

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

LICENCIATURA EN ECONOMÍA SEMINARIO DE  
INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN TRABAJO FINAL

MODELO DEL AGRONEGOCIO, SUS CARACTERÍSTICAS,  
INNOVACIONES, ACTORES Y ENTIDADES  
REPRESENTATIVAS, CONFLICTO E IMPACTOS

“ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA AGRICULTURA DE  
PRECISIÓN EN ARGENTINA”

TOMATIS, MARIÁN ILEANA

LEGAJO: T-2045/1

DOCENTE A CARGO DE LA COMISIÓN: VAUDAGNA,  
LUCIANO

1º CUATRIMESTRE DE 2019

## **Resumen**

La Agricultura de Precisión es una herramienta tecnológica que surge como consecuencia de la modernización agraria. Es un instrumento que forma parte de un método eficaz que impulsa un desarrollo apropiado con la realidad de los espacios rurales. El presente trabajo tiene como objetivo describir su evolución en Argentina y analizar los posibles factores que influyen en su mayor o menor implementación. A continuación, se exponen los motivos por los que la teoría malthusiana no es aplicable en la actualidad y se detallan las etapas de la innovación agrícola desde la recolección de los datos hasta la evaluación de la producción y su rendimiento final. Luego de precisar teóricamente el concepto se realiza un parangón entre la agricultura tradicional y la de precisión. Para completar el marco de la investigación se efectúa una revisión bibliográfica, se aplican conceptos de la microeconomía neoclásica y se elabora un análisis exhaustivo de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la agricultura de precisión. Finalmente, se infiere que, aunque haya factores que impacten negativamente y generen distorsiones en la producción, la AP logra ser eficiente y mejora tanto la calidad de vida de los operarios rurales como la capacidad de competencia de los productores.

## Índice

<b>1 Introducción</b> .....	<b>3</b>
1.1 Evolución de la agricultura .....	4
1.2 Etapas para la aplicación de las principales prácticas de la agricultura de precisión....	5
<b>2 Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
2.1 Innovación Shumpeteriana.....	6
2.2 Escuela neoclásica .....	6
2.2.1 Economía de la Producción .....	6
<b>3 Agricultura de Precisión</b> .....	<b>9</b>
3.1 Agricultura Tradicional versus Agricultura de precisión.....	9
<b>4 Análisis FODA</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Conclusión</b> .....	<b>15</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>16</b>

## 1 Introducción

Entre mediados de 1760 y 1860 surge un hecho icónico en el mundo, con origen en Inglaterra, conocido como la primera Revolución Industrial. Este hecho trajo aparejado un vertiginoso aumento del comercio mundial de productos primarios. Argentina fue un protagonista principal de ese proceso, que constituye el punto de partida de las transformaciones del país. Tuvo su epicentro en el desarrollo de la máquina a vapor y la mecanización e incrementa paulatinamente el uso del carbón y la concentración de capitales.

En aquel entonces, como en la actualidad, el cambio tecnológico fue esencial. La Revolución Industrial del siglo XIX amplía la demanda de alimentos y materias primas, principalmente en Europa Occidental. (Ferrer, 2015). Esta situación histórica fue fundamental ya que le brinda la posibilidad a Europa a escapar de la trampa malthusiana. La misma sugería que las mejoras en la tecnología conllevarían inevitablemente a un aumento de la población, dejando la renta por habitante constante. Todo crecimiento económico determinaba un crecimiento de la población que a su vez reducía la renta.

La segunda industrialización se consolida después de 1870. Las nuevas tecnologías permitieron los progresos de los transportes marítimo, terrestre, aéreo y en las comunicaciones. Además, acrecienta el desarrollo de la electricidad con fines industriales, reemplaza el vapor por derivados del petróleo como fuentes de energía y la producción en masa se convierte en la gran protagonista (Comín Comín, 2011).

En referencia a la Tercera Revolución Industrial se puede hablar acerca de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, junto al inimaginable desarrollo y uso de internet. Esto dio lugar a que aquellas innovaciones permitieran el desarrollo de energías renovables y la automatización de múltiples procesos productivos.

Hoy se puede decir que estamos frente a una Cuarta Revolución Industrial, entendiéndola como un viraje en la organización de los recursos y procesos que tienen como resultado el surgimiento de nuevos avances tecnológicos como la robótica, el *machine learning*<sup>1</sup>, el *blockchain*<sup>2</sup>, biotecnologías, entre otros (Schwab, 2016). Por otro lado, da lugar a una interconexión de la maquinaria agrícola a través de software y personas, a través del uso de algoritmos y modelos de simulación predictiva, del sensoramiento, automatización y robotización de las labores de siembra, fertilización, pulverización y cosecha, generando un gran volumen de información, lo que hoy es denominado “Big Data”, “Macrodatos” o mejor conocido como, datos masivos<sup>3</sup> (Paradiso, 2017).

En la década de los 80, al introducirse la técnica de reticulado del terreno<sup>4</sup>, investigada y llevada a cabo por la Universidad de Minnesota (EEUU), se sembraron las semillas de lo

---

<sup>1</sup> El aprendizaje automatizado o aprendizaje de máquinas tiene como objetivo desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan.

<sup>2</sup> Con Blockchain nos referimos básicamente a la eliminación a los intermediarios, descentralizando toda la gestión.

<sup>3</sup> Para conocer más sobre el tema visite <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>

<sup>4</sup> División del terreno.

que hoy se conoce como agricultura de precisión<sup>5</sup>. En sus comienzos, la recolección de información era de manera manual y la aplicación principal era la dosificación de fertilizantes y la corrección del pH del suelo. Sin embargo, en Argentina, la agricultura de precisión se aplica aproximadamente a mediados de la década de los 90. En la estación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Manfredi de la provincia de Córdoba y con el apoyo inicial de algunas empresas del sector privado, lanzaron el Proyecto de Agricultura de Precisión que consolida una red de desarrollo, fabricación y adopción de herramientas y manejo de insumos y cultivos por ambiente. La adopción de dichas tecnologías impulsa a los técnicos locales a convertirse en pioneros en la producción de herramientas y maquinaria agrícola de precisión (Bongiovanni, 2003).

### **1.1 Evolución de la agricultura**

“Desde el advenimiento de la agricultura, la producción agrícola aumentó siguiendo el incremento en la demanda de alimentos por parte de la población” (Andrade, 2016).

Malthus, en su ensayo sobre el principio de la población, establece que las personas se reproducen más rápido que los alimentos al notar que la sociedad aumenta en progresión geométrica en periodos anuales mientras que la producción de alimentos no pueden aumentar más que en progresión aritmética por año. Arriba a este final dramático en caso de no tomarse las medidas necesarias de las que predice hambrunas generalizadas, imposibilidad de las personas a tener descendencia dadas las malas condiciones sociales que los esperaban en el futuro.

Si bien la población creció considerablemente, la producción alimenticia aumentó a una mayor tasa gracias a diversos acontecimientos como la revolución agrícola y la revolución industrial que constituyen claros ejemplos de innovación en la producción agropecuaria. Estos sucesos postergaron las predicciones malthusianas provocando un aumento de los rendimientos por unidad de superficie (Andrade, 2016).

Si bien la teoría de Malthus es totalmente rechazada y no se verifica en la actualidad, estos aumentos de producción estuvieron asociados con procesos de degradación del suelo, de pérdida de hábitats y de contaminación por la elevada utilización de insumos, entre los que se destacan los fertilizantes y los plaguicidas (Meadows et al., 2012).

Argentina gracias a sus favorables condiciones naturales, vegetación y suelos, es uno de los grandes líderes del sector productor alimenticio. La agricultura moderna empieza a tomar forma donde los productos principalmente exportables presentan un despegue importante mientras que la agricultura tradicional se mantenía a un ritmo mucho menor (Nogués, 2015).

---

<sup>5</sup> Según el INTA (2011) “La Agricultura de Precisión nos permite administrar los insumos en el tiempo y en el espacio, optimizar la logística de las operaciones a campo, supervisar el trabajo de los operarios, lograr buenas prácticas, manejar los riesgos de la producción, segregar productos diferenciados, proveer trazabilidad a los productos para consumo humano y documentar los insumos utilizados para cumplir con normas de protección ambiental”.

Según el Ingeniero Pagani, jefe de la agencia de Extensión Rural de Las Rosas del INTA (2019) “las herramientas de AP que más se utilizan son mapeadores de rendimiento, banderilleros satelitales y pilotos automáticos en cosechadoras, fumigadores y tractores”.

## **1.2 Etapas para la aplicación de las principales prácticas de la agricultura de precisión.**

- Recolección de datos del cultivo y de su entorno.

En esta primera etapa se debe recolectar la mayor cantidad de datos posibles y georreferenciados<sup>6</sup> para conocer en profundidad lo que ocurre a microescala. Estos pueden ser sobre la geometría del cultivo, sobre la cantidad de biomasa, sobre su vigor, sobre su estado de salud, sobre las características del suelo, etc. Para ello se utilizan sensores, observaciones visuales y muestreos convencionales a georreferenciar, principalmente con el uso de sistemas satelitales de navegación global. La recolección de datos se realiza a través de imágenes satelitales, imágenes aéreas, sensores remotos y tecnologías del Internet las cosas (IoT)<sup>7</sup>.

- Análisis y procesamiento de la información recolectada.

Una vez que todos los datos se procesan, son tratados para facilitar su interpretación y entendimiento, y para ello se utilizan todas las herramientas estadísticas y matemáticas posibles, como, por ejemplo: el mapeado o las gráficas.

- Toma de decisiones.

Al tener toda la información se deciden las operaciones de manejo agronómico que hay que realizar y la forma en que hay que hacerlo creando de esta forma las condiciones perfectas para tomar las mejores decisiones sobre el cultivo. Estas decisiones se basan en si se realiza un manejo uniforme del campo o si este presenta una variabilidad tal que sea necesario un manejo diferenciado del mismo. Eso lleva a inferir si se debe o no aplicar un cierto recurso, como fertilizantes o riego, en distintas las zonas rurales, con qué frecuencia y en qué dosis debe hacerse.

En la actualidad esta etapa es uno de los cuellos de botella de la AP y requiere de mayor investigación.

- Monitorización del rendimiento.

Al finalizar la campaña es el momento de evaluar la producción y el rendimiento final. En el caso de que sea diferenciada, es posible que se necesite utilizar las llamadas Tecnologías de Actuación Variable<sup>8</sup> que permitan que los equipos agrícolas se autorregulen para modificar las dosis de aplicación de acuerdo con la prescripción elaborada en la etapa de toma de decisiones. Esto se facilita gracias a la continua monitorización que se tiene del cultivo para poder medir el efecto inmediato y a largo plazo de sus actos y de la capacidad

<sup>6</sup> Datos ubicados sobre la superficie de la tierra.

<sup>7</sup> Para conocer más visite: <http://agriculturers.com/aplicaciones-de-iot-en-agricultura/>

<sup>8</sup> Metodologías o maquinaria agrícola capaces de llevar a cabo las operaciones agrícolas de forma específica en cada punto de la parcela.

de almacenar la información que les permite a los productores agropecuarios realizar comparaciones entre campañas.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Innovación Shumpeteriana**

Cuando Shumpeter habla del proceso de destrucción creadora se refiere a que existe un proceso de mutación industrial que revoluciona constantemente la estructura económica desde adentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos. Esto constituye al capitalismo y toda empresa capitalista tiene que amoldarse a ella para vivir. Lo que importa es la competencia que lleva consigo la aparición de artículos, técnicas, fuentes de abastecimientos y tipos de organización nuevos; es decir, la competencia que da lugar a una superioridad decisiva en el costo o en la calidad y que ataca, no a los márgenes de los beneficios y de la producción de las empresas existentes, sino a sus cimientos y su misma existencia (Schumpeter, 1944).

Esta idea de Shumpeter se conecta con la idea de la agricultura de precisión debido a que el agricultor debe hacer frente a un sector cada vez más competitivo, con requisitos y demandas exigentes, tendencias de precios cada vez más ajustados y con la exigencia de obtener alimentos con mayor calidad siendo la aplicación y adopción de nuevas tecnologías agropecuarias una obligación inmediata, una necesidad para sobrevivir (Schumpeter, 1944).

### **2.2 Escuela neoclásica**

Alfred Marshall elaboró una conexión entre la “teoría de la utilidad marginal” escrita por Karl Menger, Willian Stanley Jevons y León Walras junto a la “Economía Clásica” desarrollada por Adam Smith, David Ricardo y Robert Malthus (Chacón y Villegas, 2005).

La década de 1870 fue crucial debido a que se produce una escisión en la línea del análisis económico. La escuela neoclásica de pensamiento explica el valor de los bienes en función de la utilidad marginal, es decir, de la última unidad consumida. Manifiesta la formación de los precios no en función de la cantidad de trabajo necesaria para producir los bienes, como las teorías de Ricardo y Marx, sino en función de las preferencias de los consumidores en obtener una unidad adicional de un determinado producto. Este cambio se conoce como la Revolución Marginalita, que fue el punto de partida del nacimiento del pensamiento neoclásico (Arrieta Rodríguez, 2011).

#### **2.2.1 Economía de la Producción**

Este trabajo resalta la importancia de la producción a largo plazo. En primer lugar, debemos incorporar a nuestro análisis el concepto de isocuanta<sup>9</sup>. Un mapa de isocuantas es una representación de un proceso de producción (Frank, 2005).

La tecnología determina la forma que adoptan las isocuantas, ya que a lo largo de ellas se ve la tasa de sustitución de capital por trabajo. Un caso extremo de esta tasa de

---

<sup>9</sup> Conjunto de todas las combinaciones de factores que generan un nivel dado de producción – Definición de Robert H. Frank en Microeconomía y conducta 5ta edición.

sustitución resulta de una igualdad productiva entre una unidad de capital y una de trabajo. En este caso se trataría de sustitutos perfectos en la producción. El otro caso extremo es cuando la producción se debe realizar con proporciones fijas de insumos, es decir, para incrementarla se debe aumentar en igual proporción el capital y el trabajo (Frank, 2005).

El número que se le asigna a una isocuanta corresponde al nivel real de producción que obtenemos con una cesta de factores a lo largo de esa isocuanta. Esto nos lleva a considerar otro concepto denominado como relación marginal de sustitución técnica.<sup>10</sup> A raíz de esto se desemboca en la relación entre la RMST y los productos marginales<sup>11</sup> de los factores respectivos en un determinado punto.

$$\frac{Pmg L}{Pmg K} = \frac{\text{variación de } k}{\text{variación de } L}$$

En la teoría del productor, la isocuanta indica en qué medida está dispuesto a sustituir un factor por otro.

Una forma de encontrar la producción que maximice las ganancias es usar el análisis marginal y comparar el ingreso marginal (IMg)<sup>12</sup> con el costo marginal (CMg)<sup>13</sup>. A medida que la producción aumenta, el ingreso marginal permanece constante, pero a la larga el costo aumenta.

Si el ingreso marginal excede el costo marginal, el ingreso por vender una unidad más excede el costo en que se incurre por producirla. Si ocurre lo contrario, es decir, el ingreso marginal es menor que el costo marginal, el ingreso por vender una unidad adicional es menor que el costo en que se incurre por producirla; por lo tanto, su ganancia económica aumenta si la producción disminuye. En caso de que ambos sean equivalentes, el ingreso por vender una unidad adicional es igual al costo en que se incurre por producirla. La ganancia económica se maximiza, tanto un aumento como una disminución de la producción disminuyen la ganancia económica.

Previa a la implementación de la AP en la Argentina, se aplicaba una determinada cantidad de insumo –fertilizante- en un lote de tierra más de lo necesario (IMg inferior al CMg) y en otras, la cantidad de dosis era inferior a la que se precisaba. En ambos casos no se realizaba un uso eficiente de los recursos.

---

<sup>10</sup> Relación a la que puede intercambiarse un factor por otro sin alterar el nivel total de producción (RMST).

<sup>11</sup> Las siglas PMg hacen referencia al producto marginal que indica, según Mochón y Becker (2007), el aumento de la producción que se obtiene al añadir una unidad de trabajo más al proceso.

<sup>12</sup> Es el cambio en el ingreso total como resultado del aumento en una unidad de la cantidad vendida. Se calcula dividiendo el cambio en el ingreso total entre el cambio en la cantidad vendida (Michael Parkin y Eduardo Loría Díaz).

<sup>13</sup> Costo marginal de un bien es el costo de oportunidad de producir una unidad más del mismo, es decir, es la variación en el costo total ante el aumento de una unidad en la cantidad producida. Este costo depende de la tecnología utilizada en la producción y de los precios de los insumos. Matemáticamente se expresa como la derivada parcial del costo total respecto a la cantidad.

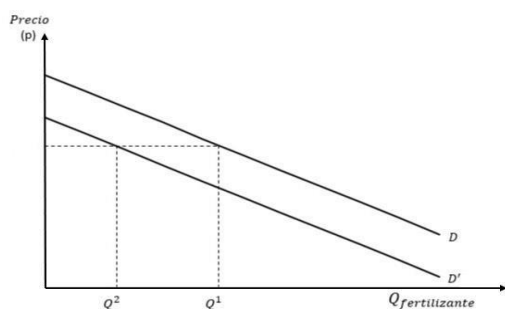
Con la implementación de tecnologías en la agricultura lo que se busca es el mayor rendimiento que se pueda sacar con el fin de lograr mayores beneficios e igualar el ingreso marginal con el costo marginal. La AP trabaja con datos para aplicar en cada sector lo más justo posible sin derrochar recursos. Para esto emplea diversos softwares que posibilitan un conocimiento de la composición de la tierra. Sabiendo exactamente qué zonas están listas para ser cultivadas, se logra un mejor uso del tiempo y de los recursos económicos ya que en teoría no habría pérdidas o espacios desperdiciados.

Según el INTA (2017), los Softwares agrícolas son una herramienta que brindan la posibilidad de calcular los costos e ingresos de los cultivos anuales, es decir, realizan un análisis de los márgenes brutos de la producción agraria. Con estos es posible introducir en el lote, datos sobre los cultivos y estimar los costos e ingresos específicos del campo.

Sus técnicas permiten satisfacer una de las exigencias clave, que es el manejo óptimo de grandes extensiones, pudiendo contribuir sustancialmente a aumentar la rentabilidad a través de un incremento del valor del rendimiento de los suelos (cantidad y calidad), del ahorro en la cantidad de insumos, o de ambos simultáneamente, permitiendo perfeccionar el trabajo del campo. En este sentido, cabe destacar que la Agricultura de Precisión si es aprovechada en todas sus posibilidades, puede generar importantes ahorros de costos vía insumos y mejor aprovechamiento de las posibilidades del suelo puede generar una mayor sustentabilidad de sus características ecológicas (Albornoz, 2006).

Cuando el IMg y el CMg se igualan según la teoría marginalista es el punto de maximización de beneficios o de ganancia. Sin embargo, con la AP lo que se quiere lograr es hacer un uso óptimo de insumos o factores (fertilizantes, herbicidas).

Un factor se demanda hasta el punto de que su precio o remuneración se iguala con el valor de su producto marginal.



Sabiendo que la demanda de los factores productivos se iguala con el valor del producto marginal del insumo y tomando como modelo al fertilizante, se arribaría al siguiente cuestionamiento: ¿Cuál es la cantidad óptima de fertilizante que debería usar el productor? La respuesta se encuentra a continuación:

$$\text{Demanda} = \text{VPmg}^{14} \text{ de fertilizantes} = \text{Precio}^{15} \text{ del producto} \times \text{Pmg del fertilizante.}$$

<sup>14</sup> Ingreso adicional que obtiene una empresa por contratar una unidad de trabajo adicional, Ceteris Paribus.

<sup>15</sup> Cuando nos referimos al precio, hacemos énfasis en el costo monetario del producto, en este caso tomamos a la soja de manera representativa, que se produce con el insumo (ejemplo: fertilizante).

Si con la implementación de la tecnología se logra aumentar el producto marginal del factor, esto provoca un incremento de la demanda del mismo y por lo tanto de su precio. A su vez, también se va a reflejar en una disminución de los costos marginales de producción, y si se supone que el ingreso marginal queda fijo<sup>16</sup>, esta medida conlleva un nuevo equilibrio que refleja el aumento de la cantidad producida.

### 3 Agricultura de Precisión

Nos preguntamos ¿A qué se conoce como tecnologías agrícolas de precisión<sup>17</sup>?

Según Ezcaray Borda (2012), “Es la utilización y aplicación de las nuevas tecnologías en pequeñas unidades de superficie (20 m<sup>2</sup>), teniendo en cuenta la diversidad del suelo, el entorno ambiental y las necesidades de las plantas con el fin de gestionar y optimizar la aplicación de insumos (semillas, fertilizantes, fitosanitarios, riego...) para obtener una producción rentable, de calidad y respetuosa con el medio ambiente”.

Según Pagani (2019) “Es una tecnología que se adoptó rápidamente en algunos ítems, como ser los mapeadores de rendimiento, humedad de cosecha, pilotos automáticos, banderilleros satelitales, y con menor adopción la recomendación de dosificación variables de fertilizantes y densidad de semillas. Otros ítems como mapas de electroconductividad de suelos, asociados a contenidos salinos, y medidores de compactación geoposicionados, son casi una exclusividad utilizada con fines de investigación”.

Haciendo un balance, se entiende que, gracias a la información proveniente de los datos recolectados, los productores agropecuarios pueden predecir el rendimiento de la cosecha o bien qué tipo de semilla es mejor para cada tipo de suelo. Además, logran ser capaces de comprender que es lo que genera variabilidad y la manera de encontrar los medios para poder remediarlo, de evaluar la adaptabilidad del proceso de producción con el fin de reducir el desperdicio que genera el mal uso de recursos y de optimizar el rendimiento y la calidad de la tierra minimizando los impactos ambientales y sus costos.

#### 3.1 Agricultura Tradicional versus Agricultura de precisión.

En este último tiempo, la población mundial se ha incrementado y con eso también la demanda de alimentos. La industria agrícola va de la mano del cambio tecnológico, incentivando el despliegue de la agricultura tradicional hacia una moderna, o, mejor dicho, hacia una agricultura de precisión. Ahora bien, ¿cuáles son las diferencias entre ambas?

- La agricultura tradicional trata todo el campo de cultivo como una superficie homogénea con necesidades similares. A esto se le suma que posee poca tecnificación y uso de la tecnología. El gasto en combustibles es muy alto debido al uso de maquinaria

---

Este precio proviene de la demanda de la soja, por eso se dice que la demanda de factores es una demanda que deriva del mercado del producto.

<sup>16</sup> Suponemos que los mercados de granos funcionan en condiciones similares a la competencia perfecta, por lo tanto, el productor es precio aceptante y su ingreso marginal es igual a su costo marginal.

<sup>17</sup> Sus siglas son AP o FP en inglés, que proviene de “Precision Farming”.

agrícola -tractores, arados y cosechadoras- para sembrar y recoger la producción. Por el contrario, la agricultura de precisión tiene en cuenta la heterogeneidad de la tierra. Incorpora la ciencia y tecnología para ser más eficiente, ahorrando recursos (tiempo y dinero) y logrando más cantidad y mayor calidad en la producción. A su vez, es capaz de maximizar la producción de cada centímetro de terreno, optimizando el uso de los recursos hídricos y naturales. Gracias al tratamiento de imágenes aéreas y junto con las técnicas de digitalización, GPS y GIS (Sistema de Posicionamiento Global y Sistema de Información Geográfica respectivamente), se puede elaborar un mapa del terreno con diferentes zonas detalladas, pudiéndose fijar la cantidad exacta de pesticida y abono a aplicar en cada zona según sus necesidades. Las técnicas de variabilidad temporal junto con los mapas de rendimiento y los costes variables permiten tomar una decisión adecuada acerca de qué zonas sería mejor no cultivar ya que producen gastos.

- La agricultura tradicional emplea banderas humanas para señalar a los aeroplanos las zonas en donde debían aplicar los pesticidas. En una entrevista realizada a Ricardo Paganí (2019) afirma que “El mayor impacto de la AP fue el banderillero satelital, que permitió eliminar métodos peligrosos como el banderillero humano o de baja eficiencia como los marcadores de espuma. El resto de los sistemas, sirven para tener mayor información y poder ser más precisos en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los cultivos, estados de lotes, identificación de situaciones complejas, etc.”
- La tecnificación del agro reduce los posibles riesgos asociados a los factores externos como los agentes climáticos y los recursos humanos. Esto deriva en una mayor producción a un menor costo y en un tiempo reducido.
- La agricultura tradicional erosiona la capa superficial de suelo, provocando la pérdida de sus nutrientes y es por eso que es necesario fertilizar la tierra en forma continua. La AP permite desarrollar una agricultura más responsable con el medio ambiente y comprometida con la sociedad.
- En la agricultura tradicional la producción era escasa y limitada porque los productores agrícolas empleaban sus propios equipos y mano de obra familiar y/o asalariada. Labraban la tierra con prácticas artesanales, arcaicas y rudimentarias. En cambio, la AP tiene una alta capacidad productiva, diseñada para responder a las necesidades de los mercados y comercializar miles de toneladas a nivel interno y externo.

#### **4 Análisis FODA.**

El análisis FODA es una herramienta analítica que indaga sobre toda la información de un negocio o de una innovación para examinar las fortalezas y debilidades de los recursos y de los obstáculos y amenazas externas (Bongiovanni, 2003).

##### **Fortalezas de la Agricultura de Precisión:**

- Altos niveles de educación de productores y de los asesores rurales.

- Productores más eficientes, know-how altamente desarrollado.
- Altas capacidades competitivas, brindando una posición de ventaja en el mercado.
- Se cuenta con mayor información de las tierras. Se recopilan los rendimientos y datos complementarios de experimentos locales.
- Mayor facilidad para analizar problemas y buscar sus soluciones. El uso de los datos del monitor de rendimiento y de otros datos georreferenciados se facilitan en Argentina porque hay menor necesidad de agrupar datos de varios campos para obtener conclusiones.
- Bajo costo de mano de obra.
- Buena adaptación de los equipos a las características de los suelos argentinos.
- Alta relación capital/trabajo.
- Debido a la similitud en los modos de producción con los Estados Unidos de América no reviste ningún tipo de dificultad a la hora de aplicar su tecnología agrícola y biotecnológica en Argentina.

### **Oportunidades:**

- Tendencia favorable en la evolución de los precios agrícolas internacionales.
- Interés internacional en el paquete tecnológico argentino.
- Aumento de la demanda mundial de alimentos.
- Fuerte apoyo científico (INTA, INTI, ACSOJA, etc..).
- Grandes multinacionales invirtiendo en Argentina.
- En el ámbito ecológico, gracias a la información brindada, existe una mejora en la implementación de los insumos (agua, fertilizantes, tierra, energía, pesticidas, etc.) en la producción agrícola, obteniendo como resultado un menor daño ambiental; también se reduce el consumo de combustible de las máquinas involucradas, reduciendo las emanaciones tóxicas.
- La agricultura de precisión puede contribuir activamente a la seguridad alimentaria. Producir más cultivos agrícolas con el aporte de estas herramientas tecnológicas, en comparación con los métodos tradicionales, ha reducido la inseguridad alimentaria. Estas tecnologías hacen que la agricultura sea más transparente al mejorar el mantenimiento de registros, la trazabilidad y la documentación de los alimentos. También mejora la generación de previsiones.
- En el ámbito cultural, los recursos humanos a utilizar serán calificados y certificados, generando en todos los involucrados en el proceso, la necesidad de capacitarse constantemente.
- Políticamente hablando, los productores ofrecerán toda la documentación precisa a las autoridades, para que estas últimas puedan tomar las medidas responsables y necesarias (subsidios y/o retenciones, importación y exportación).
- En el ámbito social se puede observar que las zonas agrícolas aisladas tendrán un incremento poblacional de gran volumen, ya que las nuevas tecnologías, junto con las grandes posibilidades que éstas brindan, provocarían que la gente no abandone sus tierras en búsqueda de oportunidades en las grandes ciudades, obteniendo un trabajo digno y con

los últimos avances, posibilitando de este modo un crecimiento homogéneo socio-cultural y regional.

### **Debilidades de la Agricultura de Precisión:**

Para hablar de debilidades es necesario hacer hincapié en los siguientes puntos:

- *Arrendamientos<sup>18</sup> y Contratistas.*

Son contratos en los que el dueño de un lote de tierra le alquila a otra persona (arrendatario) para que haga uso de esa parcela por un tiempo determinado - normalmente en Argentina son de 3 años. Esto ocasiona que el arrendatario se encuentre desmotivado a la hora de recolectar datos sobre las tierras arrendadas porque no tiene la certeza de continuar en la próxima campaña explotando un determinado lote agrícola. Si ellos alquilan las tierras por tres años, ¿Qué propósito tendrían para recolectar información por tan corto tiempo si luego le va a ser de utilidad al arrendador por diez o quince años más? Esto no es más ni menos que una cuestión de incentivos.

Con los contratistas ocurre algo similar. Según la Federación Argentina de Contratistas de Máquinas Agrícolas, estos se encargan de prestar servicios agrícolas a terceros de diferentes tipos, como son los trabajos de siembra, protección de cultivos y cosecha entre otros. Por acción del contratista rural, Argentina posee una cadena agroproductiva eficiente y competitiva no sólo en el mercado interno sino también en mercados de ultramar. Son, además, los principales inversores de maquinaria de punta e implementos para el agro. Incorporan tecnología por una cuestión de eficiencia. Sin embargo, estos actores sociales pueden afectar negativamente a la agricultura de precisión debido a que son propensos a dificultar la cosecha de datos de calidad ya que representan un problema para el monitoreo de rendimiento porque los operarios son empleados contratados por un empresario dueño de la maquinaria agrícola, que por lo general tienen un escaso nivel cultural y sin acceso a la tecnología. Sólo están motivados a cosechar la mayor cantidad de granos posible, en un mínimo lapso de tiempo, y no están necesariamente motivados para recolectar datos de rendimiento de calidad que es uno de los pilares más importantes de la AP para la generación y gestión de la información (*big data*) para la toma de decisiones de los productores.

- *Retenciones*

En nuestro país, según Aldo Ferrer (2010) las retenciones representan uno de los principales instrumentos de política económica que retienen un porcentaje determinado del total de lo producido.

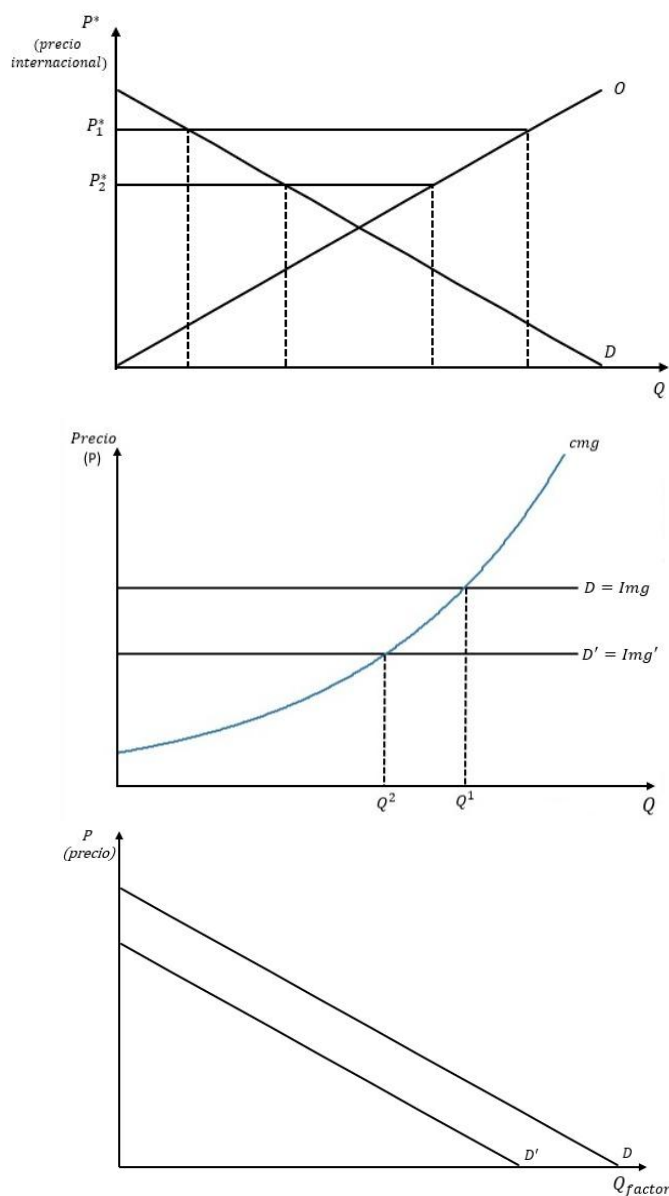
La distribución de los ingresos entre los diversos contribuyentes es un efecto directo de las retenciones, además estos tributos son utilizados también para generar tipos de cambio diferenciales, en este caso reduciendo la paridad efectiva que recibe el sector que exporta.

---

<sup>18</sup> Según un informe del Indec sobre el régimen de tenencia de la tierra el “19% del total del régimen de tenencia de la tierra equivale a los arrendamientos al 31 de diciembre del 2017” (Indec, Censo Nacional Agropecuario 2018, p. 117).

“Como equivalencia microeconómica, la traslación de su efecto hacia atrás hace que funcionen en la práctica como un impuesto a la producción con simultáneo subsidio al consumo” (Nuñez Miñana, 1998).

Suponiendo que se aplica una retención<sup>19</sup> al sector agropecuario, esto impacta negativamente sobre los ingresos del productor que para lograr compensar este efecto, reducen sus costos. Por consiguiente, optan por disminuir la inversión, impactando desfavorablemente sobre la implementación de las tecnologías de precisión. En consecuencia, baja el precio del producto (por ejemplo, la soja), disminuye el VPmg de los insumos (como el fertilizante), tecnología, etc., y aminora su utilización.



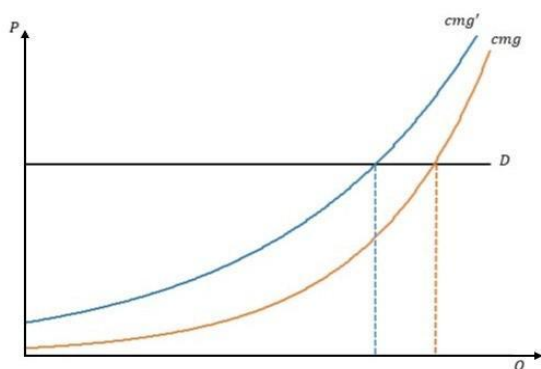
- *El IVA agrícola*

<sup>19</sup> Las retenciones disminuyen la cotización doméstica del bien claramente si suponemos que la curva de demanda externa es relativamente elástica y el país en cuestión no tiene poder de mercado y por lo tanto no influye sobre los precios externos.

Como bien sabemos el IVA es un impuesto distorsivo. Entre los efectos negativos que genera, según el artículo de “El Rural” podemos mencionar que recrudece el atraso del interior del país, ya sea en suelos como en distancias a los puertos, a su vez tampoco genera incentivos a las inversiones ni promueve la utilización de una mejor tecnología de procesos y equipos, dificultando así, la aplicación de la agricultura de precisión. Pone trabas al agregado de valor y estimula, por ejemplo, la sojización por la menor inversión del cultivo, con efectos devastadores para los suelos. Además, promueve los pools de siembra<sup>20</sup>, en contra de los productores arraigados. Y quita capital de trabajo a los productores. El impuesto al valor agregado impacta sobre los costos produciendo una menor cantidad de producto, lo que conlleva a una menor demanda de factores.

Se destaca el hecho de que el sector agrícola posee un diferencial entre lo que pagan los productores impositivamente y lo que finalmente terminan cobrando. Esto no les juega a su favor, por ejemplo, si compran tecnología deben abonarla con una tasa impositiva del 21 por ciento, sin embargo al vender el factor el venta del mismo cuando venden su producto reciben un 10.5 por ciento. Como resultado no existe incentivo alguno a incorporar innovaciones en sus procesos productivos,

Tanto las retenciones como el IVA agrícola generan una reducción de márgenes de ganancias de los productores por el impacto de la alta carga impositiva. En el gráfico siguiente contemplamos tanto el precio como la cantidad del producto, que en este caso es la soja.



El mayor costo desincentiva al productor a utilizar factor, y por lo tanto cae la demanda del mismo.

- Altos costos de inversión en tecnologías de la información, como el hardware y el software, por las diferencias del tipo de cambio y la devaluación. Generalmente la maquinaria agrícola y el equipamiento son más caros debido a los altos costes de transporte y los aranceles.

### Amenazas:

<sup>20</sup> Un pool de siembra es una asociación de inversores que tiene como finalidad la obtención de un rendimiento económico mediante una explotación agraria.

- Apreciación del tipo de cambio real (pérdida de competitividad).
- Políticas nacionales agropecuarias erráticas.

## **5 Conclusión**

El objetivo principal del trabajo es constatar si la innovación aplicada a la agricultura argentina lleva a los productores a realizar un análisis económico, con el fin de obtener un mayor rendimiento que eleve sus ganancias. Con el correr de la investigación se observó que generalmente la agricultura de precisión presenta una gran dificultad en su implementación y utilización, debido a los altos costos de la tecnología y la necesidad de capacitación de los trabajadores.

Si bien hay diversos factores que favorecen su adopción hay muchos otros que no. Entre los que generan un impacto positivo podríamos mencionar el incremento de la educación de los productores, el reemplazo del banderillero humano que exponía al obrero a métodos no salubres, la disminución o reemplazo del uso de herramientas de baja calidad, la obtención de mayor información sobre los campos y la precisión en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los cultivos, estados de lotes, identificación de situaciones complejas, etc. Por otro lado, se llega a la conclusión que la agricultura de precisión ha mejorado en muchos aspectos el bienestar de las personas y la eficiencia laboral.

En cuanto a los factores que impactan negativamente en la aplicación del paquete tecnológico agrícola pueden ser el arrendamiento de las parcelas de tierra en un periodo corto de tiempo que desincentivan al arrendatario a invertir en innovaciones, las retenciones que hacen disminuir los ingresos y por lo tanto la cantidad de insumo utilizado en un lote de tierra determinado y la implementación del IVA agrícola que causa efectos distorsivos en la producción.

En suma, crecientemente y por diversas razones, el agro argentino ha ido modificando su forma de organización en pro de incorporar herramientas tecnológicas, mejorando así las capacidades técnicas de la actividad agropecuaria.

En este marco, a pesar de los aspectos negativos se considera que la adopción de la tecnología en el agro tiene un impacto altamente positivo, aunque aún quede mucho camino por recorrer en esta rama de la actividad agrícola.

## Bibliografía

Agrofy “Cronología de las retenciones en Argentina: un repaso desde su origen en 1862” Recuperado de: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/177071/cronologia-retenciones-argentina-repaso-su-origen-1862>

Albornoz, Ignacio (2006) “Software para el sector agropecuario”. Universidad Nacional General Sarmiento.

Andrade Fernando (2016) “Los desafíos de la agricultura. Desacoplar la producción del Ambiental”. Unidad Integrada Balcarce.

Arrieta Rodriguez Enric (2011) “Si el PIB estornuda, la inflación se resfría”. España: Editorial Bubok.

Bongiovanni, Rodolfo G. (2004) “Estado actual de la agricultura de precisión en Argentina” Actas del 7mo Congreso Argentino de Ingeniería Agrícola. Buenos Aires, Argentina.

Bongiovanni, Rodolfo G. (2009) “Econometría espacial aplicada a la agricultura de precisión”. Artículo de la revista Actualidad Económica, Año XIX, n°67, Enero-Abril 2009.

Bonifazi, Damián (2020) “Arrendamientos, negociaciones actuales”. Recuperado de: <http://www.salvadordistefano.com.ar/contentFront/info-agro-6/arrendamientos-negociaciones-actuales.--2945.html>

Chacón, T. y Villegas, Y. (2005) “Convergencia económica y hechos estilizados en Venezuela 1950-95”, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.

Chartuni, E., De Assis De Carvalho, F., Marçal, D. y Ruz, E. (2007) “Agricultura de precisión: Nuevas herramientas para mejorar la gestión tecnológica en la empresa agropecuaria”, COMUNICA, Edición N°1, II Etapa, Enero-abril, 2007. Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7642/1/BVE19039933e.pdf>

Comín Comín, Francisco (2011) “Historia económica mundial: De los orígenes a la actualidad” España: editorial Alianza.

El Rural (2017) “El IVA agrícola, un impuesto distorsivo”. El Rural. Recuperado de: <https://www.elrural.com/agrogestion/actualidad-impositiva/iva-agricola-impuesto-distorsivo-14122017/>

Ezcaray Borda, Iker J. (2012) “Agricultura de precisión: elaboración de mapas de consumo y resbalamiento” Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. España. Recuperado de: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/6624/577934.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Federación Argentina de Contratistas de Máquinas Agrícolas. Recuperado de: <http://facma.com.ar/>

Ferrer, Aldo (1999), “Historia de la globalización II. La revolución industrial y el segundo orden mundial” Facultad de Ciencias Económicas, Buenos Aires, Argentina.

Ferrer, Aldo (2010) “Carta abierta a Grobocopatel”. Diario Página/12; Editorial La Página SA; ciudad de Buenos Aires. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/economia/2-151416-2010-08-16.html>

Ferrer, Aldo (2010) “Los desafíos de la economía argentina”. Pensar la Nación: Conferencias del Bicentenario. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: editorial Le Monde Diplomatique & Capital Intelectual.

Ferrer, Aldo (2015) “La economía argentina en el siglo XXI, Globalización, desarrollo y densidad nacional”. Capital intelectual, editorial.

Frank, Robert (2005) “Microeconomía y Conducta”. Madrid, España: editorial Mc Graw Hill.

Función Agropecuaria para el desarrollo de Argentina (2017). Recuperado de: <http://fundacionfada.org/informes/el-campo-argentino-en-numeros-3/>

García, E. y Flego, F., “Agricultura de precisión” C&t - Universidad de Palermo. Recuperado de: <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>

Infonews (2014) “El duro mano a mano entre Aldo Ferrer y el rey de la soja”. Recuperado de: <http://www.infonews.com/nota/162366/el-duro-mano-a-mano-entre-aldo-ferrer-y>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2007) “Una aplicación para calcular los márgenes agrícolas”. Recuperado de: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=37723>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2011) “Agricultura de Precisión, Una herramienta tecnológica en permanente expansión”. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-agricultura\\_de\\_precision\\_y\\_maquinas\\_precisas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-agricultura_de_precision_y_maquinas_precisas.pdf)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2011) “Evolución del sistema productivo agropecuario argentino”. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evolucion\\_del\\_sistema\\_agropecuario\\_argentino\\_2011.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evolucion_del_sistema_agropecuario_argentino_2011.pdf)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2018) “Censo Nacional Agropecuario 2018, Resultados preliminares”. Recuperado de: [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_preliminares.pdf)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2018) “El rol estratégico del INTA en los aportes de la Agricultura y Ganadería de Precisión Argentina con un retorno económico de 650 M/US\$ para el país que supera 3 veces el presupuesto total de toda la Institución” Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-agricultura-y-ganaderia-de-precision-octubre-2018.pdf>

John Deere. Recuperado de: <https://www.deere.com.ar/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/>

Klaus Schwab (2016) “The Fourth Industrial Revolution”. Recuperado de: [http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)

Koutsoyiannis, Anna (1975) “Microeconomía moderna”. Amorrortu, editorial.

Malthus Thomas Robert (1798) “An essay on the principle of population”, Inglaterra.

Meadows, D.; J. Randers; D. Meadows. (2012) “Los límites del crecimiento. Buenos Aires, Argentina: editorial Tauros.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. “El Contratista Rural”. Recuperado de: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/contratistas/contratista/>

Mochón Francisco y Beker Victor A. (2007) “Economía, elementos de micro y macroeconomía”. Tercera edición. Bogotá D.C. Colombia: editorial Mc Graw Hill.

Nogués, J. (2015) “Barreras Sobre las Exportaciones Agropecuarias: Impactos Económicos y Sociales de su Eliminación” Documentos de trabajo Banco Mundial, Buenos Aires, Argentina.

Nuñez Miñana (1998), Horacio “Finanzas Públicas” 2a. edición. Buenos Aires, Argentina: editorial Macchi.

Ortega Rodrigo B. y Flores Luis (1998) “Agricultura de Precisión: Introducción al manejo sitio-específico” Chillán, Chile. Recuperado de: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/42C40288498C96B78525799C0058ED51/\\$FILE/AgricPrecisionOrtega.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/42C40288498C96B78525799C0058ED51/$FILE/AgricPrecisionOrtega.pdf)

Paradiso Ana (2017) “Hacia una maquinaria agrícola conectada” Conicet, Rosario, Santa Fe, Argentina. Recuperado de: <https://www.rosario-conicet.gov.ar/ver-noticias/item/781-hacia-una-maquinaria-agricola-conectada>

Parkin, Michael y Loría Díaz, Eduardo (2010) “Microeconomía versión para Latinoamérica”, novena edición. México: editorial Pearson Education.

Pérez Ángel (2018) “La Agricultura se pone a la cabeza de la revolución 4.0” Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/213540-La-Agricultura-se-pone-a-la-cabeza-de-la-revolucion-40.html>

Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (2006.) “Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable” Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. Montevideo, Uruguay.

Proietti F. (2003) “Evaluación Económica – financiera sobre la implementación de técnicas de agricultura de precisión” Recuperado de: <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/analisis-economico/Eval-Econ-Fina-Impl-Tec-Ag-Prec.asp>

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (2006) “La aplicación de la Agricultura de Precisión: su impacto social”. Vol. 15, No. 3. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/932/93215309.pdf>

Ricardo Pagani (2019), Jefe de la agencia de Extensión Rural de Las Rosas del INTA, entrevista informal, Tortugas, Santa Fe, Argentina.

Sala Xavier I Martin (2013) “¿Qué es la tercera revolución industrial?” Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=QRVURGmj-b8>

Schenzle, C. (2014) “El arrendamiento agropecuario en la Argentina” Universidad de San Andres, Buenos Aires, Argentina.

Schumpeter, Joseph A. (1934) “The Theory of Economic Development”, Harvard University Press. “The Impact of Precision Agriculture” Recuperado de: <https://precisionagriculture.re/the-impact-of-precision-agriculture/>

Universidad de Lleida (2018) “Agricultura de precisión” Lérida, España. Recuperado de: <http://www.grap.udl.cat/es/presentacion/ap.html>