ha comenzado a usarse todavía no se llegó a un nivel de tecnología de uso masivo. Los inversores de capital de riesgo están mayormente canalizados a inversiones de plataformas de servicios y herramientas que brinden información inteligente con llegada digerida a los productores.

Algunas startups extranjeras del agro que están marcando tendencia mundialmente son Biome Makers, Intelin Air, Abundant Robotic, Farmers Business Network, Auravant (en España), Zoomagri (en Australia y Europa) que son un ejemplo y una importante referencia para entender por dónde observan las oportunidades los emprendedores y los inversores.

En Sudamérica, y en particular, Argentina, se encuentran:

- . **Agree Market**, marketing digital, desarrolla tecnología para la comercialización digital de granos permitiendo a los usuarios comprar o vender granos y semillas oleaginosas ágilmente.
- . **Agropool** (Argentina): permite a los productores agropecuarios organizarse para realizar compras conjuntas de insumos con importantes descuentos.
- . **Auravant**, marketing digital, mejores decisiones y soluciones a cualquier problema de cultivo que surja.
- . **Avancargo** (Argentina): plataforma on demand para contratación de transporte de carga por carretera. Solución tecnológica para proveedores de carga y transportistas.
- . **Drone.uy** (Uruguay): desarrollo de herramientas robóticas y de software para modelos de drones con el objetivo de mejorar las actividades de manejo productivo en agricultura.
- . **Eco Spinner** (Argentina), primer sistema argentino de pulverización selectiva.

- . **Grou** (Colombia): ayuda a pequeños agricultores a crecer, cerrando la brecha entre la producción agrícola y la demanda urbana, utilizando un canal de ventas online para comercializar sus productos.
 - . **Laurus** (Argentina): empresa de agricultura urbana y periurbana robotizada que crea redes de cultivos, distribuidos a lo largo de las ciudades y sus áreas de influencia.
 - . **Nesters** (Argentina), la primera potenciadora argentina de startups agtech, a través de su Red de Potenciación Nacional Nesters, promoviendo el talento del ecosistema emprendedor agrícola.
 - . **Rizoma** (Uruguay): es una empresa que brinda soluciones tecnológicas que facilitan la trazabilidad, la gestión y el monitoreo en zonas agrícolas.
 - . **Scorpion Drones** (Argentina), escuela de drones para Agricultura UTC en Mendoza
 - . **Siembro** (Argentina): mercado online de créditos agrícolas.
 - . **Spacedat** (Perú): plataforma digital para la gestión agrícola basada en datos captados por drones con integración a otras aplicaciones tecnológicas que permite a los agricultores optimizar el uso de recursos y maximizar sus ganancias.
 - . **The Food Market** (Argentina): mercado online para la compra directa a productores locales.
 - . **ZHU** (Uruguay): Trabaja en el desarrollo del “ecosistema bambú” en Uruguay y la región. Es un emprendimiento basado en la producción sustentable, el equilibrio con el medioambiente y el bienestar social.
 - . **Dr. Agro** (Argentina): primer asistente inteligente para el campo de respuesta permanente. Compone una serie de soluciones digitales que le permiten mejorar constantemente el rendimiento de sus cultivos, como información satelital de sus lotes, bases de datos con resultados de ensayos e incluso herramientas para cubrirse de las adversidades climáticas.
- Se mencionan otras como: **Tambero.com**, **Pago Rural**, **S4 Agtech**, **Kilimo** (Brasil, Chile, Perú, Paraguay y Uruguay), y **Agrofy**.

1.5.1 Utilización de Big Data.

El uso de Big Data en startups argentinas se ha relacionado al mercado agropecuario para tener una perspectiva sobre la configuración de los modelos de negocios. La gestión de los grandes volúmenes de datos ha empezado a modificar la forma de hacer los negocios analizando la variabilidad de los mercados.

Big Data es un término que incluye diferentes tecnologías asociadas a la administración de grandes volúmenes de datos provenientes de diferentes fuentes y no se enfoca únicamente en tener un gran volumen de datos, sino que abarca tanto volumen como variedad de datos y

velocidad de acceso y procesamiento. El cambio de paradigma es el cambio de la transacción a la interacción de la información.

Caracteriza al Big Data tres elementos principales:

- **Volumen:** hace referencia a la cantidad de datos a analizar.
- **Variedad:** distintos tipos y fuentes de datos.
- **Velocidad:** consiste en el flujo de datos e inmediatez de los resultados.

1.6 Perspectivas

1.6.1 La maquinaria agrícola al 2030

Se estima que las maquinarias agrícolas al 2030 serán:

- . Precisas, inteligentes, automatizadas, robotizadas con inteligencia incorporada y muchos sensores de gestión on line.
- . Máquinas interconectadas a través de una plataforma web y otros sistemas de comunicación en tiempo real.
- . Estarán robotizadas en un 90%, y no serán conducidas sino programadas y asistidas con potentes software.
- . Las máquinas robotizadas permitirán más productividad, menos consumo de energía, amigable con el suelo, el ambiente y el operario, y con procesos y productos trazados y certificados.
- . Las máquinas tendrán como energía primaria motores endotérmicos muy eficientes de muy baja emisión de gases contaminantes.
- . Las máquinas serán fabricadas con materiales de alta resistencia y bajo peso, cómo los biomateriales.
- . Las máquinas ofrecerán una total trazabilidad del proceso realizado y cada movimiento será controlado por telemetría en tiempo real desde una base del concesionario o fábrica donde se recibirán los parámetros de funcionamiento de las máquinas y los niveles de alerta de daño o mantenimiento.

1.6.2 Las ventas actuales de maquinaria agrícola

En 2019, las ventas de maquinaria agrícola habían caído 30% por la ausencia de financiamiento, entre otros, y en lo que va de 2020 las operaciones aumentaron 5% en promedio según los datos de la Cámara de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (CAFMA).

Luego de haber crecido ese 5% promedio en los dos primeros cuatrimestres de este año, desde junio se presentó una recuperación considerable, en parte, con la apertura de financiamiento a partir de marzo del Banco Provincia, el Banco Nación y otras entidades privadas con tasas desde el 24% al 35%, resultando en una proyección de ventas creciente.

Las plantas industriales en Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires tomaron fuerza y no sólo tienen plena ocupación y entregas a diciembre, sino trabajos extras de personal.

Complementariamente a la posibilidad de acceder a algunos créditos, la industria de maquinaria agrícola debió buscar diferentes alternativas. Los fabricantes de equipos para el campo debieron crear sus propios esquemas de financiación propia y a cuotas a tasa cero para estimular la venta de la maquinaria. El sector necesita contar con créditos que dinamicen aún más la actividad entendiendo que la tendencia en maquinaria agrícola apunta al recambio tecnológico (automatización, telemetría, drones, entre otros).

En el primer semestre de 2020 se constató la venta de 508 cosechadoras, de las cuales casi el 45% fueron de origen nacional, 1.144 sembradoras y 3.095 tractores. En equipos de pulverización y fertilización se realizaron ventas con financiamiento a medida del cliente.

Entre abril y junio del presente año, la facturación de la industria metalmecánica creció con financiamiento propio, motorizada por la demanda interna y las ventas al exterior, en especial al Mercosur, Europa, Rusia y Australia, que hubiera sido mayor si el sector hubiera contado con un adecuado esquema de financiamiento.

Las fábricas de equipos agrícolas están trabajando fuertemente para nuevos mercados de África, como Argelia, Marruecos, Túnez y Egipto. Sesenta empresas que exportan sus equipos a más de 35 países del Mercosur, Centro América, Europa, Australia y Rusia, no solo envían maquinaria y servicios post venta, sino que también exportan su propio paquete de conocimientos y tecnología.

Con el apoyo de la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (Cafma) y de las asociaciones de fabricantes del sector de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires, más el Ministerio de Producción de Santa Fe, el Ministerio de Industria, Comercio y Minería Córdoba y el Consejo Federal de Inversiones (CFI), se realizó un relevamiento sobre las empresas y el nivel de mano de obra. En síntesis, sus resultados son:

. A nivel nacional hay 1.202 empresas que operan en el sector: casi la mitad en Santa Fe que cuenta con 533, Córdoba con 398 y Buenos Aires con 163.

. El 85 por ciento de las compañías son familiares, lo que significa que hay alto componente de capital nacional en el sector.

. De un total de 26.500 personas trabajando en esta industria en el país, participa Santa Fe con 11.900, Córdoba con 9.900, y Buenos Aires con 3.600.

En cuanto a la especialización se presenta el siguiente cuadro:

Cantidad de empresas	Rubros
119	Acoplados
73	Tolvas
54	Silos y secadoras
47	Maquinas de embolsado y extracción de granos
45	Mixers/dosificadoras
39	Sembradoras (grano fino, grueso y combinado)
31	Fertilizadoras
17	Pulverizadoras de arrastre y otros
17	Cabezales y plataformas
16	Sembradoras de otros cultivos y experimentales
15	Pulverizadoras autopropulsadas
13	Ensambladoras de tractores
8	Cosechadoras de de granos (finos y gruesos)
10	Cosechadoras de otros cultivos
7	Rotoenfardadoras
5	Motores
516	Total

Se incrementó la proporción de firmas que manifiestan un aumento de la utilización de la capacidad instalada.

1.6.3 Financiamiento

Para 2020 se perfilaban diversas líneas de financiamiento en el país. A saber:

. **Banco Nación (BNA):** línea de financiamiento a tasa subsidiada y un monto de \$3.000 millones para la adquisición de maquinaria agrícola y/o industrial de origen nacional. Los beneficiarios de estos nuevos créditos serían las pequeñas y medianas empresas, productores agropecuarios, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Productivo (FONDEP) del Ministerio de Desarrollo Productivo, aplicando un máximo financiable de \$15 millones, un plazo de pago de 4 años y una tasa de interés fija del 23% para los primeros doce meses.

. **Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE):** lanzó un programa para financiar la compra de maquinaria y equipamiento de origen hasta cuatro años de plazo. A través de una línea de leasing dirigida a las pequeñas y medianas empresas, destinada a adquirir bienes nuevos de

origen nacional a una tasa bonificada por el banco y los proveedores. Los casos financiados se seleccionan por su capacidad para fomentar la inversión, la producción y la generación de empleo.

- . **Banco Galicia:** opera en un volumen de compra de maquinaria de la mano de una financiación bancaria muy importante. A través de la Plataforma Galicia Rural se establecen convenios para la compra de maquinaria por leasing.

- . **ICBC Argentina:** opera en la inversión para la campaña.

- . **Santander Argentina:** interviene en la fuerte demanda de créditos para la compra de maquinaria agrícola.

- . **Banco Patagonia:** financia diversas inversiones en el agro.

- . **Banco Ciudad:** realiza constantes inversiones tanto en compra de maquinaria como de insumos agrícolas, utilizando distintos tipos de herramientas financieras acordes a su actividad específica. Opera con las principales SGRs del mercado con condiciones preferenciales para sus clientes, demanda para leasing y préstamos prendarios de maquinaria.

2. Ganadería

2.1 Características

La innovación en la ganadería esta canalizada principalmente a la genética y al manejo ganadero, donde la conservación del forraje para su alimentación apropiada y el bienestar animal son indispensables para un mejor desarrollo sustentable y mayor productividad por unidad de superficie.

Se presentan dos tipos de explotaciones clásicas en nuestro territorio. Una la que se observa a campo con la posibilidad de alimentación a través de pasturas naturales, implantadas y el forraje conservado como complemento o suplemento de las alimentación previa, dentro de un entorno amplio limitado por los alambrados de cada potrero pero respetando normas básicas de bienestar animal.

El otro es el feedlot que es un método de engorde confinado donde la alimentación es estabulada a través de raciones de forraje y otros productos que se suplementan. En este caso, el tema del bienestar animal es un aspecto crítico por la alta intensividad del uso de espacios reducidos.

Existen sistemas inteligentes de conservación y distribución de forrajes, como así también, accesorios indispensables para el manejo ganadero racional.

2.2 Sistemas de conservación de forrajes

La conservación de forrajes constituye una práctica relevante en los actuales sistemas ganaderos debido a su participación en las raciones de los animales.

Como primer paso, es importante destacar que el **silaje** inteligente es la tecnología que revolucionó la producción de carne y leche, en relación a su calidad, volumen y proceso de producción. El nivel de tecnología que se utiliza en la Argentina en materia de elaborar silos es similar a otros países del mundo.

En el caso del maíz, conocer el ciclo del híbrido utilizado y tener en cuenta el período de madurez fisiológica respecto al porcentaje de materia seca (MS) es sumamente importante a los efectos de aprovechar toda la energía que brinda el grano, sino sería un costo incremental la sustitución de la falta de energía con otros granos.

Lograr un silo de calidad, parte desde el día que se siembra el híbrido hasta la precisión en su armado, y sobretodo el lugar, firmeza y limpieza del piso donde se elaborará, evitando problemas en su almacenamiento (ej.: anegamiento).



Foto: silos aéreos. Lucas Mitch. El ABC Rural. 8/20

Es importante estar presente en el momento de picado y de armado de silo, observando qué parámetros se deben ajustar, tales como, largo de fibra, quebrado de granos, etc., a los efectos de definir la alimentación que se va a utilizar anualmente produciendo el máximo de volumen de carne y litros de leche con el mismo volumen de materia seca cosechada por unidad de superficie.

De la misma manera, la confección del silaje como el proceso de extracción del mismo es importante debido a que en algunos casos un proceso no cumple con otros (ej.: buen silaje y extracción regular). Lograr silajes de excelente calidad fermentativa y nutritiva, y cumplir con buenas prácticas de confección durante todo el proceso de ensilado evita el aumento de temperatura del frente del silo permitiendo llegar a los comederos con forrajes conservados de alta calidad.

Luego del proceso fermentativo, con la apertura del silo se entra en contacto con el oxígeno ambiental, y las levaduras y las bacterias ácido-acéticas de ese proceso degradan los ácidos orgánicos presentes en el silaje lo que genera un aumento del pH e incremento de la temperatura.

Ampliar el nivel de superficie de cultivos destinados a un silaje inteligente es un desafío a tener en cuenta para realizar una ganadería inteligente con eficiencia en costos y manejo. Uno de los factores de la conservación de forrajes es el desarrollo tecnológico innovativo producto de cambios en los sistemas productivos, tales como el uso de plásticos agrícolas, en almacenaje y conservación (silaje, henolaje) como en grano húmedo.

2.2.1 Los sistemas de conservación son:

Silo

Refiere a la conservación de forraje con alto contenido de humedad, en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) a través de un proceso fermentativo por intermedio de bacterias que actúan sobre los azúcares, con aumento de la acidez y reducción del pH.

2.2.2 Existen los siguientes tipos de silos:

Silo de planta entera: se preparan en base a plantas de maíz y sorgo forrajeros, en este caso cuya superficie foliar posee un bajo contenido de tanino.

Silo de pasturas: La pastura debe encontrar la mejor combinación de materia seca y valor nutritivo, como por ejemplo: alfalfas, en 10 % de floración, y gramíneas, en prefloración. Generalmente, para un picado de alto rendimiento, se necesita una humedad entre el 60 y 70%.

Silo de grano con alto contenido de humedad: Se logra un forraje ensilado de alto contenido energético a través del maíz con un grano de buen porcentaje de humedad al momento de la cosecha. Luego de moler el grano se elimina el oxígeno, coadyuva al proceso fermentativo y es aprovechado mejor por el animal.

Hearlaje: esquema novedoso de conservación de grano húmedo de maíz con su marlo y la chala con hojas que permite obtener hasta un 15 % más de nutrientes digeribles por unidad de superficie. En tambos permite obtener mayor tenor graso en la leche.

Heno

La conservación de este tipo de forraje sufre una evaporación del agua contenida en el tejido vegetal partiendo de un 20 % al momento de la confección del silo, y normalizándose en el almacenaje con una humedad de cerca del 15 %.

La alfalfa es el forraje más utilizado en el sistema de henificación para esquemas ganaderos intensivos, a través del enrollado por medio de rotoenfardadoras para fardos circulares, y por enfardadoras prismáticas para fardos de grandes dimensiones de unos 450 kg., procesando el forraje con mayor capacidad de trabajo, menor consumo de combustible, y menor pérdida de hojas que las rotoenfardadoras.



Foto: aprovechamiento silaje. Foto: silos aéreos. Lucas Mitch. El ABC Rural. 8/20

A los efectos de mejorar el secado y facilitar el posterior trabajo de compactación en las enrolladoras, el acondicionamiento es sustancial por intermedio de equipos específicos incorporados en conjunto con las cortadoras. En síntesis, el volumen a lograr por el heno es mayor a otros sistemas de conservación.

Henolaje

A diferencia del proceso anterior, en este caso se enrolla el forraje en su condición húmeda con 50 % de humedad, y se envasa con película plástica logrando una anaerobiosis con una fermentación de similares características al ensilado tradicional.

En el sistema de henolaje, el pasto no se pica, y a diferencia del enrollado de heno, la pastura cortada queda poco tiempo a la intemperie incurriendo en menos problemas por incidencia de precipitaciones como sí ocurre con el heno.

Con este sistema, las gramíneas tienen alguna ventaja respecto a las leguminosas, por su relación azúcar/proteína que asume una mayor y favorable fermentación.

El uso de plásticos en la conservación

Con respecto a la conservación de forrajes y granos, se pueden priorizar distintos tipos con características diversas.

En un principio previo al desarrollo tecnológico, se utilizaron plásticos de color negro, de anchos sin uniones, con espesores de 200 micrones, y cuyo uso principal fue la cobertura de parvas de heno y silos clásicos (ej.: bunker, torta). En cuanto al resguardo de eventos climáticos que deterioran la calidad de los rollos de heno ubicados "a campo", se utilizan las películas de alta resistencia, donde los rollos de forraje se ubican uno detrás del otro colocando luego la manta de protección impidiendo el flameo a través de su anclaje al piso.

El tipo de película especial film stretch se aplica con maquinaria acorde al rollo de forraje envuelta en varias capas superpuestas, a los efectos de lograr estanqueidad total a factores climáticos, y condiciones óptimas de anaerobiosis. A este método de empaquetado del henolaje con película especial se lo denomina silo-pack, que ha determinado el desarrollo de este tipo de películas especiales.

Existen también películas tubulares, producidas por coextrusión con colores negro-blanco, para la conservación de rollos de henolaje denominadas bolsas extensibles. Sus materias primas son especiales (polietilenos específicos) y le confieren gran poder de estiramiento en un 30-40 %, debido a que posee lo que se denomina "memoria elástica" con un límite pero sin desgaste, luego se embuten los rollos mecánicamente estirando el tubular, y la bolsa se ajusta desplazando el aire quedando el forraje en un ambiente anaeróbico.

Con estos materiales también se ensila en bolsas de plástico los granos secos o húmedos para forraje, al mejor estilo del silo bolsa para granos de cereales y oleaginosas.

En síntesis, los modelos ganaderos de mayor productividad definen nuevos sistemas de conservación y el uso de plásticos es protagonista de los mismos. Esto ha derivado en un incremento de la eficiencia de producción; mayor aprovechamiento del forraje; e incremento de la superficie dedicada a silaje de maíz de alto rendimiento para carne o leche.

2.3 Equipamiento y automatización

El principal parque de maquinarias para conservación de forraje es el de las máquinas picadoras que cuenta actualmente con unas 950, de las cuales hay unas 700 activas, con una edad promedio de ocho años, por lo tanto, el estado del mismo es más que satisfactorio. Cabe agregar que, el sistema de picado por parte del contratista forrajero es uno de los más tecnificados y capacitados comparado con otros procesos de la maquinaria agrícola.

La evolución de las picadoras ha sido considerable en los últimos años, sobretodo la aparición de los **crackers** (quebradores de granos). Más tarde aparecieron crackers mucho más agresivos, con mayor número de dientes, con más diámetro, o sea equipos de nueva generación que permiten trabajar con un grano de maíz totalmente duro y a niveles más elevados de materia seca.

Existe otro equipamiento como las elaboradoras de fardos y rollos, las segadoras y los rastrillos, que comentaremos más adelante en sus perspectivas.

El 70% de los silajes realizados en el país se llevan a cabo a través de silobolsas, con una gran eficiencia en la compactación, mientras el 30% restante de los silos son aéreos, trabajados con tractores pesados y de gran porte.

Siguiendo con las facetas del equipamiento y automatización, y considerando los aspectos **telemétricos**, se dispone de:

- . **Collares detectores** de actividad de rumia, que ofrecen información en tiempo real sobre el estado y avance de la alimentación de cada animal.
- . **Tecnología NIRS** (reflectancia en el infrarrojo cercano para el control de calidad de los ensilados) es considerada a nivel mundial como un potente sensor para el análisis cualitativo y cuantitativo.

Las explotaciones lecheras y la alimentación **unifeed** (ración completa mezclada), permite un mayor control de las cantidades de los diversos alimentos que integran la ración para el cumplimiento de las condiciones del racionamiento animal, reduciendo costos y evitando impactos ambientales.

- . **Mapeo de rendimiento** que se involucra teleméricamente en las picadoras que contienen sensores de rendimiento y humedad constituyendo un mapeador del estado del silaje. La información se puede transmitir directamente a un celular o una computadora.

. **Comederos inteligentes:** sistemas con un chip incorporado en la caravana de cada animal que permite conocer en tiempo real el comportamiento animal, evaluar el consumo diario de alimento, identificar individuos más eficientes, y diseñar diferentes estrategias para maximizar potenciales productivos.

Consta de un lector o antena de caravanas que identifica al individuo, y a través de una balanza determina cuantas raciones necesitó en ese periodo de tiempo. Los datos se transmiten por red a un servidor en donde se almacenan, se procesan, y luego se pueden consultar a internet desde cualquier dispositivo de acceso.

Alambrados virtuales: dispositivos electrónicos en el cuello de las ovejas que con la emisión de un estímulo sonoro dirige el desplazamiento de la majada permitiendo el manejo eficiente de los pastizales. Su posición permite utilizar una estrategia de pastoreo racional sin necesidad de alambrado eléctrico.

Pesaje individual: detecta cuando los animales pasan por la balanza para poder llegar a la aguada, y con una lectura a través de una antena, identifica y registra el peso de cada animal asociado a la caravana electrónica. Los datos son almacenados, para consulta del usuario a Internet desde cualquier dispositivo con acceso monitoreando la evolución de peso de cada animal.

ConPast 3.0.: software que permite estimar el consumo de forraje de bovinos en pastoreo, la duración del pastoreo en cada parcela, evolución del consumo de pasto según la altura, los remanentes de pastoreo, las tasas de consumo, el tiempo de pastoreo y evaluar la respuesta a diferentes estrategias de manejo del pastoreo.

Drones: existen aparatos que pueden relevar más de mil hectáreas en sólo una hora siendo utilizado extensivamente para el control y monitoreo del rodeo ganadero.

2.4 Valores e inversiones

Existen máquinas que incorporan sistemas de telemetría y otras que ya los tienen incorporados. Los valores son parecidos a los utilizados en agricultura (cuyo rango puede fluctuar entre 4 y 5.000 dólares (un 2 a 4% del valor de las maquinarias) según el alcance y sofisticación de los sistemas, considerando hardware, software, licencias, GPS, sensores, entre otros).

Es importante destacar que, la elaboración de un silaje inteligente. ya sea en silaje de maíz, sorgo o pasturas permite disminuir el costo del kilogramo de materia seca. Por su relación costo/beneficio, el silaje inteligente de maíz es el forraje más utilizado en el mundo y en Argentina. La ventana óptima de su picado es entre 32% y 42% de materia seca, mientras que valores inferiores a estos porcentajes pueden llegar a una fermentación butírica indeseada y a

un incremento de los costos, y a niveles superiores puede retrasar o impedir una apropiada fermentación.

Habiendo evolucionado en la faz cuantitativa, es momento de focalizar en la calidad logrando mayor eficiencia y ajuste del costo directo de mayor impacto que es la alimentación en el desarrollo ganadero.

Las aplicaciones para gestionar el proceso de costos tienen como ejemplos a los siguientes sistemas:

Sumicost: es una aplicación que permite calcular el costo de suministro de los alimentos en el tambo.

Los esquemas en los tambos implican cambios en la asignación de los recursos productivos (tierra, capital y trabajo) y en su importancia relativa. Como ejemplo de caso, estudios del INTA San Francisco expresan que entre los años 2004 y 2011, empresas tambeas de la región incrementaron un 23% la carga animal y 72% la productividad, asociados a una menor participación del pasto en la dieta y una mayor incidencia de los alimentos concentrados, silajes y suministros.

El suministro de alimentos es protagonista actualmente en la definición de los costos de alimentación, debido al precio del gasoil y al incremento de horas de uso de los equipos para el suministro (tractores y mixer, entre otros).

Trifolium: aplicación para acopiar datos vinculados con diversos recursos forrajeros y calcular gastos de implantación, mantenimiento y almacenaje de la información, destinado a profesionales asesores y productores de empresas agropecuarias involucrados en la toma de decisiones, con alcances referidos a:

- . Disponer y consolidar una base de datos de precios de insumos y de parámetros nutricionales de los recursos forrajeros.
- . Definir insumos y labores participantes en cada pastura, verdeo y/o cultivo con sus volúmenes respectivos.
- . Calcular y establecer para cada pastura, verdeo o cultivo, el costo de conservación ya sea como heno, silaje o grano.
- . Evaluar y comparar la calidad de distintos recursos forrajeros y el impacto de la tasa de aprovechamiento sobre el costo de la materia seca consumida.

Pulsador, presenta dos tipos de resultados:

- . Los aspectos productivos relacionados con el uso del suelo, productividad de la base forrajera y su eficiencia de uso; composición y coeficientes técnicos del rodeo, producción de leche y productividad; y consumo efectivo de forrajes y alimentos concentrados.

. Los aspectos económicos como los gastos de la base forrajera por recurso; gastos directos y de estructura; gastos de suplementación en el suministro de alimentos y sus relaciones con el ingreso por venta de leche.

2.5 Normativas

Están relacionadas básicamente en el bienestar animal para su mejor desarrollo y productividad. Nos referimos a las Buenas Prácticas para Producción de Carne Natural

El buen trato y el bienestar de los animales se está convirtiendo en un asunto cada vez más importante para el consumidor, y los grandes compradores de carne han comenzado a ejercer auditorías sobre las prácticas de manejo e insensibilización de los animales durante la faena.

La mayoría de los problemas del manejo de animales son fáciles de solucionar. El reentrenamiento de los empleados y una mejor supervisión bastan para resolver la mayor parte de los problemas.

Según el Manual de Bienestar Animal del SENASA del 2015, el término “Bienestar Animal” designa un estado sano, cómodo, bien alimentado, en un marco de seguridad, y que puede expresar sus formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego.

Las premisas básicas en que se fundamenta el bienestar de los animales son: 1) libre de hambre, de sed y de malnutrición, 2) libre de miedo y estrés sostenidos, 3) libre de incomodidad, 4) libre de dolor, lesión y/o enfermedad y 5) libre para manifestar un comportamiento natural, contribuyendo a su bienestar y así la maximización de su productividad.

Tener satisfechas sus necesidades se agrupan en 4 principios: buena alimentación, ambiente adecuado, buena salud, y entorno social; y a partir de estos principios se definen 12 criterios de bienestar animal donde deben, a saber:

- . Tener una alimentación suficiente y adecuada para no sufrir hambre de manera prolongada.
- . Acceder a un suministro de agua química y bacteriológicamente apta para consumo animal en cantidad suficiente y adecuada para no sufrir sed por un tiempo prolongado.
- . Estar cómodos durante el descanso.
- . Disponer de una temperatura adecuada, no debiendo padecer calor o frío.
- . Disponer de suficiente espacio para moverse con libertad.
- . No presentar lesiones físicas.

- . Mantener las condiciones ambientales y la higiene de manera tal de minimizar la ocurrencia de enfermedades.
- . No sufrir dolor durante el manejo, las maniobras zootécnicas, las intervenciones quirúrgicas o el sacrificio humanitario.
- . Manifestar comportamientos sociales normales y no dañinos.
- . Manifestar otros comportamientos normales y naturales específicos de su especie.
- . Ser manejados correctamente en todas circunstancias, rutinas diarias o de trabajo, arreos y transporte, entre otras, indistintamente de su categoría o tipo.
- . Evitar las emociones negativas como miedo, angustia, frustración o apatía, y promover las emociones positivas como seguridad y satisfacción.

2.6 Startups

Como ya se expresara para otras innovaciones, los startups son plataformas para poder trabajar digitalmente en varios procesos de características inteligentes. En materia de manejo ganadero encontramos las siguientes:

Digirodeo: es una herramienta digital para la trazabilidad proporcionando un mayor control sobre el monitoreo de la salud y el historial médico de los animales a través de una “jeringa inteligente” que captura información vital sobre la temática. La jeringa inteligente va registrando de forma digital la información a una plataforma en el celular consignando la fecha y hora del tratamiento médico específico, (vacunas, antibióticos, medicamentos antiparasitarios, suplementos, entre otros).

Vaqapp: aplicación móvil para analizar servicios de venta de animales a través de la plataforma que se especializa en la comercialización de ganado. Los productores buscan financiamiento a través de los canales de venta habituales, y a través de la plataforma para llegar a posibles nuevos compradores de ganado. Es una plataforma simple y confiable de comercialización directa de hacienda que, por medio de distintas herramientas brinda seguridad y ahorro sustantivo en los costos de comercialización.

WinCampo: un software para gestionar el negocio del engorde a corral y la trazabilidad ganadera.

Ganado 360 (Uruguay): Plataforma web para la comercialización directa de ganado entre productores haciendo el proceso más eficiente.

NegoAgro (Uruguay): Web app con sistema de control de stocks ganaderos y plataforma de servicios con marketplace.

BitCow (Argentina): primera moneda digital de inversión ganadera. Se trata del primer token digital (unidad de valor que una organización crea para gobernar su modelo de negocio y dar más poder a sus usuarios para interactuar con sus productos) que permite a cualquier persona interesada en el sector, invertir sin mayores riesgos ni conocimientos previos. Un conjunto de inversores con una larga experiencia en el mercado agropecuario decidieron crear una moneda virtual, el primer token digital respaldado por un activo real: las vacas.

Este activo digital surgió para acceder a inversiones en el campo, y la posibilidad de que pequeños, medianos y grandes inversores puedan participar del sector. Es muy simple entrar y salir del negocio, a través de la venta de la moneda. Cada persona que invierte en BitCow pasa a formar parte de un rodeo, ubicado en la Provincia de Buenos Aires.

Cada BitCow representa a una vaca preñada. La inversión mínima para ser parte del rodeo es de un 10% de un BitCow, o lo que se denomina 0,1 BitCow. Cada inversor puede adquirir el porcentaje que quiera, siempre y cuando sea en fracciones de 0,1 y pasados los primeros 180 días, puede rescatar o vender su parte. Es una inversión que apunta al largo plazo, porque el efecto multiplicador ocurre con la reproducción del rodeo.

La diferencia con cualquier otro tipo de moneda virtual es que un BitCow, en el largo plazo siempre va a reproducirse. Este crecimiento del valor mediante la cría del ganado se le adhiere al crecimiento por la oferta y demanda del activo digital en sí mismo, logrando los pasos necesarios para que se convierta en la primera cryptomoneda del sector agropecuario.

2.7 Perspectivas

2.7.1 Las ventas actuales de equipos

Las ventas de equipos de henificación se incrementaron en 2019 y los primeros meses de 2020 para mejorar la tecnificación.

Argentina se encuentra en un claro camino hacia la incorporación de tecnología para la conservación de forrajes buscando incrementar la eficiencia ajustando los costos directos de la alimentación en los sistemas de producción de carne y/o leche.

La estacionalidad que continúa presentando la venta de los equipos destinados a henificación en Argentina, donde la comercialización del 50% de las unidades se concentró entre septiembre y diciembre de 2019, coincidente con la curva de producción estacional de las principales especies de pasturas utilizadas.

2.7.2 Equipos de enfardado de heno

Rotoenfardadoras: Durante 2019 se comercializaron 431 unidades, lo que indica un incremento de 23% respecto al año anterior. Se destaca la industria nacional, la cual comercializó el 58% de las máquinas de este mercado.

Del total de rotoenfardadoras vendidas, el 57% corresponden a modelos con ancho de cámara de 1,20 metros, facilidad al momento de utilizarlos como parte de una ración totalmente mezclada, a pesar de que es conocido que la disminución del tamaño del rollo incrementa el costo por kg de MS producida.

Respecto a máquinas de 1,56 m de ancho de cámara, se comercializaron 185 unidades y continúan con demanda sostenida en zonas ganaderas de cría y re cría, de grandes extensiones como la provincia de Buenos Aires, donde se henifican los excedentes de producción de primavera/verano para ser consumidos a lo largo del año.

El incremento de operatividad permite cosechar mayor cantidad de forraje en el momento óptimo para hacerlo, incrementando la calidad total del forraje cosechado y la disminución de pérdidas durante el almacenaje.



Foto: Rotoenfardadora. Crece la inversión en la conservación de forrajes. 7/20

2.7.3 Equipos para confección de megafardos

Megaenfardadoras: rubro con una marcada retracción en los últimos dos años, de las cuales se vendieron 11 en 2018 y 12 en 2019 con una caída del 50% en referencia al período 2013 – 2017 con 25 unidades/año de promedio.

La presencia de megaenfardadoras no influye negativamente en las ventas de rotoenfardadoras, destinadas a distintos segmentos, diferente costo de adquisición y diferentes capacidades de trabajo.

La comercialización internacional solo representa entre un 7% y 9% de la producción nacional de megafardos. El parque actual que dispone nuestro país de 205 máquinas, mercado que en la actualidad está saturado donde surgen pocos clientes nuevos, y las ventas se limitan a empresas que necesitan renovar equipos, principalmente por obsolescencia de uso.

En Argentina se henificaron durante la campaña 2019/2020 unas 815.000 hectáreas de alfalfa, de las cuales cerca del 60% sigue siendo cortada con sistemas de corte ineficientes y sin acondicionador, por lo tanto, todavía es un gran desafío la tecnología aplicable.

2.7.4 Equipos procesadores de fibra

Referente a los los sistemas procesadores de fibra, 146 máquinas de las comercializadas durante 2019 contaban con dispositivo picador. Su mayor ventaja radica en la facilidad de uso del forraje procesado, que no necesita ser trozado en un mixer (ahorro de tiempo y combustible).

Equipos segadores



Foto: Segadoras acondicionadoras. Crece la inversión en la conservación de forrajes. 7/20

Segadoras acondicionadoras: el mercado indica que durante 2019 se comercializaron 147 segadoras de arrastre con acondicionador, volumen que supera en un 14% a las ventas de 2018, sin perder de vista que el objetivo a lograr es un mercado de al menos 250 unidades anuales.

La novedad es la presencia histórica que logró la industria nacional en este nicho, acaparando el 65% del mercado.

En cuanto a segadoras de alta capacidad, las segadoras autopropulsadas, con 18 unidades comercializadas en 2019, mantienen estable su volumen histórico, a pesar de la amenaza que les significa la presencia en el mercado argentino de las segadoras triples montadas a un tractor de 220 hp.

2.7.5 Equipos de acondicionamiento

Rastrillos: los más utilizados continúan siendo los estelares de los cuales se comercializan modelos de hasta 18 estrellas, siendo la media de 12 ruedas de barrido.

Los rastrillos, fundamentalmente de aquellos modelos con 2 rotores, que poseen un ancho de entre 7 y 9 metros para poder trabajar en equipo con segadoras de alta capacidad, permite hiliar pasto cuando presenta entre 30 y 35% de humedad, momento ideal para llevar a cabo esta tarea minimizando pérdidas.

A pesar de las condiciones de incertidumbre y dudas que parecen cubrir todos los espectros productivos, el forraje traccionado por el mercado pecuario marca una tendencia positiva.



Foto: Rastrillos. Crece la inversión en la conservación de forrajes. 7/20

2.7.6 Financiamiento

- . **Banco Nación (BNA)**: al igual que para agricultura, destinaría 3.000 millones de pesos para la compra de maquinaria nacional que incluye las relativas a la conservación de forraje, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Productivo (FONDEP) del Ministerio de Desarrollo Productivo
- . **BICE**: lanzó un programa para financiar la compra de maquinaria y equipamiento de origen con hasta cuatro años de plazo.
- . **Banco Galicia**: financia operaciones con inversores de la ganadería en todo tipo de maquinaria del sector siendo este rubro otra de las inversiones que las empresas ganaderas realizan continuamente.
- . **ICBC Argentina**: también intervienen en inversiones en ganadería, al igual que **Santander Argentina, Banco Patagonia, Banco Ciudad**, entre otros, como así también varias financiaciones para leasing y préstamos prendarios de varios bancos.

3. Biogás

3.1 Características

Los residuos ganaderos con fines bioenergéticos, están representados por la deyecciones (excretas, estiércoles, purines) de los animales, existiendo además otros tipos de residuos varios y complementarios para la producción de biogás.

La utilización energética se ve restringida a zonas limitadas (cría intensiva o feedlot) debido a las dificultades de recolección que presentan grandes extensiones.

Este tipo de biomasa es la mejor materia prima para la producción de biogás a través de la fermentación anaeróbica. Asimismo, representan un fertilizante natural del suelo permitiendo el reintegro de los nutrientes originales.

Existen varios tipos de biomasa ganadera: aviar, porcina, vacuna, ovina, etc; teniendo en cuenta que salvo la ovina y la vacuna a campo (no feedlot) que son actividades extensivas, las otras son intensivas y se pueden concentrar y tratar mejor los efluentes y a un costo accesible para elaborar biogás.

3.2 Biomasa y biodigestión.

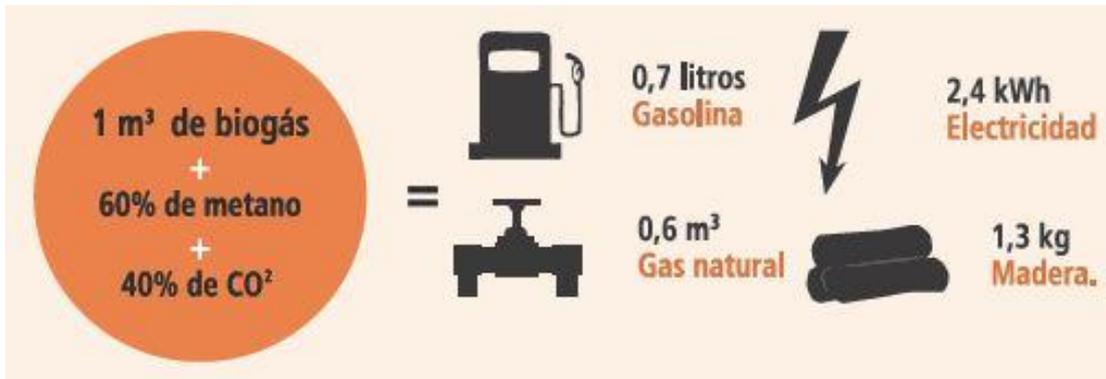
Las principales fuentes de biomasa para biogás de origen agropecuario son:

- . Estiércoles (deyecciones) de la actividad pecuaria;
- . Restos de la actividad agrícola o industrial, y las plantaciones energéticas.

Con respecto al biogás, este es un gas combustible que se forma a partir de la descomposición de materia orgánica (biomasa), y su valor energético es el metano (CH₄), el cual representa entre un 50 y un 75% del gas. Lo demás corresponde a dióxido de carbono (CO₂). El biogás se produce en ausencia de oxígeno, por la acción de distintos tipos de bacterias, proceso que se conoce como **digestión anaeróbica**.

Es una mezcla de metano y otros gases que varía en su composición dependiendo de la materia prima utilizada en su producción. El mismo se puede llegar a utilizar en calderas para producir calor, como combustible para vehículos en el transporte, en motores o turbinas para generar electricidad, purificado para introducirlo en redes de gas natural, o como material base para la síntesis de metanol.

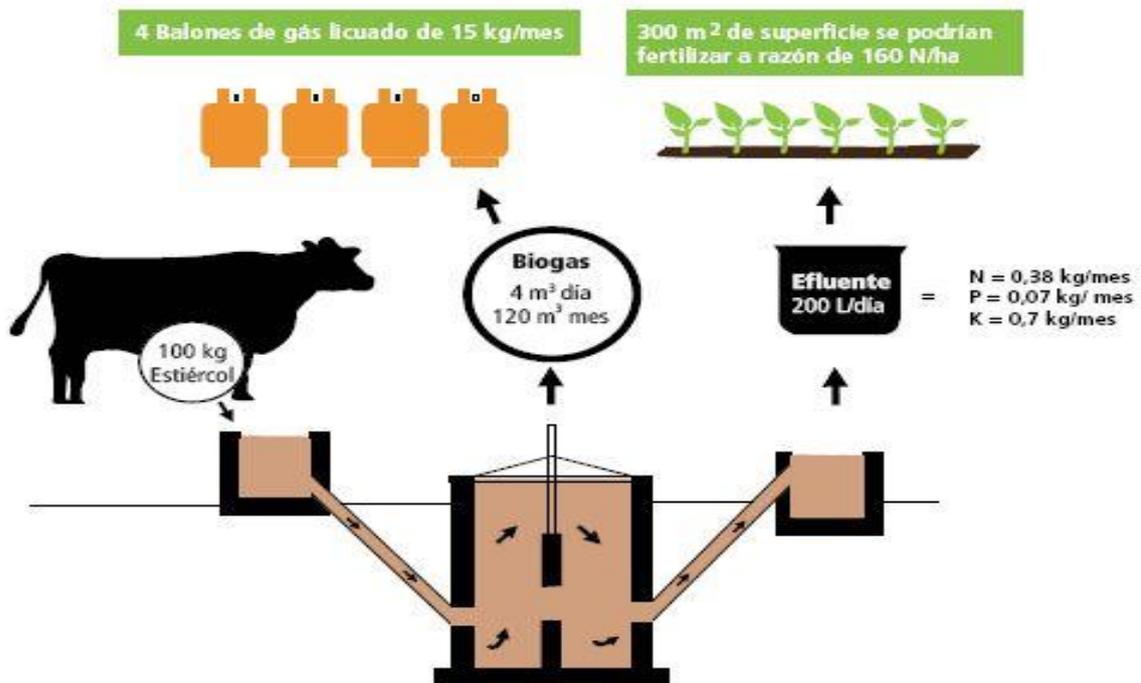
Figura N° 1. Valor energético: un m³ de biogás con un 60% de metano y un 40% de CO₂ equivale a 0,7 litros de gasolina; 2,4 kW-hora de electricidad; 0,6 m³ de gas natural o 1,3 kg de madera.



Fuente: Proyecto Energías Renovables no Convencionales (MINENERGÍA/GIZ, 2012).

El estiércol de 10 bovinos permite generar el equivalente a 4 balones de gas licuado de 15 kilos al mes, y fertilizar 300 m² a razón de 160 unidades de nitrógeno/ha.

Figura N° 2. Estimación de biogás y biofertilizantes en una explotación agropecuaria que dispone de 10 bovinos. Volumen diario: 100 kg de estiércol + 100 litros de agua = 200 litros, resultando en un tiempo de retención de 200 litros * 40 días y en un volumen del digestor (litros diarios * número de días) de 8.000 litros = 8 m³.



Fuente: Proyecto Energías Renovables no Convencionales (MINENERGÍA/GIZ, 2012).

Un impacto ambiental positivo del tratamiento anaeróbico en la producción de biogás es evitar la emisión descontrolada de metano, uno de los gases con mayor efecto invernadero. Al reemplazar combustibles fósiles, el biogás evita el aumento de la concentración de CO₂ que estos provocan en la atmósfera.

Asimismo, se considera al biogás como carbono neutro debido a que el dióxido de carbono producido es el mismo que el absorbido cuando se está produciendo el biogás.

Los residuos de la producción de biogás se denominan lodos de digestión o lodos residuales que pueden ser aprovechados, lo que nos lleva a una utilización completa de los residuos orgánicos conteniendo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y otros elementos. Los lodos residuales se emplean como fertilizantes (ricos en nitrógeno) y mejoradores del suelo por su alto contenido en nutrientes necesarios para la regeneración.

Como se expresara, la transformación de materia orgánica en biogás es por digestión anaeróbica que es un proceso biológico sobre un substrato (residuos animales y vegetales) que son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano, por intermedio de bacterias inhibidas por el oxígeno. En este caso, más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, y sólo un 10% de la energía en digesto bacteriano. Las bacterias son las encargadas de modificar los carbohidratos para producir metano.

Generalmente, durante casi 30 días en el **biodigestor** se genera biogás en cuyo proceso se mantiene la entrada y salida de materia orgánica y agua. Cada tanto, es necesario frenar el proceso para limpiar el biodigestor, debido a que se acopian los desechos no reaccionantes con las bacterias (lodos residuales o lodos de digestión).

El biogás contiene anhídrido carbónico (dióxido de carbono) y sulfuro de hidrógeno, siendo este perjudicial para la salud a altas concentraciones, por lo tanto, es necesario eliminarlo para no contaminar el gas producido. La digestión anaerobia se produce en un medio acuoso, por lo que el vapor de agua se satura al salir del digestor y para que no se condense en las tuberías y provoque corrosión los elementos impuros, deben eliminarse mediante compresión y/o enfriamiento del biogás.

3.3 Proyectos productivos y domésticos

3.3.1 Orígenes de biomasa para biogás

Como ya se expresará, la generación del biogás de origen agropecuario surge de tres instancias:

- . Pecuario (granjas porcinas, bovinos para producción de leche y carne),
- . Industrias de alimentos y bebidas,

. Cultivos dedicados para producir biogás.

Es importante destacar que, la biodigestión puede generar un valor mayor por sustitución de combustibles fósiles.

El tratamiento de residuos pecuarios asume los potenciales de mitigación de gases de efectos invernadero (GEI) más elevados. Un escenario favorable, indicaría que la producción de biogás podría multiplicarse varias veces a 2030 generando un mercado considerable de reducción de GEIs.

Aprovechar todas las deyecciones del sector ganadero cuando se origina dentro de establecimientos estándar para el manejo apropiado de residuos pecuarios, el potencial anual para la producción de biogás estaría estabilizado y disponible para usar localmente.

Es importante destacar que, se hacen necesarios Incentivos fiscales a fin de impulsar la producción de biogás en el sector ganadero, tales como un porcentaje para los estudios de factibilidad y el diseño para la instalación de biodigestores y plantas eléctricas a biogás.

Dentro del área de alimentos y bebidas, surgen como ejemplo, la vinaza que se produce en las bebidas o el suero de leche en el sector lechero-quesero.

Las vinazas generalmente son el remanente principal de la producción de alcohol, provienen de la caña de azúcar, y se obtienen de la fermentación y destilación de las melazas. Por cada litro de alcohol producido se obtienen de 12 a 15 litros de vinaza aproximadamente, y se constituyen entre los residuales orgánicos más contaminantes sobre la flora y fauna.

El lactosuero o suero de leche, subproducto líquido de la producción del queso, se obtiene de las pequeñas empresas que en general no brindan tratamiento al mismo y que debido a su alto contenido de materia orgánica puede generar grandes afectaciones al medio ambiente.

La vinaza y el lactosuero son subproductos que se eliminan, pero que tienen un alto valor para generar energía. En estos casos, sería interesante un incentivo fiscal deducible de impuestos, con equipo instalado y funcionando siendo buena opción para las pequeñas y medianas empresas productoras de alimentos.

Existen algunos biodigestores de menor escala que son utilizados en zonas rurales, a fin de proveer de gas para cocinar y electricidad a poblados alejados en los cuales llevar electricidad o gas es sumamente elevado por su inversión.

La biomasa es carbono **neutro**, por lo que no aporta gases de efecto invernadero. Se reitera que, el dióxido de carbono producido es el mismo que el absorbido cuando se está produciendo el biogás.

Estiércol	húmedo	Kg. Húmedo/día	M3 biogás/kg.
Bovino (500 kg)		10,00	0,04
Porcino (50 kg.)		2,25	0,06
Aves (2 kg.)		0,19	0,08
Ovino (32 kg.)		1,50	0,05
Caprino (50 kg.)		2,00	0,05
Equino (450 kg.)		10,00	0,04
Conejo (3 kg.)		0,35	0,06
Excretas humanas		0,40	0,04

Cuadro Nº 1. Metros cúbicos de biogás producidos en función de diferentes tipos de estiércol
Fuente: Varnero y Arellano (1990).

. Proyectos de biogás

Se presentan algunos ejemplos de las variantes de producción y utilización de biogás.

Sistema de cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir de la biomasa con su purificación para la obtención de un óptimo rendimiento de metano de origen biológico. La generación distribuida por cogeneración, constituye un concepto de la alta eficiencia para la transformación del combustible primario al utilizar todos los productos de la combustión.

Generación de energía con biogás para autoabastecimiento, biofertilizantes y tratamiento de RSU. La idea es reutilizar los desechos generados por un criadero y los RSU de la Comunidad de Sacanta, a través de un biodigestor para producir energía eléctrica y biofertilizantes.

Generación eléctrica con biogás de la industria lechera. Implementación de una planta de tratamiento de efluentes para producción de biogás, obteniendo trigeneración, energía eléctrica y térmica a través de un motogenerador, y energía térmica a través de un equipo de refrigeración por absorción. Uso de energías neutras en emisiones de gases de efecto invernadero.

Instalación de una planta de producción de biogás a partir de guano avícola. A través del tratamiento de excretas con el proceso de digestión anaeróbica.

. Usos domésticos y productivos del biogás en pequeña escala

Hay alrededor de 570 millones de pequeñas explotaciones pecuarias en el mundo, y éstas son el hogar de más de 2.000 millones de personas. Una plataforma llamada Sistema.bio ha unido fuerzas con pequeños productores, bajo la misión común de erradicar el hambre y la pobreza en el mundo a través del poder del biogás.

Aplicaciones de biogás como las bombas de agua, los motores, los molinos de granos y los calentadores de agua no solo pueden significar un ahorro significativo de energía sino que pueden agregar valor a la cadena de valor agrícola. Específicamente:

- . Los agricultores a escala productiva gastan más dinero en usos de energía para producción que en usos domésticos.
- . Las aplicaciones productivas de biogás pueden aumentar el acceso a la energía para los pequeños agricultores al tiempo que crean ahorros significativos y mayores ingresos.
- . Las plantas de biogás son efectivas siempre que la tecnología forme parte integrante de la conciencia de todos los miembros de una familia, una granja, empresa o la cooperativa donde se aplique, y que sea sostenible.
- . Los pequeños productores necesitan un esquema financiero para acceder a las tecnologías de biodigestión debido a que aun no existe una política financiera adecuada. Existe muy poca experiencia en el desarrollo del mercado financiero y poca posibilidad al acceso de créditos blandos.
- . La construcción de biodigestores no es una tecnología sencilla y de fácil manejo para productores que no están acostumbrados a llevar datos.
- . Los biodigestores son frecuentemente concebidos como una forma amigable de evitar la contaminación. La posibilidad de utilizarlos como un mecanismo de generación de energía limpia y de biofertilizantes, aun es de interés marginal.
- . El uso de biogás como fuente de energía contribuye a la productividad agrícola, aumenta la calidad de los productos, extiende la cadena de frío y mejora la eficiencia general del procesamiento.
- . Los pequeños agricultores producen más del 70% de los alimentos en los países en desarrollo por lo que se constituye en un alto impacto en la seguridad alimentaria regional y mundial.
- . Plantas de biogás

Las plantas de biogás se componen de las instalaciones de recepción de la biomasa, de los **biodigestores** donde ocurre el proceso anaeróbico, de las estructuras de almacenamiento de biogás, y del material de digestión (lodos), y de los equipos para la generación de energía eléctrica o térmica.

El tipo y tamaño de las plantas es variable desde una cocina doméstica para calentar alimentos hasta plantas generadoras de 4 MW o más. En Alemania donde su uso es frecuente, en la mayoría de las plantas se generan entre 0,15 y 1 MW.

Las materias orgánicas de diversos orígenes (ej.: animal y vegetal) conllevan a un tratamiento conjunto denominado **codigestión**. La **cogeneración** refiere a la producción tanto de energía térmica como eléctrica a partir la misma materia prima. La **trigeneración** obtiene frío a partir de la energía térmica obtenida en los procesos de cogeneración.

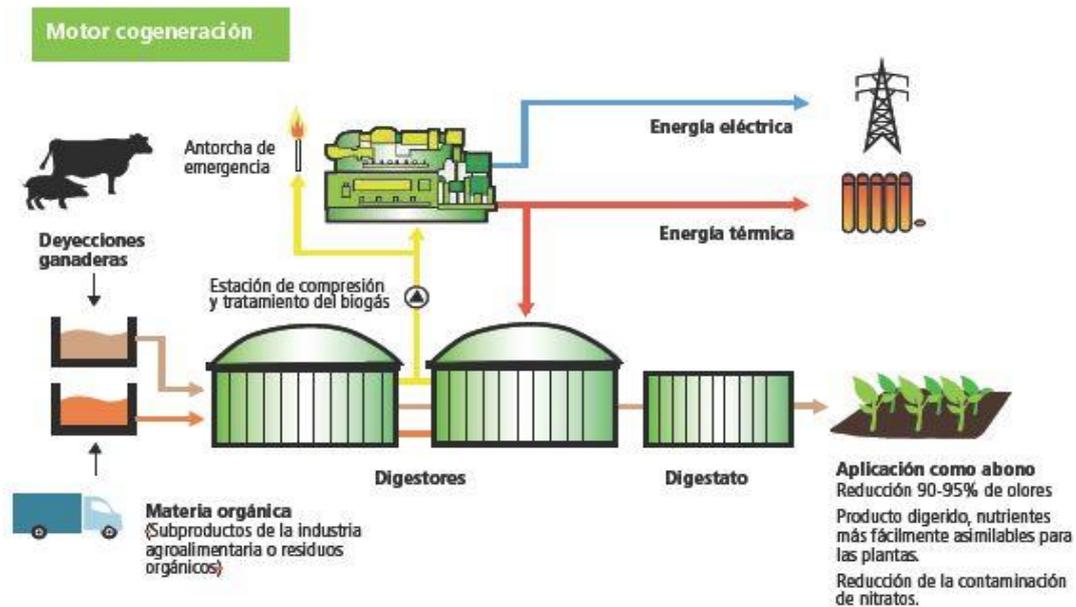


Figura Nº 3. Esquema simplificado de una planta de cogeneración.

Fuente: Proyecto Energías Renovables no Convencionales (MINENERGÍA/GIZ, 2012).

Los factores que establecen los puntos críticos en el proceso de la generación de biogás son oxígeno, temperatura, pH o nivel de acidez, y proporción de nutrientes en la materia orgánica (MO), entre otros.

Provincia	Animales	Rango de producción de excretas (m ³ /día)*
Buenos Aires	1.858.987	14,800-35,500
Córdoba	722.520	5,800-13,000
Santa Fé	201.866	1,600-3,600
Entre Ríos	39.018	310-700
La Pampa	10.719	86-193

Cuadro Nº2. Generación de excretas (purines) en establecimientos porcinos (2011)

*Variable en función del tipo y estado de crecimiento del animal, entre otras variables.

La mayor concentración de emisiones de metano se encuentra en la provincia de Buenos Aires con un total de 615,000 tCO₂e anuales; luego sigue Santa Fe con un total cercano a las 239,000 tCO₂e anuales.

Existen menor cantidad de establecimientos en la provincia de Santa Fe pero con mayor densidad de animales. Dentro de la provincia de Buenos Aires se destacan los municipios de Marcos Paz, Moreno y San Andrés de Giles con emisiones entre 130 y 230 mil tCO₂e anuales. El factor de emisión de metano para el sector porcino, considerando manejo de purines en lagunas resulta en 330 tCO₂e por cada 1000 animales.

. Provincias generadoras de biogás a través de sus emprendimientos

Existen varios ejemplos provinciales para su generación, y son:

Buenos Aires:

- . Empresa Oilfox: utiliza estiércol aviar para generar biogás para la producción de electricidad en Brandsen;
- . Grupo IFES y la Fundación Energiza: procesan efluentes porcinos a través de un biodigestor tubular en San Antonio de Areco.
- . Grupo IFES: los efluentes de un tambo se procesan en un biodigestor para las demandas de una escuela rural en Pergamino.
- . Quilmes SA: Producción de biogás y energía térmica. Industria alimentaria. Zárate, Buenos Aires.
- . Biometanos del Sur: producción de biogás y energía térmica. Industria porcina. Marcos Paz, Buenos Aires
- . Papas McCain: producción de biogás y energía térmica. Industria alimentaria. Balcarce, Buenos Aires

Córdoba:

- . IFES, Montanaro & Asoc. y la Federación de Cooperativas Federadas (FECOFE): usará residuos sólidos orgánicos y agroindustriales.
- . Empresa Bioeléctrica: produce la fermentación anaeróbica de silaje de maíz con desechos pecuarios para generación de energía.

Santa Fe:

- . Empresa Santa Inés Meat: generación de biogás a partir de los efluentes y subproductos de un frigorífico.
- . Molinos Juan Semino SA: producción de biogás y energía térmica, 10 MW. Cereales y oleaginosas. Carcarañá, Santa Fe.

Entre Ríos:

- . Primera planta nacional que producirá electricidad con desechos madereros.

Tucumán:

- . Compañía Argentina de Levaduras SAIC (Calsa): producción de biogás y energía térmica. Tucumán
- . Citrusvil SA: producción de biogás y energía térmica. Cevil Pozo, Tucumán

Salta:

- . Promoción de la utilización participativa de biodigestores familiares;

La Pampa:

.Granja Porcina Lartirigoyen: producción de biogás y energía térmica. Industria porcina. La Dorita, La Pampa

Misiones:

. Cooperativa Agrícola Mixta de Montecarlo: producción de biogás y energía térmica a partir de mandioca, 400 kW. Montecarlo, Misiones

. Aprovechamiento de desechos foresto-industriales y de mataderos y frigoríficos.

Mendoza:

. Proyectos de generación de biogás.

. Alternativas al biogás. Características y uso del biometano

El biogás puede utilizarse como combustible, para producir energía térmica (calor para calefacción, calentamiento de agua, cocción de alimentos, entre otros) y energía mecánica (en motores de combustión interna).

El biometano es un gas que se puede obtener a partir de la depuración del biogás generado por digestión anaeróbica, o por lavado del gas de síntesis generado en la gasificación de la biomasa. Este gas surge como alternativa combustible, tanto para consumo domiciliario como para transporte.

Los países que mayor proporción de biogás transforman en biometano son Suecia (22%), Reino Unido (15%), Holanda (8%) y Suiza (5%). Los países que mayor cantidad de plantas de biometano poseen, lo utilizan en parte para la propulsión de autobuses, como el caso de Suecia que debido a incentivos basados en exenciones impositivas presentan mayor proporción de autobuses que circulan con biometano.

Nuestro país en su zona agropecuaria núcleo, tiene mejores recursos para la producción de biogás que cualquiera de esos países, pero los altos valores de las tarifas diferenciadas necesarias para su desarrollo indican una limitación para el crecimiento del biogás para generación de energía eléctrica. De todas maneras hay que considerar que podrían existir condiciones competitivas para la expansión del biometano, como ser GNC y GNL para el transporte a través de estaciones de servicio cercanas a las plantas productoras y al abastecimiento por redes.

Un sistema de incentivos basado en la experiencia sueca podría ser atractiva económicamente para el desarrollo de un mercado sostenible, definiendo el mercado, metas de producción y combustibles alternativos, el marco regulatorio, guías ambientales específicas y el desarrollo tecnológico e industrial asociado. No existe aún ningún tipo de incentivo ni previsión respecto de la utilización de biogás como combustible ni para su incorporación en la red de gas natural.

Algunas de las barreras que enfrenta la incorporación de biometano a la red de gas natural de la Argentina son las mismas que presentan la producción y uso de biogás en general, y son:

- . La conversión del biogás en biometano para incorporarlo a la red implica un obstáculo físico/tecnológico con un mayor costo económico.

- . Mayor costo de la producción de biometano comparado con la producción de gas natural. Debería establecerse un sistema de precios que permita el desarrollo del biometano como competidor del GLP y de las naftas en aquellas regiones donde llegar con el gas natural desde su producción al consumo puede resultar conflictivo.

- . La cercanía de la fuente de biogás a las ciudades, facilitaría el ingreso como biometano a la red de distribución.

Las razones estratégicas para impulsar la utilización del biometano siempre y cuando sea rentable son:

- . Abastecimiento permanente a diferencia de las fuentes eólica y solar que están condicionadas por las variantes climáticas.

- . Doble efecto de mitigación de la generación de gases de efecto de invernadero al reemplazar combustibles fósiles y convertir en energía los residuos forestales, agropecuarios, industriales y urbanos.

- . La producción de biometano genera gas a través de emprendimientos de pequeña y mediana escala directamente relacionados con la actividad agropecuaria.

- . La utilización del biometano producido localmente como energía térmica y combustible en zonas aisladas alejadas de los gasoductos troncales, mediante su transformación a gas natural licuado (GNL) y transporte a cortas distancias con camiones.

. Certificados verdes y bonos de carbono

Se destaca que como alternativa de valor agregado, el uso de este combustible en países en vías de desarrollo se canaliza a través de programas de certificados verdes y bonos de carbono.

Los **certificados verdes** son utilizados para observar y conocer la procedencia de la energía. En este sentido, las energías que se consideran limpias son: eólica, radiación solar, geotermia, bioenergéticos o biomasa (biogás, bioetanol, etc.), energía proveniente del hidrógeno, hidroeléctrica, nucleoelectrica, entre otras.

Los bonos de carbono son una herramienta creada por el Protocolo de Kioto como un mecanismo internacional para evitar la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a fin de descontaminar o contaminar menos. Cada crédito equivale a una tonelada equivalente de anhídrido carbónico (tCO₂e /año) que se negocia en un mercado voluntario o regulado, y su precio puede variar de un país a otro. El propósito es que las empresas o entidades gubernamentales adquieren los bonos para limpiar su

huella de carbono (permite cuantificar la contribución que realiza al cambio climático a partir de las emisiones generadas, identificar oportunidades de mejora para reducir el consumo y gestionar de forma más eficiente los recursos).

Con respecto a la dinámica de este elemento, en el caso de bosques, el carbono es transformado en madera y el oxígeno devuelto a la atmósfera y es el que se respira. Las emisiones producidas por el transporte, uso de energía eléctrica, etc., son absorbidas por el bosque que luego liberan aire oxigenado.

Es posible que todas las emisiones contaminantes sean compensadas a través de acciones que en lugar de generar emisiones a la atmósfera, contribuyen a reducir la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten anualmente, como el uso de biogás.

Los bonos de carbono se negocian en el Mercado de Bonos de Carbono, como otros mercados con un comprador y un vendedor. El comprador debe garantizar los pagos correspondientes, para la compra de una determinada cantidad de Bonos de Carbono, mientras que el vendedor debe garantizar que existen las actividades en campo para ser efectivo el bono.

La compra de un Bono de Carbono evita la emisión a la atmósfera de una tonelada de anhídrido carbónico (CO₂).

Existen dos tipos de Mercados de Carbono:

Mercados de cumplimiento: integrados por países desarrollados cuyas emisiones de CO₂ que pueden emitir a la atmósfera en función del límite que impone el Convenio Marco sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto). Cuando se sobrepasa el límite, se deben adquirir Bonos de Carbono a otros países que llevan a cabo acciones acreditadas a favor de la sustentabilidad y para comprobar que están reduciendo las emisiones que el primer grupo de países todavía no ha dejado de emitir.

Mercados voluntarios: participan en este mercado países en vías de desarrollo, organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

3.4 Valores e inversiones

Existe una gama importante de biodigestores que arranca con casos muy pequeños producidos por pequeños productores agropecuarios para sus actividades productivas y domésticas, hasta medianos y grandes biodigestores producto del armado por grandes productores e inversores que derivan la producción de biogás a emprendimientos industriales de gran dimensión o a participar de un sistema de interconexión.

3.4.1 Pequeños biodigestores

Es el caso de las bolsas flexibles, donde por un extremo ingresa el estiércol del animal y por el otro sale el fertilizante y el biogás (bolsa con entrada y salida). La bolsa más chica genera de 3 a 5 horas de gas diario y entre 100 y 150 kilos de fertilizante por día, a partir de 30 kilos de desecho de animales. Un feedlot puede armar varias bolsas en serie y generar gas suficiente para alimentar un grupo electrógeno a gas y generar electricidad gratis

Estos biodigestores flexibles son equipos que cuentan con un ancho de 2,2 metros y un largo de 3 metros a un valor de 1.000 dólares. Se pueden extender a un largo de 20 metros y el precio de cuadruplica. El estiércol debe combinarse con agua en 2 a 5 partes dependiendo las características de la materia prima generando una especie de compost pero embolsado.

La inversión se recupera entre 8 y 10 meses, pero la vida útil de la bolsa es mucho más extensa de 8 a 10 años, y el recupero del pago de la bolsa se consigue al año de uso. El mayor negocio de la bolsa está en el fertilizante obtenido, y no en el biogás.



Bidigestor flexible semicontinuo Econer

3.4.2 Grandes biodigestores

Partiendo de otro tipo de plantas cuya materia prima para elaborar biogás es el desecho animal más la biomasa el maíz, si se alimenta un motor generador con biogás que contenga un 50 % de metano y partiendo de una eficiencia del 40 % en la transformación de energía térmica en electricidad, obtendríamos un factor de conversión de 2 kWh de electricidad (1 m³ de biogas * 50% * 40% * 10 kWh). Por lo tanto, para la generación de 1 MWh, (electricidad producida por un equipo de 1 MW de capacidad durante una hora de trabajo), se requerirían 500 m³ de biogas

Con respecto a la generación de electricidad se necesitan U\$D 3.000 por kW instalado de capacidad de producción de energía eléctrica, por lo tanto, la inversión llave en mano rondaría los U\$D 3 millones para la generación de 1 MW de energía.



Foto: Planta de biodigestores a base de maíz. Bioeléctrica. 6/16.

La empresa Bioeléctrica es la que ha avanzado en este tipo de plantas en base al desarrollo de la biomasa de maíz con biodigestores de 1 a 1,5 MW. Al tratarse de plantas chicas (1MW) no generan inconvenientes a las distribuidoras y son un recurso de generación de energías renovables ideal para localidades del interior donde el maíz tenga condiciones de producción.

Generalmente estas inversiones demoran unos 18 meses para estar funcionando y genera unos 25 puestos de trabajo directos e indirectos. Un mega de producción eléctrica requiere de unas 600 hectáreas de maíz.

En el intermedio de estos dos casos presentados, existen otros montos de inversiones vinculados con la generación de electricidad obtenida.

Asimismo, también existen inversiones de grandes dimensiones para la generación de energía eléctrica, como el caso de la firma Adecoagro con biodigestores que producen energía eléctrica sobre la base del tratamiento de los efluentes de sus tambos, y cuyos montos llegan a los U\$D 60 millones. Esta inversión le permitirá a la empresa duplicar la producción de leche y la energía eléctrica.

En síntesis, los valores de plantas para una tecnología de punta, media y baja, en promedio, resulta: baja 4.500 dólares; media: 250.000 dólares; y alta: 5.000.000 de dólares llegando a 15 millones y más.

3.5 Normativas

En la jurisdicción nacional no existe una normativa específica que regule la producción de biogás ni su incorporación como fuente energética. Esto dificulta conocer cuáles son los requisitos para habilitar este tipo de plantas y cuál es el camino que deben recorrer los proyectos sujetos a evaluación por parte de las autoridades.

Existen estudios preliminares en materia de regulación de biogás junto con los antecedentes normativos tanto a nivel nacional como internacional, incluyendo las autoridades de aplicación para la normativa que debería establecerse al respecto. Se deben definir los parámetros técnicos y ambientales para que sea considerado apto, y establecer los procedimientos y recaudos técnicos para su transporte y aplicación.

Al presente, existen diversos aspectos que obstaculizan el uso de biogás:

- . En la jurisdicción nacional no existe una normativa específica que regule la producción de biogás ni su incorporación como fuente energética.
- . No están claras las acciones de las jurisdicciones en estas temáticas.

A los efectos de encontrar normativas apropiadas, sería recomendable la inclusión de:

- . Las condiciones mínimas de seguridad para la habilitación de plantas de producción de biogás.
- . La referencia a los requisitos de seguridad que se adopten en normas NAG, incluyendo la homologación de artefactos y equipos para el uso de biogás.
- . La referencia o como anexo de una guía técnico-regulatoria para la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) requerida a los efectos de la habilitación.
- . Un anexo o capítulo específico sobre tratamiento, aprovechamiento y disposición del digerido.

3.6 Startups

En materia de biogás, internacionalmente existen algunas startups en desarrollo y desarrolladas que están funcionando sosteniblemente. Entre ellas:

Recircular: (España) plataforma activa y colaborativa que conecta empresas para la valorización de residuos como materias primas.

Carbon Upcycling (Canadá): startup que busca establecer el Co2 verde.

Enagás (España) compañía especializada en gases renovables como el biogás y el hidrógeno, la movilidad sostenible, la eficiencia energética y la digitalización del sector.

Bioengas (España). Esta empresa desarrolla, diseña y promueve proyectos que producen biometano.

Con respecto a Argentina, recién en estos últimos tiempos se están iniciando acciones para constituir plataformas de desarrollo y uso de biogás para diversos destinos.

Existen algunos encuentros como las oportunidades de cooperación empresarial bilateral Argentina- Italia para la promoción de PyMEs y startups innovadoras

3.7 Perspectivas

Debido al incremento de la población y del PBI, la generación de residuos está en aumento lo que incrementa las emisiones de GEI. Al incrementar la cantidad de residuos sólidos generados y la presión que estos causan al medio ambiente, es necesario introducir nuevas tecnologías para gestionar los residuos de forma más eficaz.

Se puede lograr generando estrategias para una gestión integrada, creando y operando sistemas de información sobre el manejo de residuos, promocionando la minimización, el consumo responsable, la producción limpia, la separación en la fuente, el reciclaje y el aprovechamiento.

Referente al biogás, nuestro país tiene potencial para reemplazar la importación de gas con biogás producido lo que le permitiría ahorrar 2300 millones de dólares por año (Hilbert, 2018)

Existen proyectos en el país con tecnología apropiada y adecuada para diferentes regiones, pero es necesario destacar que, la biomasa no es la limitante, sino el ámbito operativo-logístico, el marco tarifario, regulatorio y financiero, los que se deben optimizar.

Para que el tratamiento de la biomasa avance en distintos puntos del país, a través de componentes orgánicos, sería importante establecer plantas modelo de entre 1 y 2 MW de potencia capaces de generar energía eléctrica e incorporarla a la red.

Ante un marco regulatorio y tarifario razonable más pautas de financiamiento para el sector, varias zonas que actualmente se encuentran fuera de la competitividad del mercado agropecuario, se podrían incluir activando el desarrollo rural regional y logrando una matriz energética federal.

Si se lograra la logística de recolección, selección (con reuso de residuos reciclables), las posibilidades son infinitas. Se podrían encarar proyectos para cada municipio de cada ciudad o coordinar un centro que incluya varias comunidades.

En síntesis, entre las actividades recomendadas para avanzar en la temática, se menciona: i) mejorar la recolección diferenciada de la biomasa, ii). incrementar el aprovechamiento energético de los residuos, iii) implementar alternativas de disposición final, iv) diseñar y realizar proyectos pilotos; v) observar que las nuevas tecnologías resuelvan parte de la gestión; vi) fomentar la participación ciudadana y del sector privado; vii) mejorar el marco normativo; viii) promover la economía circular (reciclaje de residuos en valor agregado), ix) implementar tecnologías económicamente sostenibles; x) aplicar los principios ambientales internacionales; y x) crear un sistema de recolección de datos.

EN PROCESO DE DISEÑO

4. Riego

4.1 Características de la demanda de agua en la agricultura

La agricultura, ocupa el 70% de agua que se extrae en el mundo, según las últimas cifras del Banco Mundial.

Las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas ocupan el 40% del planeta y en ellas viven el 38 % de la población mundial, con más de 2.000 millones de personas, albergan alrededor del 50% del ganado y representan el 44% de las tierras agrícolas del mundo (Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación). En el caso de Argentina tiene valores superiores, ya que posee más del 70 % del territorio árido o semiárido.

Ante este panorama, regar es fundamental pero necesariamente se requiere de dos aspectos principales y fundamentales: gobierno y tecnología. El tipo de gobernanza y conocimiento tecnológico coadyuvan para que se puedan encarar las obras de riego necesarias.



Foto: Irrigación por goteo. Prosap

La FAO estima que la producción de alimentos deberá incrementarse al menos un 70% para el año 2050 para poder alimentar a los 9.700 millones de personas que se espera vivan en el mundo en ese año.

4.1.1 El riego agrícola

El riego agrícola es el principal consumidor de agua del planeta.

Actualmente, el 40% de los alimentos producidos en el mundo provienen de campos regados en sólo el 17% del área cultivada. El problema es la baja eficiencia con la que se trabaja (diferencia entre aplicación, transporte y evapotranspiración) ya que en general el riego es gravitacional y mundialmente la eficiencia es de entre un 20-30% mientras que en Argentina, se ubica entre un 15-20%. Unas de las soluciones es el riego mecanizado que a través del pivot alcanza un 90% y del goteo un 95%.

En Argentina se riegan unas 2,2 millones de hectáreas, con un importante potencial teniendo en cuenta que las dos terceras partes de la superficie reciben precipitaciones por debajo de los 700mm. anuales, y por lo tanto, es imperativo regar para alcanzar niveles de satisfacción de los cultivos y evitar el estrés hídrico.



Foto: riego por pivot. Infobae.8/18.

La principal limitante para la producción en nuestro país son las escasas precipitaciones, y su ocurrencia, por lo que la incorporación de tecnología de riego brinda la posibilidad de suplementar la falta de precipitaciones en momentos claves.

4.1.2 El riego agrícola inteligente

El riego inteligente consiste en utilizar las tecnologías de la información y comunicación para gestionar de un modo óptimo esta labor al hacer un uso más eficiente de los recursos de producción (agua, energía y fertilizantes).



Foto: Riego por aspersion . Prosap

La toma de decisión en el riego inteligente se apoya en el monitoreo y adquisición de diferentes datos, el procesamiento de los mismos y la representación de esta información. Estos aspectos ayudan a aumentar la eficiencia hídrica, pues permite programar el riego de un modo óptimo para aprovechar el agua estableciendo el momento de riego, la frecuencia y el tiempo de riego.

En ese sentido se deben conocer las características del cultivo, la configuración de la red de riego, el clima y el suelo de cada lote o parcela, para establecer el agua que necesita la planta.

La programación del riego inteligente se basa tanto en el control del sistema a aplicar como en la distribución de la humedad en el suelo. Para ello, se necesita disponer las unidades de riego homogéneamente; regular la presión en cabezales, unidades y laterales de riego; utilizar contadores inteligentes; e instalar sondas de humedad que permitan controlar la humedad en el perfil del suelo, y sondas de succión para medir los nutrientes.

Es importante conocer que en el manejo del riego, la variable es el tiempo cuyo control se automatiza con un programador electrónico y unas electroválvulas que mejoran la gestión técnica y económica.

Los Instrumentos de medida para una programación óptima del riego son:

- . Estaciones climáticas: se calculan las necesidades teóricas de la plantación.
- . Sensores de humedad del suelo: permiten monitorear los distintos niveles.
- . Caudalímetros: para monitoreo del caudal y volumen de riego.
- . Logger: se trata de un sistema de recolección de información al que se conectan los equipos.
- . Software de gestión de riego: gestiona de un modo eficiente los equipos de riego.
- . Sensores de temperatura: miden la temperatura del aire.
- . Sondass de succión: miden el nivel de nutrientes del suelo.

El riego inteligente incrementa la rentabilidad de las explotaciones agrícolas y minimiza el impacto ambiental (huella hídrica y huella de carbono), y garantizando la sostenibilidad de la agricultura bajo riego.

Actualmente se apunta hacia los sistemas de riego autónomos controlados por dispositivos informáticos.

El desarrollo de este tipo de riego se basa en:

- . Identificación de cultivos de alta rentabilidad, maximización de las producciones y reducción de los costos de producción.
- . Apuntar a una eficiencia en el uso del agua de un 90- 95% aproximadamente.

. Verificar el momento, la frecuencia y el tiempo de riego óptimos en función de las características particulares del suelo, clima y cultivo.

4.2 Equipamiento y automatización

Generalmente, las instalaciones de riego inteligente están conformadas por el equipo de bombeo, equipo de filtrado, equipo de fertirrigación, red de riego, procesos de automatismo y todos los elementos de control. Con el equipo de bombeo, es posible la instalación del sistema de energía fotovoltaica como aporte a una energía limpia y más económica.

El riego por goteo (localizado), con caudales a muy baja presión mediante un sistema de tuberías y emisores, es uno de los sistemas de riego para aplicación de estas tecnologías que puede automatizarse completamente, con un ahorro entre un 40 y un 60% de agua respecto a otros sistemas y con una buena adaptación en los terrenos.

El sistema de riego inteligente incluye sensores de humedad de suelo, electrónica y un software específico, y controla la cantidad de agua que se utilizará para tal fin. Automatizar el riego de un cultivo evita el derroche de agua y, además ahorra energía, ya que se utiliza sólo lo que la planta necesita. Es necesaria la instalación de sensores de humedad del suelo en distintos puntos del lote para que el productor pueda desarrollar su propia estrategia de riego y modificarla oportunamente.

Los sensores garantizan las necesidades hídricas que requieren las plantas en función de sus condiciones fisiológicas y de diferentes parámetros ambientales como la humedad o la temperatura. Es una solución telemática de gestión de riego.



Foto: Estación con sensores climáticos – J. Freitas

Los beneficios que se presentan con este tipo de riego son:

- . Monitoreo permanente de la humedad en tiempo real.
- . Aplicación desde un móvil que permite regar, encender y apagar remotamente.
- . Riego automático.
- . Fertirriego que incorpora fertilizante hidrosoluble.
- . Energía renovable a través del uso integral de la energía solar.
- . Optimización del uso del agua medida con los sensores de humedad.
- . Elimina el lavado de nutrientes y la salinización del lote por exceso de agua aplicada.
- . Impide el mojado del follaje no generando hongos en los cultivos.
- . Incrementa los rendimientos evitando el estrés hídrico.

La producción agrícola nacional posee una superficie irrigada de unas dos millones de hectáreas, de las cuales el 70% requiere del riego para todo el ciclo de cultivo y el resto lo utiliza de manera complementaria.



Foto: Estación telemétrica con sus sensores – J.Freites

4.2.1 Sistemas de riego inteligente

La posibilidad de regar inteligentemente los cultivos para evitar el derroche de agua y aplicar la cantidad necesaria para que el cultivo se desarrolle, ha motivado la creación de varios sistemas que tienden a cumplir con esos objetivos. Entre ellos destacamos algunos sistemas de riego inteligente:

. **NetBeat, (Netafim):** Primer controlador de riego con cerebro. Es un sistema que permite la apertura y cierre del riego de manera remota, y manejar información de caudal de más de una fuente.

El aparato recibe información del campo a través de sensores de humedad y una estación meteorológica que se capta desde teléfono móvil, una tablet o una computadora.

Netafim, además ofrece soluciones que se adaptan a cada una de las necesidades de los viticultores. En esta actividad, el sistema mitiga el potencial daño producido por las heladas con emisores que permiten aplicar bajas cantidades de agua con alta eficiencia.

Presenta también una solución **Digital Farming**, que permite al productor tener el control de las operaciones de riego y fertirrigación desde cualquier dispositivo móvil o fijo.

. **Control Preciso de Irrigación:** es una solución productiva que cuenta con un software, de entorno web, asociado a una serie de estaciones de medición equipadas con distintos sensores que se instalan a campo y a un controlador de riego automático.

. **Smart Irrigation System (Shipec):** sistema de riego inteligente compuesto por una serie de equipos (válvula de riego, sensores y accesorios), que se acompaña por una aplicación desde la cual se puede calibrar las principales variables del sistema logrando un ahorro del 80% en la cantidad de agua.

Mide el grado de evapotranspiración en el campo, y al poder tener un control de la humedad se evita que la planta entre en un punto de estrés hídrico sin retorno y de difícil compensación. Permite trabajar con energía solar, y aplicar fertirriego.

El sistema evita el lavado de nutrientes y la salinización del lote por exceso de agua aplicada. No moja el follaje, por lo tanto no genera hongos en los cultivos. Garantiza un aumento en los rindes, ya que la planta nunca sufre estrés hídrico.

. **FieldNET:** una solución de control completo, que incluye herramienta de manejo inalámbrico con una aplicación para plataformas de teléfonos inteligentes y tabletas. Este sistema controla pivotes, laterales, cañones, bombas e inyectores; brinda una descripción general de toda la operación de riego; supervisa el consumo de agua y energía, y los niveles del tanque; es actualizado a través de alertas en tiempo real; y controla la información meteorológica como temperatura, precipitaciones, velocidad del viento y humedad.

Control Automático de Riego Agrícola: sensor de humedad de suelos, del Instituto de Automática (INAUT) de la Universidad de San Juan, que incluye un sistema de comunicación digital que permite conectar hasta 32 sensores en una red. Un sistema de control automático actúa sobre la bomba y las válvulas de riego con el objetivo de mantener la humedad del suelo.

Magros: es un sistema de riego con tecnificación basado en el desarrollo de un software y hardware que crea un plan de riego con parámetros agronómicos y climatológicos en tiempo real, sin necesidad de afectar la infraestructura del sistema de riego existente.

Los procesos de este sistema de riego inteligente contienen:

- . Registro para determinar el tipo de suelo, tipo de cultivo y semillas, sistemas de riego y personas participantes.
- . Módulos de control de sistema de riego (electroválvulas y bombas)
- . Base de datos de las características necesarias para que el software pueda realizar los encendidos y apagados conforme se requiera.
- . Definición de una tabla de los factores climáticos en tiempo real (que funcione como un detector de humedad).
- . Ahorro de hasta un 35%, además de contar con un monitoreo remoto de los sistemas de riego mediante aplicaciones móviles.
- . Capaz de registrar las características del tipo de suelo, cultivo y sistema de riego.

. **Manna:** se basa en el método de la Evapotranspiración (ET). El modelo produce la ET observada de cada píxel del campo, lo que significa el volumen exacto del uso del agua del cultivo. Utiliza los datos necesarios para el cálculo de la demanda de agua: ET (temperatura, humedad, viento, radiación solar), precipitación, y déficit de presión de vapor.

. **Riego por Goteo Subterráneo (RGS):** la cañería se adapta a cualquier obstáculo aún si la forma del campo es irregular o tiene pendientes. El RGS presenta un beneficio económico comparado con el sistema de pivot donde el costo del mm es el mismo, pero la diferencia está en que para cubrir los requerimientos de un cultivo se requiere menos agua.

El riego localizado subterráneo se presenta como una alternativa de gran potencial para optimizar el consumo de agua en zonas áridas o semiáridas. Este tipo de riego ha tardado más en desarrollarse y se encuentra menos extendida su práctica.

Las ventajas en términos de eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego subterráneo son:

- . Disminución de enfermedades fúngicas ya que la parte aérea se encuentra más seca.
- . Disminución de las malezas en climas áridos debido a que la superficie se mantiene seca.
- . Extensión de la vida útil de las tuberías porta-goteros al no estar expuestas a la radiación solar.

. Óptima realización de algunas labores de cultivo al no estar las tuberías en la superficie del suelo.

. **Multiplataforma Riego Preciso:** dispositivos electrónicos y programas informáticos (hardware y software) integrados en una herramienta de gestión de riego. La multiplataforma es un desarrollo informático basado en formato web que permite el monitoreo de variables y parámetros dentro de una explotación agrícola.

. **Agromath:** Se basa en un sistema integrado de captura, transmisión, procesamiento, despliegue de datos y predicciones variables.

Se ha presentado una serie de sistemas inteligentes de riego que generalmente se constituyen en startups. Más tarde presentaremos algunos ejemplos de estas plataformas.

4.2.2 Telemetría

La palabra “telemetría” proviene de las palabras griegas “tele”, que quiere decir “a distancia”, y la palabra “metron”, que quiere decir “medida”. La telemetría es la ciencia o el proceso de recopilación de información sobre objetos que se encuentran lejanos y el envío de la información (de manera electrónica) hacia un lugar definido.

La Universidad de San Juan, creó el modelo “Telemetría Agrícola”, que es una herramienta innovadora para la gestión de cualquier explotación agrícola usada para obtener datos de campo, suelo, cultivos, clima, maquinaria, personal, etc., y requiere de la instalación de dispositivos electrónicos equipados con sensores y equipos de comunicación que midan las variables y/o parámetros para conocer el estado de los mismos, y conocer el posicionamiento de los equipos en el lote y sus rendimientos.

La telemetría agrícola se aplica al concepto de riego de precisión (RP). El riego de precisión consiste en la aplicación exacta de agua para satisfacer los requerimientos y minimizar el impacto ambiental. El RP es un nuevo enfoque sobre el manejo del riego pensado desde la perspectiva del control y monitoreo de los sistemas de riego.

A continuación se presentan todas las componentes o subsistemas del sistema de telemetría agrícola que pueden ser utilizadas.

. Estaciones de medición estáticas

Comprende un subsistema o conjunto de estaciones de medición instaladas en campo.

a1. Estación de medición en campo.

La estación está equipada con una serie de sensores que permiten medir las variables de interés zonales

Estación meteorológica.

La estación está equipada con una serie de sensores para medir las variables climáticas.

Estación de control y monitoreo de riego.

La estación está equipada con una serie de sensores para conocer el caudal y la presión de agua aportada

a2. Conjunto de estaciones en campo.

- . Estación de medición de variables dentro de la zona cultivada.
- . Estación meteorológica en el predio.
- . Cabezal del sistema de riego presurizado.
- . Unidad de control remoto del sistema de riego por goteo.

. Estaciones de medición móviles

Las estaciones móviles están armadas para complementar la información que se obtiene desde las estaciones de medición fijas.

Se utilizan dos plataformas (estaciones móviles):

- . Cuatriciclo robotizado: de 250cc que ha sido automatizado en las acciones de dirección, aceleración y frenado para el uso agrícola como una plataforma terrestre.
- . Cuatrirrotor autónomo: consiste en el uso de una plataforma aérea.

. Monitoreo y control de riego

Está conformado por una serie de programas destinados al establecimiento, monitoreo y evaluación de las operaciones.

Se compone de:

- . Registros diarios de la estimación de evapotranspiración (ET0).
- . Planilla de programación y ordenamiento de las operaciones de riego.

. Gestión de datos

Coordinación de cada nodo dentro de la red de datos para lograr la transmisión de los mismos, la información entre la estación base y cada estación fija o móvil dentro del predio:

Cuatro unidades conforman el subsistema:

- . Módulos de comunicación inalámbricos.
- . Módulo coordinador y transacción de datos.
- . Servidor de eventos.
- . Servidor de datos.

. Procesamiento de la información

Contiene todos los programas para el procesamiento de la información que se obtiene desde las estaciones de medición.

Se compone de un:

- . Sistema de procesamiento de la información.
- . Registro temporal de la evolución de la humedad en el suelo y riego aplicado en una parcela.
- . Análisis de un cultivo utilizando imágenes multiespectrales (NDVI y RGB).

. Interfase al usuario

Interfase de visualización que permita a los productores acceder a toda la información del sistema de Telemetría Agrícola de forma sencilla

Se compone de:

- . Pantalla de resumen de variables y parámetros en el campo.
- . Pantalla de visualización de las variables climáticas y registros diarios de la evapotranspiración (ETO).

El sistema de Telemetría Agrícola registra de manera correcta los registros instantáneos e históricos relacionados con el manejo del equipo de riego por goteo, y el registro de la ejecución de las operaciones de riego, de la cantidad de agua aplicada a cada tratamiento, y de la humedad del suelo

La telemetría avanza como un conjunto de procedimientos y sistemas para medir variables y transmitirlos en tiempo real bajo una opción de monitoreo remoto asistiendo a los

productores en la gestión. Esto permite la configuración de alarmas para establecer si determinada tarea se está desarrollando mal. El aviso llega de inmediato a través de un mensaje de celular o por e-mail.

4.2.3 Energía fotovoltaica

Este sistema de riego fotovoltaico consume un 30% menos de agua y ahorra entre el 60 y el 80% en el costo energético.

La extensión de la potencia de los sistemas de riego fotovoltaicos es necesaria para satisfacer las necesidades de los regantes debido a la intermitencia de potencia fotovoltaica sin uso de baterías, mediante diseños innovadores que permiten el máximo aprovechamiento fotovoltaico.

La generalización de este tipo de sistemas en el sur de Europa permite tener una agricultura más sostenible desde el punto de vista tanto económico como medioambiental. Es el caso del Proyecto europeo MASLOWATEN del Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), con sistemas de riego fotovoltaico de alta potencia para aplicaciones agrícolas que son 100% renovables.

El riego solar cuenta con la gran ventaja de que la temporada de mayor demanda de agua suele coincidir con la de mayor radiación solar. Aunque el proceso de bombeo de agua con paneles solares es constante durante el día de operación éste no mantiene un flujo uniforme debido a la diferente radiación que reciben las placas solares a lo largo del transcurso de las horas.

La necesidad de energía adicional puede ser compensada mediante la incorporación de baterías en la instalación que aporten de forma constante el flujo necesario de corriente eléctrica. Se está tendiendo a usar las baterías de litio que tienen una mayor durabilidad, mayor carga y tienden a un bajo costo.

Parte de las aplicaciones permiten el propio almacenamiento del agua como energía potencial y cuentan con depósito o estanque para aprovechar las mejores horas de sol acumulando el agua e incluso puede aplicarse al almacenamiento de agua de lluvia.

Componentes de un sistema fotovoltaico

. Módulos fotovoltaicos: con el uso de captadores fotovoltaicos se puede generar la potencia necesaria, evitando la adquisición y el mantenimiento de motores y combustibles. Los paneles captan la radiación solar convirtiéndola en energía en forma de corriente continua.

. Convertidor: transformar la corriente continua en corriente alterna para ser utilizada por la bomba.

. Bombas: máquinas encargadas de la impulsión del agua para su extracción o para su distribución presurizada.

. Tipos de reguladores:

De carga: sensores de nivel de agua para controlar los niveles mínimo y máximo de carga por intermedio de la bomba.

De presión: medida de presión del sistema mediante la conexión de un transductor.

. Cableado: para interconectar los paneles y para llevar la energía a la bomba.

. Tuberías: material que influye en las pérdidas de presión por fricción.

. Accesorios y puntos de singularidad: codos y modificaciones de sección que influyen en las pérdidas de carga por fricción.

4.3 Generación, transferencia y adopción de sistemas. Ventajas

Una síntesis de las características del productor agropecuario argentino en relación a la innovación tecnológica en materia de riego inteligente y que aplica a otras innovaciones agropecuarias, en este caso se manifiesta en una:

. Actitud positiva hacia la incorporación de tecnología pero sin el soporte necesario para acompañar tal decisión.

. Vocación a innovar y renovar tendencias asumiendo riesgos, optimizar la productividad y maximizar la rentabilidad.

. Motivación para emprender, y para organizarse en red desde el punto de vista empresarial desarrollando instrumentos de gestión.

La transferencia de tecnología es el circuito entre la investigación que genera y desarrolla innovación tecnológica y los usuarios que la adoptan, e implica un traslado planificado de información y técnicas hacia actividades de experimentación, adaptación y asimilación.

El carácter emprendedor, es determinante en la adopción de innovaciones tecnológicas, y se caracteriza por:

. Información validada que brinda cierta seguridad en la adopción del sistema.

. Sistemas de riego inteligente demostrativos a campo.

. Reuniones de intercambio con los técnicos de las empresas.

. Evaluación de los resultados del sistema de riego innovador a adoptar.

El uso de innovaciones tecnológicas es un proceso social que tiene su origen en la transferencia que implica la interacción entre diversos actores hacia un bien e interés común.

En los programas de extensión rural se pone énfasis en la divulgación de innovaciones técnicas, que podrían mejorar la producción. La extensión se encuentra relacionada con el proceso de generación básica y la adopción por parte de los productores de las innovaciones tecnológicas.

4.4 Valores e inversiones

Es importante destacar que debido a la versatilidad de los equipos y sistemas de riego para diversos destinos y usos, se presentan valores e inversiones diferenciales. Existen diversos valores consultados según el tipo de cultivo y el sistema de riego utilizado. A modo de ejemplo se presentan las siguientes menciones:

. En términos generales, relativo al riego por aspersión en la zona húmeda, la inversión por hectárea en riego entre equipo y obra hidráulica, se encuentra entre 2000 y 2500 dólares, mientras que la árida puede establecerse entre 3500 a 4500 dólares por hectárea. Se aplican algunos sistemas básicos de riego inteligente en esos valores.

. Con respecto al sistema de riego inteligente, generalmente, el valor aproximado de una estación telemétrica es de U\$D. 1.300 y de U\$D 1.300 a U\$D 3.250 el valor de un controlador inteligente dependiendo del cultivo y tipo de finca.

. Por ejemplo, la inversión para instalar los equipos cubriendo una superficie de 35 ha tiene un costo final cercano a los U\$D. 9.500. Faltaría el costo operativo de esas 35 ha.

. Asimismo, existen inversiones en riego inteligente (equipos y sistemas) con mayor grado de alcance y sofisticación que pueden llegar a montos cercanos a 10.000 y dólares/ha y más.

. Otro caso, expresa que para una inversión por goteo en uva de mesa desde 7 ha en adelante asciende a U\$D 5000/ha.

. Existen equipos y sensores que son de costo fijo y no dependen de la superficie, por ejemplo, la estación meteorológica automática (promedio 2.500 dólares)

. Respecto a los equipos importados, surgen estaciones de 1500 dólares y entre 300 a 1500 dólares por sensor (dependerá de que variables se requieren medir), sin soporte local o nacional. El usuario se debe hacer cargo de la instalación, mantenimiento y recolección de datos.

. Existen también proyectos básicos que parten de U\$D 300 hasta U\$D1200 /ha.

Como dato ilustrativo, y a modo de otro ejemplo, expresamos en este cuadro algunos valores de telemetría:

Alternativas de soluciones de telemetría	Inversión (U\$D)	Costo operativo/ha (U\$D)
Monitoreo de riego	3.200	35
Monitoreo y control de riego y fertirriego	7.500	83
Monitoreo y control de riego/ fertirriego con válvulas inalámbricas	14.800	184

Elaboración propia en base a diversas publicaciones

En síntesis, los proyectos de riego inteligente son a medida y en función de la estrategia o requerimientos de cada explotación agrícola. Existe en plaza un variado espectro de sistemas y valores, pero lo destacable es que su uso es muy bajo (en goteo y subterráneo), no así como complemento del agua disponible por lluvias en zonas templada, como es el riego por aspersión.

Cuyo es la región donde más se practica el riego de precisión debido al alto valor de los frutales que se producen para el mercado interno y más aún para el mercado internacional. Esto brinda una idea de que si es bajo para esta región que es la principal por su potencial, imaginar cuál es el estado de situación en otras regiones de nuestro país.

4.5 Normativas

Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos. Hace unos 5 años, el Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, definió las líneas de acción dirigidas a mejorar la oferta de agua, en calidad y cantidad, a influir o administrar sobre las demandas y a mitigar los impactos extremos

Entre los temas relacionados al riego, encontramos

Usos del Agua

Los distintos usos a los que se la somete como recurso escaso y vulnerable, obliga a una constante administración por parte del Estado ordenando y coordinando sus actuaciones para evitar desequilibrios entre los distintos usos.

Usos consuntivos: Riego

El plan debe contemplar todas las situaciones de su uso y particularizar algunas que son el motor del desarrollo en nuestro suelo, como por ejemplo, el riego que es el principal uso consuntivo.

A partir de esfuerzos aislados del sector privado, se produjo una importante evolución del riego no tradicional, que trajo aparejado un crecimiento descontrolado pero sin la

sustentabilidad necesaria. La necesidad que el sector estatal articule políticas de riego sustentable junto a los sectores productivos es esencial.

El riego complementario en varias regiones del país es necesario para competir en los mercados internacionales de acuerdo a las ventajas estratégicas que nuestro país tiene pudiendo asegurar volúmenes de producción constantes sumamente atractivos.

La baja eficiencia de los sistemas de riego actuales, generalmente por inundación, provoca una utilización inadecuada del recursos hídrico que debería ser salvada con mayor inversión en el sector para poder ampliar la superficie regada y disminuir el nivel de conflicto por el uso del agua.

Con respecto a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), para lograr una adecuada consideración de las dimensiones sociales, ambientales y económicas del desarrollo del recurso, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- . **Eficiencia en el uso del agua:** Dada la agudización de la escasez de los recursos, la naturaleza vulnerable y finita del agua como recurso y la creciente demanda, el agua debe ser utilizada con la máxima eficiencia posible.

- . **Sustentabilidad:** El uso presente del recurso debería ser manejado de manera de evitar comprometer el uso del recurso por futuras generaciones.

En 2019, la **Red Agua de Aapresid** define los lineamientos en buenas prácticas para la gestión sustentable del agua.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), duplicar la producción de alimentos hacia 2050 deberá cumplirse utilizando una menor cantidad de agua. Siendo el sector agropecuario el mayor consumidor de agua a nivel global (70% del agua dulce) es imperativo que se incremente la eficiencia en el uso del agua.

La gestión del agua, aun con un estándar de buenas prácticas a escala predial, exige visualizar un enfoque sistémico integral de la producción agrícola. Se deberá apuntar a fomentar prácticas que mejoren la eficiencia de uso del agua, y la implementación de un estándar de este tipo, no será posible sin una buena gobernanza del agua siendo fundamental la generación de una institucionalidad, transparente y sólida.

Con respecto a la **reutilización del agua para el riego agrícola**, la UE está tomando nuevas medidas destinadas a reducir el riesgo de escasez de agua para el riego de los cultivos. Facilitará la utilización de aguas residuales urbanas (agua regenerada) para el riego agrícola. Con el concepto de la **economía circular**, mejorará la disponibilidad de agua y fomentará su utilización eficiente, garantizando que haya suficiente agua disponible para el riego agrícola, en particular durante las olas de calor y las sequías más intensas, coadyuvando a evitar la pérdida de cosechas y la escasez de alimentos.

En relación a las **aguas residuales tratadas**, hay que tener en cuenta que, las aguas residuales municipales recuperadas y acondicionadas se pueden usar de forma segura para regar los cultivos aumentando la eficiencia y sostenibilidad.

4.6 Startups

Una **Startup** es una organización con gran capacidad de cambio, que desarrolla productos o servicios, de gran innovación, altamente deseados o requeridos por el mercado, donde su diseño y comercialización están orientados completamente al cliente. Se relaciona con empresas emergentes que tienen una fuerte relación laboral con la tecnología innovadora.

En el mundo y ante la demanda creciente de sistemas de riego aplicados con inteligencia para incrementar la producción agrícola, se crearon varias empresas generando plataformas únicas o combinadas con el fin de brindar soluciones variadas a los distintos usuarios del riego inteligente.

Debido a que lo que se requiere fundamentalmente con el riego es no derrochar el agua y aprovechar la misma de manera óptima impidiendo stress hídrico en las plantas, las zonas áridas y semiáridas son la que más lo necesitan, y por ello Israel, debido a su condición climática, está a la vanguardia de estos sistemas y plataformas brindando resultados sustantivos. También proponen empresas de este sentido, USA y España entre otros.

A continuación, se presentan varias startups de estos países, y sus alcances.

Startups	Alcances
Smart Biosystem (España)	Novedoso sistema de riego que aporta un ahorro hídrico de hasta un 60 %.
Sensacultivo (España)	Dispositivo capaz de monitorear las necesidades hídricas, capaz de medir diferentes parámetros agroclimáticos y una aplicación que posibilita consultar el estado de riego del cultivo en tiempo real desde cualquier sitio a través del Smartphone.
Aquamática (España)	Especializada en el asesoramiento y gestión de fincas, ha creado un sistema de sensorización para automatizar el riego de forma eficiente a través de una aplicación para tablets y móviles

Alcuzapp (España)	Sector olivarero, innovadora app optimiza la comunicación entre todos los agentes vinculados al riego
Hydrobio (USA)	Tecnología propia para la programación del riego basada en información satelital y meteorológica, sin utilizar sensores terrestres.
Rivulis (Israel)	Nuevas tecnologías digitales en su oferta de riego. El sistema Manna (ya mencionado) ofrece tres resultados: recomendaciones de riego, monitoreo de cultivos y herramientas para el presupuesto de agua.
Jain Irrigation (India)	Empresa activa incorporando startups como los activos de Pure Sense Environmental Inc , especializada en estrategias de monitoreo de campo y gestión de riego para la agricultura, y la empresa australiana Observant Technology Pty Ltd , que proporciona hardware de campo y aplicaciones basadas en la nube para la gestión precisa del agua.
Crop Metrics (USA)	Empresa de agricultura de precisión especializada en la gestión del riego de precisión, programación de riego, perfiles virtuales del suelo, riego de tasa variable y sondas de suelo.
Arable Labs (USA)	Análisis y predicciones basados en datos. utilizando sensores para recoger datos midiendo desde la temperatura del aire hasta la humedad a nivel micro.
SWIIM (Sustainable Water and Innovative Irrigation Management) (USA)	Software para contabilizar el uso del agua en los distritos de riego, canales y campos, combinando sensores terrestres, imágenes aéreas, y que cuenta cada gota de agua que entra y sale del sistema.
The Yield (Australia)	Desarrolla soluciones de Internet de las Cosas (IoT, en inglés) para uso agrícola, mejorando las decisiones sobre cuándo cosechar, regar, plantar, nutrir y proteger sus cultivos
AquaSpy (Australia)	Construye sensores que llegan a la raíz de los problemas de irrigación ofreciendo un

	sistema de monitoreo de suelo totalmente automatizado que mide no sólo la humedad, sino también la temperatura y la conductividad eléctrica.
Tevatronic (Israel)	Desarrolla una solución tecnológica para riego y fertilización de los cultivos basados en tensiómetros digitales.
CropX (Israel)	Empresa de riego con un paquete de sensores y software diseñado para ayudar a los agricultores a determinar con precisión la cantidad de agua a utilizar en diferentes partes de sus campos.
Saturas (Israel)	Comprende sensores implantados que pueden medir el potencial hídrico ampliamente reconocido como una de las más precisas para determinar el estado hídrico de las plantas.
Viridix (Israel),	Pretende revolucionar el riego por goteo. Su producto I-Dripper es un gotero inteligente que sabe exactamente cuánta agua necesita cada planta en un momento dado, ya que tiene un sensor de humedad integrado. Es un producto todavía en desarrollo.
SupPlant (Israel).	Sistema único de inteligencia artificial que es capaz de analizar los datos generados de los cultivos a través de sensores y traducir estos datos en comandos de riego.
Netafim (Israel)	Sistema Netbeat , (ya mencionado) proporciona a los agricultores recomendaciones en tiempo real basadas en datos sobre las condiciones de las plantas, el suelo y el clima obtenidos tanto de sensores en el campo. Es la primera plataforma de este tipo en integrar monitoreo, análisis y automatización en un solo sistema.

Elaboración propia en base a diversas publicaciones

4.6.1 Startups en Argentina

Biobot, controlador de riego inteligente, capaz de conectarse a Internet, controlar las diferentes zonas de un sistema de riego y monitorear las condiciones climáticas a través de sensores en tiempo real.

El controlador se conecta a Internet y tiene la posibilidad de monitorear hasta ocho zonas de riego. Este dispositivo se vincula a una plataforma online en la que los clientes pueden observar y controlar los programas de riego en tiempo real desde sus computadoras o desde la App en sus teléfonos.

El elemento diferencial es el “balance inteligente” que hace a través de un cálculo entre lo que se evapora del suelo, la cantidad de lluvia y la cantidad regada con el controlador. Permite mantener el suelo dentro de ciertos niveles de humedad y ahorrar entre un 30 y un 50 % de agua.

El controlador se conecta a seis sensores que miden distintas variables desde la humedad hasta la temperatura.

En la Pcia. de Córdoba surgen:

AdaptO, especializada en inteligencia artificial

Kilimo, especializada en big data

Existen otras iniciativas en Argentina en vías de desarrollo.

4.7 Perspectivas

El riego evolucionará en eficiencia, desapareciendo el sistema por manto y consolidándose los esquemas de aspersión, riego por goteo y riego por goteo subterráneo fundamentalmente, en la versión más inteligente de su aplicación. La energía solar fotovoltaica será la fuente para bombear agua y almacenar energía.

En 2018, se oficializa el **Plan Nacional de Riego**, con la manifestación del volumen de inversión para obras y otros temas asociados que se ejecutarán a través de dicho Plan, que dependerá del Ministerio de Agroindustria fijando como objetivo alcanzar unos 6 millones de hectáreas bajo riego. Por lo tanto, se presupone que al 2029/30, se estaría implementando el 100% de la inversión, con una etapa intermedia que duplicaría la superficie.

Estado de situación:

. Por Resolución Nº 108 /2018 del Ministerio de Agroindustria de la Nación, se ha oficializado el Plan Nacional de Riego.

. Aunque se han presentado montos de inversión para distintas componentes que componen las obras a realizar y de soporte de la actividad todavía queda diseñar una red articulada entre la Nación y las Provincias, como así también, el ajuste de los montos de inversión.

. Por primera vez, se asume institucionalmente y articuladamente a nivel nacional, los problemas de la eficiencia del riego, su modernización y su expansión.

. La información de base con respecto a la modernización y expansión de los sistemas de riego proviene de las acciones que ha llevado y está llevando a cabo desde hace unos años, el Proyecto de Servicios Agrícolas Provinciales (Prosap).

Entre los programas e inversiones del Plan Nacional de Riego a 2029/30 y con respecto a su modernización, se destacan el Fortalecimiento de la Administración del Recurso Hídrico (U\$D 286 millones), y los Estudios y Monitoreo del Agua con Fines Agropecuarios (U\$D 100 millones). Mediante una promoción adecuada, parte de esta inversión quizás podría canalizarse al riego inteligente.

Situación prevista para 2029/30:

. La meta del Plan es llegar a un total de 6 millones de hectáreas en los próximos 10 años

. Las inversiones se utilizarán no solo para obras, sino también para mejorar la eficiencia de captación, distribución y aplicación del agua de riego, y para complementar y sistematizar los estudios de base sobre el estado y aplicación de las existencias hídricas, en especial, desarrollos tecnológicos aplicables a la agricultura de irrigación, nuevos desarrollos de sistemas de riego tecnificado, entre otros.

4.7.1 Perspectivas de riego inteligente

Teniendo en cuenta que el cuidado del agua, la adopción de tecnologías inteligentes y el uso eficiente del recurso impulsarán el mercado internacional, se estima que el valor del negocio global de la expansión del riego inteligente a través de su automatización se expandirá hasta alcanzar los U\$D 6.700 millones en 2025 (Marketsand Markets, 2020), lo que implica un panorama interesante para la colocación de equipos en Argentina y resto de otros países.

En función de un análisis de esta empresa consultora, para 2020 se estimaba un valor de negocios por U\$D 2.800 millones, y al aplicarse una tasa de crecimiento acumulada de 18,5% anual se arribaría U\$D 6.700 en cinco años, o sea a 2025.

Uno de los instrumentos para observar el nivel de la red de riego inteligente parte de un informe de mercado denominado Global Red de riego inteligente Mercado 2020 cuyo análisis de las acciones, tamaño, ventas y desarrollo futuro proyectan las perspectivas de mercado de este rubro.

Este informe o estudio de mercado de la red de riego inteligente dispone de los datos y análisis de las ventajas o desventajas de mercado, y el alcance futuro, destacando

que este tipo de riego se incrementará a un ritmo significativo durante el periodo de previsión, entre 2020 y 2025.

Los objetivos de este estudio son definir segmentos, proyectar el tamaño del mercado basado en la empresa, el tipo de producto, el usuario final, y las regiones clave.

Características principales de Red de riego inteligente en relación a este Informe:

- . Proporcionar un análisis detallado del mercado de riego inteligente.
- . Conocer las diferentes estrategias de mercado que las empresas líderes están adoptando.
- . Proporcionar una previsión de cinco años en función del crecimiento del mercado.
- . Proporcionar un análisis profundo de los cambios en la dinámica de la competencia.
- . Comprender el alcance futuro de la red de riego inteligente.

En síntesis, esta Red abarca el panorama del mercado y sus perspectivas de crecimiento en los próximos años, el ciclo de vida del producto, y sus innovaciones, entre otros.

4.7.2 Financiamiento

Con respecto al financiamiento, están en marcha créditos del Banco Nación a muy buena tasa y plazo para la adquisición de equipos de riego. Respecto al Plan Nacional de Riego, existirían a futuro una línea de crédito de ese Banco con tasa subsidiada; programa de Leasing para equipos de riego; conformación de un fondo de promoción con aportes internacionales; y fondos rotatorios para organizaciones de regantes, entre otros.

EN PROCESO DE DISEÑO

5. Esquema tentativo de promoción inicial de inversiones innovadoras

El deseo de innovar implica la posibilidad de promocionar innovaciones inteligentes en el agro a partir de esquemas básicos e intermedios que permitan avanzar en el convencimiento y adopción de estas tecnologías. Ante la falta de una promoción masiva de tecnologías innovadoras, este es un aporte inspirador para ver por donde se puede iniciar una apertura en la promoción y adopción tecnológica en algunos usuarios. La idea es iniciar una acción promocional con 100 usuarios que están en condiciones de innovar y emprender con financiamientos específicos, teniendo de base la posibilidad de incrementos de rendimientos mínimos de un 5% y reducciones mínimas de costos en ese mismo guarismo.

Agricultura

Existe maquinaria agrícola que todavía no ha podido incorporar equipos telemétricos para su mejor desempeño. En este sentido el aporte sería en mayor medida para los contratistas rurales que necesitan innovar para mejorar sus servicios en tractores y cosechadoras.

Asimismo, el complemento para productores y contratistas a través de drones para mapeos de ambientes, entre otros. Quizás estos podrían utilizarse en forma conjunta.

Esquema:

100 equipos telemétricos a razón de un promedio de U\$D 5.000.- c/u.

30 drones básicos con cámaras para mapeos varios a razón de un promedio de U\$D 10.000.- c/u.

Subtotal: U\$D. 800.000.-

Ganadería

Al igual que en la agricultura, existe maquinaria agrícola como las picadoras que todavía no han podido incorporar equipos telemétricos para su mejor desempeño. El aporte sería para los productores ganaderos y contratistas rurales que necesitan innovar para mejorar sus servicios en picado, enrollado, etc.

Asimismo, el complemento para productores a través de drones para control del manejo ganadero en grandes extensiones, entre otros. Quizás estos también podrían utilizarse en forma conjunta.

Esquema:

100 equipos telemétricos a razón de un promedio de U\$D 5.000.- c/u.

10 drones con cámaras para control del manejo ganadero a razón de un promedio de U\$D 10.000.- c/u.

Subtotal: U\$D. 600.000.-

Biogás

Ante la necesidad de que diversos establecimientos ganaderos, especialmente pequeños y algunos medianos que realizan producciones intensivas, pueden realizar un uso doméstico y productivo menor de la transformación de las deyecciones pecuarias en biogás, se presentan las bolsas flexibles como biodigestores básicos para ese fin. Los excedentes pueden destinarse a establecimientos linderos que demanden este tipo de recurso para su mejor aprovechamiento.

Esquema:

100 bolsas para biogás a razón de un valor promedio de U\$D. 2.000 c/u.

Subtotal: U\$D. 200.000

Riego

Teniendo en cuenta que existe una diversidad de obras, equipos, sensores para distintas actividades productivas, según zonas, ambientes, entre otros, en este caso lo que se intenta presentar es un esquema estándar que se adapte a proyectos de riego que podrían estar funcionando o que se podrían implementar.

Lo que se presenta como inversión es un módulo con una estación telemétrica, controlador inteligente y sensores tipo para adecuarlos a un esquema productivo. Obviamente que a esto faltaría la extensión de cañerías, válvulas y otros sensores según la extensión y dimensión del esquema de riego. La complementación de la red de riego más los equipos involucrados en una determinada superficie resultaría en el monto por hectárea.

Por lo expuesto, se presentan 100 esquemas básicos o intermedios a considerar.

100 equipos de riego inteligente promedio a razón de U\$D.5.000 c/u.

Subtotal: U\$D. 500.000.-

Total esquema tentativo de inversión: U\$D. 2.100.000.-

Este esquema podría tratarse institucionalmente desde las asociaciones privadas de cada rubro o en combinación con startups, atendiendo básicamente a los temas de promoción de las innovaciones y sus alcances, y a la obtención de fuentes específicas de financiamiento para lograr estos objetivos.

Es importante destacar que, el sector agropecuario por su aporte al PBI es ávido a las transformaciones innovadoras, por el cual este esquema puede generar un estímulo a los que

quieren emprender en el sector y sea replicable dentro de un concepto de buenas prácticas. Por tal motivo, la idea es avanzar sobre la base de 100 usuarios y ver su comportamiento a futuro en relación a los resultados obtenibles por innovar.

EN PROCESO DE DISEÑO

EN PROCESO DE DISEÑO

6. Comentarios finales

6.1 Sobre las plataformas de innovación

Aunque el surgimiento y desarrollo de los ecosistemas AgTech en el mundo es bastante reciente, se destacan por su avance y dinamismo, y sin duda pueden considerarse como los líderes a escala global.

Si bien en Argentina se encuentra en proceso de desarrollo, han crecido en los últimos años como lo demuestra un estudio que investiga el panorama del ecosistema agrotecnológico en el país. Según la Asociación Argentina de Capital Privado, Emprendedor y Semilla (ARCAP), de 4 de cada 10 dólares exportados por Argentina en 2019, fueron generados por maíz, trigo y soja, por lo que el país tiene una gran oportunidad para potenciar el sector a través del crecimiento de startups. Como datos destacables se menciona que:

- . Sólo 7 superan los cinco años de antigüedad.
- . Facturaron menos de 1,5 millones de dólares durante el año 2018.
- . El 57% vende sus soluciones a nivel nacional.
- . El 58% de los emprendedores tiene entre 30 y 39 años.
- . El 80% de los emprendedores tiene experiencia previa en la industria pero solo el 45% tiene experiencia previa como emprendedor con un nivel altamente profesionalizado.

Sugerencias que podrían aplicarse para fortalecer el ecosistema Agtech en el país:

- . Promover la creación de instituciones dedicadas a la articulación del ecosistema emprendedor Agtech argentino.
- . Fomentar el desarrollo de la inversión corporativa en el país a través de la creación de programas destinados a empresarios con interés en invertir en startups.
- . Desarrollar programas de incentivos que alienten este tipo de inversiones.
- . Capacitar al productor argentino en adopción de la tecnología, con soluciones que luego los beneficiarán.
- . Identificar oportunidades para que las startups argentinas mejoren la propuesta de valor para los productores agropecuarios, y cómo sus soluciones pueden agregarle eficiencia y potenciar su negocio.

- . Incentivar el encuentro entre emprendedores y compañías establecidas del sector.
- . Promover la formación emprendedora en las carreras afines a Agronomía y Ciencias básicas.
- . Generar espacios de vinculación y trabajo conjunto entre emprendedores e investigadores.

Según una encuesta del Proyecto de Agricultura de Precisión del INTA Manfredi, 8 de cada 10 productores utilizan apps en la producción agropecuaria

Sobre 1044 respuestas en junio 2020 a la encuesta abierta por un periodo de dos meses, el 78,2 % indicó que utiliza aplicaciones en las actividades que realiza a diario, en tanto que solo el 21,8 % no las incorpora como herramienta de decisión, y el 66,8 % indicó que las adoptaron porque han mejorado la eficiencia en las respuestas correspondientes al territorio de la región pampeana, zonas netamente agrícolas, ganaderas (leche y carne) y/o mixtas. Por lo tanto, la utilidad de estas apps es clave para atender la demanda de cada actividad y ser eficiente en la toma de decisiones.

Son herramientas desarrolladas para que el técnico/asesor o productor puedan analizar información al instante y dar respuesta a diferentes problemáticas o decisiones que deba tomar. El 44,8 % entiende que utilizar una aplicación en su celular es fundamental para gestionar información en superficies de más de 1500 hectáreas. Así mismo, el 26,4 % corresponde al usuario que utiliza las aplicaciones para administrar información en superficies menores a 300 hectáreas. Esto último es relevante, porque advierte que un cuarto de la muestra también utiliza apps en explotaciones pequeñas a medianas según sea la actividad.

De un total de 1044 usuarios que respondieron la encuesta, 908 respondieron a la pregunta “para qué utiliza las aplicaciones”, y se volcaron al clima, pulverización, siembra, fertilización, cosecha, diferentes tipos de monitoreo y comercialización en general. Se mencionaron más de 160 apps diferentes y gestionan la información desde una plataforma web.

6.2 Sobre las innovaciones presentadas

Sobre las 4 innovaciones presentadas, se puede manifestar lo siguiente:

- . Para poder implementar estas acciones en el tiempo actual de crisis profunda, se necesita tener una escala productiva lo suficientemente amplia para poder absorber los costos de estas innovaciones.
- . Ante el panorama de fuertes restricciones a las exportaciones agropecuarias con las retenciones en danza, es difícil innovar en términos generales.
- . De todas maneras, el sector agropecuario debido a su naturaleza es un gran productor, inversor, y reinversor, que es lo que realmente sabe hacer. Según el INDEC,

en 2020, el sector de la maquinaria agrícola es record de ventas lo que explica una fuerte capacidad innovadora del campo.

. Lo importante es analizar de que manera otros segmentos de productores de otras escalas menores pueden acceder a este tipo de innovaciones. Habría que realizar una relación costo-beneficio según el rubro y el tamaño de la explotación, y habría que promover a través de instituciones protagonistas, los mecanismos para que la mayoría de los productores puedan acceder a sistemas innovadores partiendo de esquemas básicos.

. El crédito es otra limitante importante, pero a principios del 2020 y durante parte del 1º semestre del año, hubo importantes avances en maquinaria agrícola. La gran escala productiva puede acceder a este tipo de créditos, habría que ver como se opera a con otras escalas con financiamiento acorde a sus posibilidades.

. Algunas innovaciones, a partir de un mayor desarrollo y aplicación, y a su mayor difusión en el tiempo, se han ido abaratando por unidad, como es el caso de los sistemas fotovoltaicos para uso en riego.

. En materia de eventuales pérdidas de empleo por una alta automatización, solo se puede comentar que para las actividades mencionadas no se ha visualizado una anulación sistemática de empleos, más bien se han observado empleos específicos consolidados con una más alta capacitación, y eventualmente nuevos empleos.

. Todavía existe una falta de conocimiento pleno de estas tecnologías innovadoras, por lo que su uso en escalas medias y pequeñas no está muy difundido, especialmente en riego.

Con respecto a lo expresado, sería interesante:

. Establecer un programa de promoción de actividades innovadoras inteligentes en riego para diversos segmentos de productores, estableciendo esquemas iniciales básicos e intermedios de innovación cuyos costos serían accesibles y de rápida adopción.

. En materia de agricultura, acompañar la modernización de los contratistas rurales, porque son ellos lo que en definitiva pueden atender apropiadamente las superficies de cultivos de grandes, medianos y pequeños productores, según su propia organización de trabajo. Generalmente, los pequeños productores no tienen maquinaria acorde para realizar tareas realmente eficientes, y bien podrían organizarse para que los contratistas puedan trabajar campos en forma conjunta resultando en superficies mayores tratadas.

. En ganadería, mantener inteligentemente las buenas prácticas de bienestar animal incluyendo la alimentación, en las distintas escalas de producción. Todos los esquemas innovadores presentados coadyuvan en ese sentido.

. Por último, los diversos modelos de biodigestión apuntan a atender diversas escalas de producción ganadera hacia la producción de biogás para uso doméstico y productivo menor con el complemento de otras biomásas vegetales.

. En todos los casos mencionados, se necesita un acuerdo institucional para la promoción privada de diversos esquemas que pueden ser acompañados por soportes públicos-privados de financiamiento.

EN PROCESO DE DISEÑO

7. Bibliografía consultada

Agricultura

1. Agras T16 y P4: Los increíbles nuevos drones para agricultura. Campo News.25-10-19
2. AgroSpray. Drones para Uso Agrícola: Sinónimo de una Precisión en Ascenso. **30-4-20**
3. BICE. Impulsan créditos destinados a compra de maquinaria agrícola nacional. 29-6-20
4. BNA. Lanza créditos para comprar máquinas. 11-3-20
5. Castro Ruiz, Gonzalo. Telemetría, el servicio mecánico a distancia y en tiempo real. Grupoagroempresa.com.ar. Agro Voz. 30-9-19
6. Expoagro 2020. Las startups crecieron y aportan soluciones. Lanacion.com.ar. 11-3-20
7. Freixa, Raúl; Nuñez, Cristian. Uso de drones como herramienta para el sector agropecuario E.E.A. INTA El Colorado, Formosa. Lanacion.com.ar. 6-6-19
8. IERAL. Estiman que la maquinaria agrícola emplea a 9.900 personas en Córdoba. AgroVoz. 3-7-20
9. IERAL. . Radiografía de la maquinaria agrícola argentina: 1200 empresas generan más de 26.000 puestos de trabajo. 14-7-20
10. Maquinac. La telemetría permite que las máquinas tengan asistencia técnica online.1-10-2019
11. Nagy, Diego. De sensores a drones: las tecnologías que están cambiando la producción del campo. Lanacion.com.ar. 6-1-20
12. Raggio, Juan. Maquinaria agrícola 2020: La electrónica marca el pulso de la tendencia. Clarin Rural. 21-1-20

Ganadería

13. Bragachini, Mario et al. Los plásticos y la conservación de forrajes y granos en la República Argentina. INTA Manfredi. 2015
14. Cattani, Pablo; Sanchez, Federico. Crece la inversión en la conservación de forrajes. SuperCampo. 14-7-20
15. Cattani, Pablo; Sanchez, Federico En época de vacas flacas, Argentina tecnifica la conservación de forrajes. AgroVoz. 22-6-20
16. Estevez Mosquera, Rodrigo et al. Automatización de forrajes. Universidad de La Salle - Bogotá, Colombia 1-1-2007

17. INTA. En tiempos de aislamiento social obligatorio, especialistas del INTA identificaron las nuevas tecnologías disponibles para manejar el rodeo sin necesidad de ir al campo. Motivar.com.ar 13-4-2020

18. INTA. Las herramientas del INTA disponibles para mejorar la gestión del tambo Motivar.com.ar 13-7-20

19. Martinez Fernandez, Adela et al. Manejo de forrajes para ensilar Adela Martínez-Fernández. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentaria (SERIDA) del Principado de Asturias, Villaviciosa, Asturias, España 2014

20. Mich, Lucas. Silaje inteligente, la evolución que revolucionó la ganadería. Elabcrural.com. 9-8-20.

Biogás

21. Aguirre, Cristian. Biodigestor: Estiércol que se vuelve energía. La Patria. Manizales, Colombia. 14-3-20

22. FAO, CEARE. Informe técnico-analítico para una estrategia de promoción de la incorporación de biometano a la red de gas natural. 2019

23. García Páez, Virginia. Manual de biogás. Conceptos básicos. Beneficios de su producción y la aplicación de sus sub-productos. Pcia. de Buenos Aires. Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático. 2016

24. Hernandez Ramírez, Olivia. Biogás: generación de electricidad y otros usos / II Parte. Oil & Gas RevistaPetroquimica.com. EnergíaHoy. México 28-8- 19

25. Hilbert, Jorge. El biogás tiene potencial para reemplazar toda la importación argentina de gas, Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar 20-3-18

26. INTA. La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen. 2019

27. INTA. Programa Nacional de Bioenergía. 2011.

28. Probiomasa. Guía de Biogás y Biodigestores. www.probiomasa.gob.ar. 29-8-19

29. Probiomasa. Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biogidestores. FAO. 2019

30. Shell Foundation. Usos productivos del biogás. Desatando el potencial. 9-6-20.

Riego Inteligente

31. Aguer, Federico. Llegó el riego de precisión. Granar S.A. Campolitoral.com 21-3-20

32. Aapresid. Gestión sustentable del agua para la producción climáticamente inteligente. www.aapresid.org.ar/blog . 20-12-19

33. Berrington, Kaden. Global Red de riego inteligente Mercado 2020. Acciones, tamaño, ventas y desarrollo de futuros y recientes perspectivas hasta 2025. Motoresfera.com. 11-9-20
34. Capraro, Flavio; Tosselli, Santiago. Herramientas Modernas de Gestión en Riego de Precisión Basadas en Dispositivos Electrónicos, Programas Informáticos y Técnicas de Control Automático. 4-2020
35. Capraro, Flavio; Mut, Vicente. Proyecto de Investigación "Telemetría Agrícola". Investigadores del Proyecto PIO del CONICET - SECITI - INAUT - FI – UNSJ San Juan. 9-2020.
36. Capraro, Flavio. Tecnologías disponibles para riego de precisión. Director Ejecutivo Programa I&D Telemetría Agrícola. 3-2019
37. Chiummiento, Juan. Producía para BMW y tras 40 años se volcó a los agronegocios. Agrofy News. 10-4-20
38. Commandeur, Dick. Riego y agricultura inteligente. Correo del Sur, Sucre, Bolivia. 29-5-19
- . Dergarabedian, Cesar. Coronavirus y después: Netafim cuenta cómo afecta sus planes. 12-5-20
39. El riego del futuro: Aguas residuales tratadas. La Revista del riego. 30-7-20
40. Nagy, Diego. De sensores a drones: las tecnologías que están cambiando la producción del campo. LaNacion.com. 16-1-20
41. Riego fotovoltaico: No consume energía de línea y ahorra 30% de agua. La Revista de Riego. www.diariodeciencias.com.ar . 25-2-20
42. Telemetría Agrícola, un software que estará al alcance de los pequeños y medianos productores. El informador de cuyo. 9-8-20
43. Vilella, Fernando. De la mano del riego, la Argentina puede potenciar su abanico de exportaciones. Clarín Rural. 27-1-20