



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Titulación Grado en Enología**

**Estado Actual de la Viticultura de Precisión en  
Castilla y León y su Situación Comparativa con  
otras Regiones Vitivinícolas**

Alumno/a: Miriam Herrera Redondo

Tutor/a: Fernando Franco Jubete

Julio de 2018



Copia para el tutor/a

Lista de Figuras.....	i
Abreviaciones.....	ii
Resumen.....	1
1.Introducción .....	1
2. Antecedentes .....	1
2.1 Definición De La Agricultura De Precisión .....	1
2.2 Origen Y Evolución De La Agricultura De Precisión .....	2
2.3 Comienzos De La Viticultura De Precisión Y Evolución.....	3
2.4. Ciclo De La Viticultura De Precisión.....	3
2.5 Tecnologías Aplicables En Viticultura De Precisión .....	4
2.5.1 Tecnologías Geoespaciales.....	4
2.5.2 Sistemas De Información Geográfica Y Manejo De Datos.....	5
2.5.3 Sensores Y Técnicas Para Captación De Datos .....	5
2.5.4 Sistemas Para Gestión De Datos Y Soporte A La Toma De Decisiones .....	6
2.5.5 Tecnologías Para Aplicación Variable De Inputs y Operaciones.....	6
2.6 Aplicaciones De Viticultura De Precisión.....	6
2.7 Detalles Económicos De La Utilización De Viticultura De Precisión .....	8
2.7.1 El Mercado De Viticultura de Precisión .....	9
2.7.2 Estado De Utilización Relacionado Con Factores Económicos .....	9
2.8 Otros Factores Claves Que Influyen En La Adopción.....	10
3. Objetivos Y Plan De Trabajo .....	10
3.1 Estado Y Aplicación Actual En Castilla Y León.....	10
3.2 Comparación Con Otras Regiones Vitivinícolas.....	16
4. Materiales Y Métodos .....	16
4.1 Análisis Bibliográfico.....	16
4.2 Creación Del Cuestionario/ Encuesta .....	16
4.2.1 Desarrollo De La Encuesta.....	17
4.3 Entrevista A Exponentes En La Materia.....	17
4.3.1 Desarrollo De La Entrevista .....	17
5. Resultados Y Discusión .....	17
5. 1 Representación Gráfica Y Análisis De Los Resultados de la Encuesta .....	17
5.1.1 Género Encuestados .....	18
5.1.2 Edad De Los Encuestados .....	18
5.1.3 Nivel De Estudios.....	19
5.1.4 País Dónde Desarrolla Su Actividad Profesional.....	19
5.1.5 Profesión / Actividad .....	20

5.1.6 Superficie De Viñedo En La Que Cree Que La Viticultura de precisión Es Aplicable.....	20
5.1.7 Cómo Conoció La Viticultura de precisión/ Recibe Ofertas De Servicios /Utilidad Ofertas.....	21
5.1.8 Tecnologías Aplicables De Viticultura de precisión Conocidas.....	22
5.1.9 Uso De Alguna De Las Tecnologías .....	23
5.1.10 Opinión Sobre Viticultura de precisión .....	23
5.1.11 País Que Considera A La Cabeza En Viticultura de precisión.....	24
5.2 Análisis De Los Resultados de la Entrevista .....	24
6. Conclusiones.....	25
7. Bibliografía .....	27
ANEJO 1: Modelo de Encuestas.....	31
ANEJO 2: Resultados de las encuestas .....	40
ANEJO 3: Entrevistas a exponentes.....	42

## Lista de Figuras

Fig 1 EL proceso cíclico de la viticultura de precisión (Bramley et al, 2003) .....	4
Fig 2 Vol. De ventas de vino con DO / Informe Nielsen sobre vinos de calidad ( 2017) .....	11
Fig 3 Vol. De ventas de vino DO / Informe Nielsen sobre vinos de calidad (2017).....	12
Fig 4 Ortofoto evaluación del vigor. Izq. Ortofoto para observación de la temperatura de la vegetación dcha. (Bodega Pago de Carraovejas).....	14
Fig 5 Imagen captada por cámara de visión artificial (Bodega Matarromera).....	15
Fig 6 Aplicación vitisFlower .....	15
Fig 7 Gráfico género de los encuestados.....	18
Fig 8 Gráfico edad de los encuestados .....	18
Fig 9 Gráfico nivel de estudios .....	19
Fig 10 Gráfico país de actividad .....	19
Fig 11 Gráfico profesión/actividad .....	20
Fig 12 Gráfico superficie de viñedo .....	20
Fig 13 Gráfico medio a través conoce la Viticultura de precisión.....	21
Fig 14 Gráfico edad .....	21
Fig 15 Gráfico recepción de ofertas / Fig 16 Gráfico utilidad de oferta .....	22
Fig 17 Gráfico herramientas conocidas aplicables en Viticultura de precisión .....	22
Fig 18 Gráfico uso de herramientas Viticultura de precisión .....	23
Fig 19 Gráfico opinión sobre Viticultura de precisión .....	23
Fig 20 Gráfico país que se encuentra a la vanguardia de la Viticultura de precisión... ..	24

## Abreviaciones

VP: Viticultura de Precisión

GPS: Global Positioning System

GIS: Geographic Information System

SIG: Sistema de Información Geográfica

GNS: Global Navigation Satellite System,

DGPS: Differential Global Positioning System

RTK DGPS: Real Time Differential Global Positioning System

## Resumen

El siguiente estudio de investigación pretende analizar la situación actual de la viticultura de precisión y la comparativa de la situación entre Castilla y León y otras regiones vitivinícolas a nivel mundial. Para ello se hace una revisión desde el origen del concepto de precisión, la evolución a lo largo de los últimos años de la viticultura, así como la descripción de las tecnologías y de sus aplicaciones en el manejo de la variabilidad existente en el viñedo. Como metodología además se realizó una encuesta online a profesionales del sector y una entrevista a diferentes profesionales e investigadores especializados en la materia y de reconocido prestigio para poder valorar el conocimiento acerca del uso de tecnología en la viticultura junto con su opinión acerca de su adopción y futuro y poder subsanar la falta de datos acerca de los usos específicos de herramientas por el sector.

La viticultura de precisión tiene factores limitantes claros que afectan a la adopción por parte de los productores, existen diferencias a nivel mundial en cuanto a que países son pioneros en desarrollo y uso, pero la conclusión extraída de estudio es la importancia y la necesidad de utilizar las herramientas disponibles para maximizar los medios de producción al mismo tiempo que afianzar prácticas vitícolas sostenibles.

## 1. Introducción

Aunque el concepto de precisión en la agricultura se viene usando desde los años 70, en el caso del sector vitícola es mucho más reciente, podríamos hablar de los 90. Su implementación ha sido a lo largo de los últimos años mucho mayor, pero produciéndose de una forma mucho más lenta que en otros sectores agrarios y sobre todo si hablamos en países como España o en general en Europa debido a su arraigo a la tradición frente a países mucho más pioneros y avanzados en su desarrollo y uso como Australia o Estados Unidos. A lo largo de los últimos años se ha puesto un gran esfuerzo a nivel de investigación en cuanto a viticultura de precisión, gracias en parte a la concienciación de los productores de los beneficios que la utilización de herramientas tecnológicas puede aportar a sus rendimientos y parámetros de calidad, siendo mucho más precisos en las tareas agrícolas y debido a la preocupación asociada a los efectos provocados por el fenómeno del calentamiento global y a un mayor interés de proteger el medio ambiente.

## 2. Antecedentes

### 2.1 Definición De La Agricultura De Precisión

El punto de partida para poder analizar la situación actual de la viticultura de precisión, debe ser el estudio y análisis del comienzo del uso del término precisión en el sector agrícola.

La agricultura de precisión nace como respuesta a la necesidad por parte de los productores de minimizar los insumos, con el objetivo en mente de ser más eficientes en cuanto al trabajo, pero sin olvidar el fin de obtener siempre máxima rentabilidad, con un nuevo enfoque hacia una agricultura mucho más sostenible. (Valero, 2013) (Bramley et al., 2005) (Rawlins, 1997) y aplicando criterios cualitativos (Pierce y Nowak, 2014).

Otro de las principales preocupaciones del sector era desarrollar una agricultura que les permitiera poder interpretar la variabilidad existente en las distintas áreas de producción. Autores definieron la agricultura de precisión como el término dado a los métodos de gestión de cultivos que reconocen y gestionan las variaciones espacio-temporales en la parcela dentro del sistema suelo-planta atmósfera (Cook y Bramley, 1998).

Teniendo en cuenta esta definición en la cual coinciden muchos otros autores (Borém et al., 2000)., habría que parar a explicar y diferenciar dos conceptos fundamentales: Variabilidad espacial y temporal.

La primera expresa las diferencias de producción en una misma parcela, en una misma campaña y cosecha, mientras que la segunda refleja los cambios de la producción en una misma parcela, en distintas campañas.

Pero no solo se trata de tomar decisiones en base a rendimientos productivos, sino que también se puede realizar a partir de un conjunto de datos recogidos en un mapa, o mediante la recaudación de información en el preciso instante en que se lleva a cabo específicas acciones, utilizando para ello la información obtenida por sensores “en tiempo real” (Bongiovanni et al., 2006).

De ahí que otros autores la definan como el uso de las llamadas tecnologías de la información (Pérez et al., 2002) para la toma de decisiones de manejo, técnica, económica y ambientalmente adecuadas (García & Flego, 2014).

Se podría decir de una forma generalizada que la existencia de esa variabilidad asociada a la producción junto con la búsqueda de calidad, genera una oportunidad para implementar una agricultura de precisión (Martín, 2013) (Pierce y Nowak, 2014).

La agricultura de precisión es un concepto real y posible de realizar gracias al desarrollo de tecnologías como: Sistema de posicionamiento global (SPG), Sistemas de información geográfica (SIG), percepción remota y tecnologías de dosis variable (sensores, controladores, otros), análisis de datos georreferenciados (geo estadística, econometría espacial, análisis de múltiples factores entre otros).

ESQUEMA GENERAL AGRICULTURA DE PRECISIÓN (AGCO, 2005).

- 1- ADQUISICIÓN DE DATOS
- 2- PROCESAMIENTO, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS
- 3- TOMA DE DECISIONES: PREVENTIVAS, Y DE GESTIÓN
- 4- APLICACIÓN DE INSUMOS.

## 2.2 Origen Y Evolución De La Agricultura De Precisión

La agricultura de precisión partió con la investigación sobre la posibilidad de automatizar la maquinaria agrícola, en los años 70, junto con el uso del sistema global de navegación por satélite (GPS) en los años 90, lo cual permitió aplicar mediante la creación de equipos basados en esta tecnología, prácticas agrarias de gestión y manejo localizado. Los primeros países en desarrollar y aplicar estas tecnologías en la agricultura fueron países como Australia, Estados Unidos y Reino Unido. (Wample et al., 1999; Bramley y Proffit, 1999; Hall et al., 2002).

Otros autores como Rawlins (1997) ya exponían que esto no era un concepto tan nuevo en la agricultura, aspecto validado años más tarde por otros autores, los cuales exponían que lo que era nuevo y diferente, aportado por la agricultura de precisión no era la posibilidad de observar dichas diferencias existentes en las parcelas, las cuales ya eran conocidas por los productores, sino que gracias al desarrollo de este nuevo tipo de agricultura lo que se ofrecía al productor era la herramienta para poder identificar, cuantificar y mapear esa variabilidad (Robert, 1999), (Rawlins, 1997).

La agricultura pasó de una agricultura tradicional en la que el total de las áreas productivas eran tratadas de la misma forma, aplicando insumos con bases en valores promedios (Bongiovanni et al., 2006) a la comprensión por parte de los productores de los beneficios posibles si se hacía una micro gestión de las dichas, conociendo qué hacer, cuándo hacerlo y dónde (Bongiovanni, 2006).

Con el tiempo se ha podido ver una evolución de dicha agricultura más centrada en sus principios en el objetivo de mejorar la productividad y la rentabilidad, a una agricultura además mucho más respetuosa con el medio ambiente, siendo clave el objetivo de minimizar el impacto ambiental.

Otro aspecto que también ha evolucionado con el tiempo es el interés que el productor refleja sobre su producto, antiguamente no yendo más allá de la recolección, mientras que en la actualidad los productores no solo muestran interés por su producto en la tierra, sino que muestran interés en hacer un seguimiento en el mercado, en observar qué es lo que demanda el cliente y su opinión.

### 2.3 Comienzos De La Viticultura De Precisión Y Evolución

Si hablamos de aplicaciones dentro de la agricultura intensiva, se podría decir que el sector vitivinícola es el que se encuentra a la vanguardia tanto en el desarrollo como en la utilización de dichas tecnologías, aunque se ha producido de forma bastante lenta, teniendo a países como Australia y Estados Unidos a la cabeza (Wample et al., 1999), (Bramley y Proffitt, 1999; Hall et al., 2002).

Para elaborar un vino de calidad, es necesario que la materia prima sea de excelente calidad, la cual debe ser obtenida realizando las prácticas vitícolas adecuadas y aplicándolas de forma razonable teniendo en cuenta todos los factores de producción (suelo, patrón, variedad, clon, clima, manejo del suelo, estado hídrico de la planta, fertilización, uso adecuado de fitosanitarios, desarrollo de la vegetación, obtención de rendimientos adecuados).

La utilización de la tecnología ha ofrecido al sector vitivinícola la posibilidad de conocer nuestra parcela a un nivel más detallado, a nivel de zonas dentro de la misma y a nivel de planta para poder conocer qué necesidades y qué comportamiento tiene nuestro viñedo. Así, por ejemplo, el uso de abonos y fertilizantes será mucho más óptimo asegurando un menor impacto ambiental, mejoraremos criterios cualitativos y obtendremos mejores y más económicos rendimientos.

Las razones por las que se cree que el sector vitivinícola ha invertido tanto en este tipo de viticultura serían las siguientes:

La disposición en la que se encuentran plantadas las vides, de forma constante a lo largo de su ciclo de vida, permite la colocación de sensores de forma individual, permitiendo tener puntos de muestreo georreferenciales (Arnó et al., 2009). Esto permitirá la realización de una colección de datos comparables a lo largo del tiempo, permitiendo el estudio y análisis de la variabilidad espacial dada en los diferentes viñedos (Bramley, 2000). Su naturaleza perenne la cual asegurará que dicha variación de rendimiento, seguirá un patrón de comportamiento de un año al próximo.

Otro de los motivos de gran peso que habría influido en la incorporación de técnicas de viticultura de precisión sería que el producto final es uno de los productos agrícolas con mayor rango de precios en función de su calidad (Baguena y Barreiro, 2011).

Además, es bien conocido que la industria del vino persigue la búsqueda de la excelencia en cuanto a la calidad de su materia prima, permitiéndole ser competitivo y diferenciarse del resto de productores en el mercado. De ahí que nazca la necesidad de diferenciar zonas por criterios de calidad dentro de una misma parcela, para poder elaborar vinos diferenciando la calidad de la uva, siendo uno de los aspectos que despierta mayor interés en el sector.

### 2.4. Ciclo De La Viticultura De Precisión

El proceso de trabajo en Viticultura de Precisión (proceso cíclico (Proffitt et al., 2006), consta de los siguientes pasos:

PASO 1: Localizar y desarrollar mapas de parámetros de producción como vigor, rendimiento y calidad.

PASO 2: Reconocer y cuantificar la variabilidad de los factores de la producción anteriormente citados.

PASO 3: Interpretación y análisis de los datos obtenidos en el paso dos, para poder tomar decisiones.



PASO 4: Implementación del plan de gestión o manejo del viñedo específico y localizado en función de las distintas zonas o unidades de manejo.

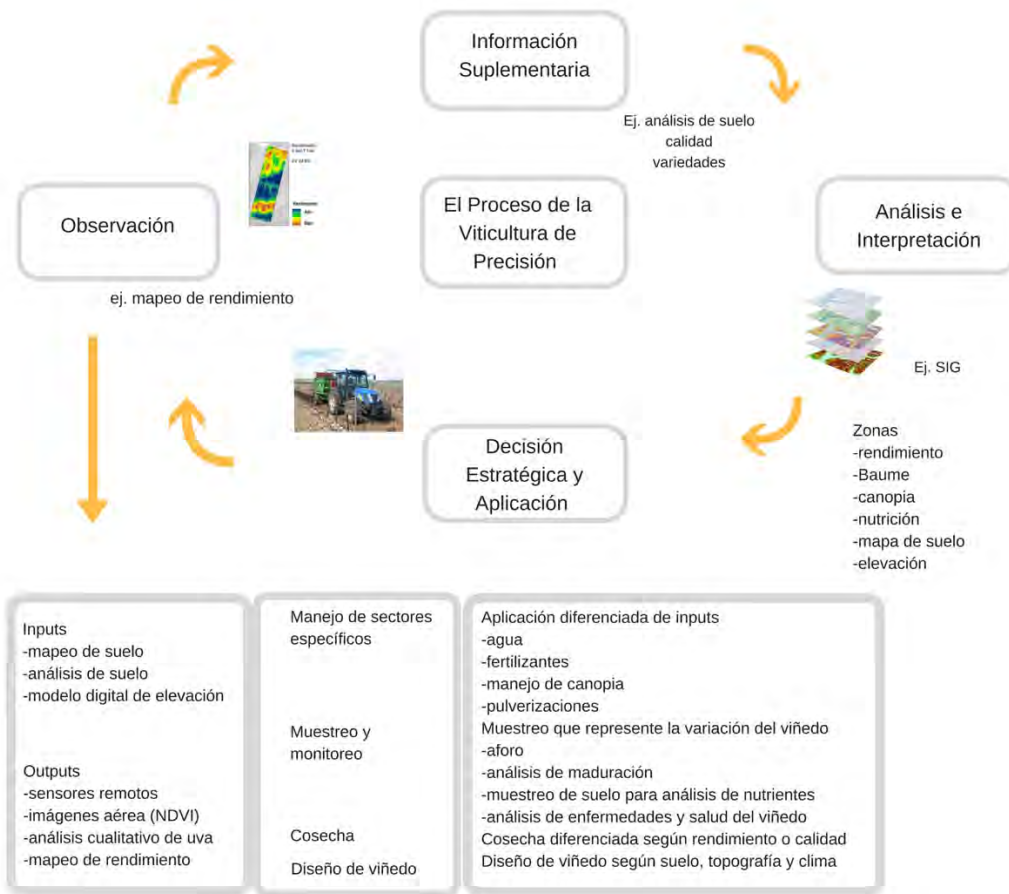


Fig 1 EL proceso cíclico de la viticultura de precisión (Bramley et al, 2003)

## 2.5 Tecnologías Aplicables En Viticultura De Precisión

Aunque la viticultura de precisión sigue siendo un concepto bastante nuevo, existe una amplia gama de herramientas a utilizar basadas en estos fundamentos: (Martin, 2009)

- Sistemas de posicionamiento global (GPS).
- Sistemas de información geográfica (GIS).
- Sensores y técnicas para captación de datos.
- Sistemas de gestión de datos y soporte para toma de decisiones.
- Tecnologías para aplicación variable de inputs y operaciones.

### 2.5.1 Tecnologías Geoespaciales

Uso de sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS), siendo el sistema de posicionamiento global (GPS) el más utilizado. Gracias a estos sistemas obtenemos información acerca de la posición en tres dimensiones: elevación, latitud y longitud, a partir de las cuales podremos desarrollar mapas de precisión, más o menos precisos en la geolocalización en función del tipo de GPS utilizado. (Tisseyre y Taylor, 2008).

Los tipos de GPS más utilizados en la viticultura son:

-GPS diferencial (DGPS) y el (RTK DGPS) navegación cinética satelital en tiempo real. Estos son usados en trabajos de nivelación del terreno o en el diseño y ejecución de plantaciones (Tisseyre et al., 2007), (Basso et al., 2007).

### 2.5.2 Sistemas De Información Geográfica Y Manejo De Datos

Los sistemas de información geográfica, SIG o GIS (Geographic Information System), son sistemas de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada (Yuste, 2013). Si se habla en relación a la viticultura, los sistemas de información geográfica son programas informáticos para la gestión y la visualización de datos georreferenciados, capaces de generar mapas superponibles (Basso et al., 2007).

### 2.5.3 Sensores Y Técnicas Para Captación De Datos

Aquí se engloban una amplia variedad de sensores (ópticos, electroquímicos, mecánicos) y de técnicas para la obtención de datos.

Si nos referimos a la realización de mapas de rendimientos, hablamos de la utilización de máquinas vendimiadoras equipadas con GPS y con sensores de carga o de volumen. Si hablamos de la obtención de datos en el campo, existen ciertas variables que no dan más opción que llevar a cabo conteos de forma manual, lo cual refleja claramente el interés de poder disponer de sensores bien portátiles o bien fijos, para así conseguir datos procedentes de medidas realizadas en tiempo real, con mayor frecuencia, y no destructivas.

Gracias a estos sensores, se podrán medir aspectos claves de la variabilidad existente en el suelo, pH, características como textura, profundidad, contenido en materia orgánica, nutrientes, conductividad eléctrica etc.

Uno de los sensores de mayor aceptación es el utilizado para medir la humedad del suelo, sondas TDR o sensores de capacitancia para realizar un riego más efectivo.

Sensores inalámbricos son utilizados a la hora de controlar parámetros meteorológicos (variabilidad espacial), tan influyentes en el fenómeno de maduración al igual que para un mejor control de enfermedades y plagas.

Cuando se quiere realizar medidas de parámetros fisiológicos de las plantas como, potencial hídrico, contenido foliar en clorofila, índice de área foliar, hablamos del uso de sensores portátiles, sensores remotos terrestres (termografía, reflectancia) permitiendo realizar medidas continuas a lo largo del lineo de la parcela.

En vez de utilizar imágenes tomadas por satélite o en aviones se utilizan también sensores para determinar índices de vegetación y así realizar mapas de vigor sin tener que recurrir a imágenes tomadas desde avión o desde satélite. La denominada "visión artificial" o interpretación automática de imágenes obtenidas con cámaras de video, está experimentando un desarrollo notable en los últimos años (Martin, 2009), (Yuste, 2013). Y no hay que olvidar la atención que se pone al control de la calidad de la materia prima, de la uva, controlada de forma más común mediante muestreos y posteriormente análisis en laboratorio, siendo procesos bastante largos y de altos costes. Hoy en día cada vez se utilizan más aparatos no intrusivos que nos permiten tomar datos en tiempo real.

Aquí hablamos de analizadores de imágenes que proporcionan datos sobre tamaño y color de las bayas, espectrofotómetros portátiles que trabajan en el rango visible (300-700 nm) estimando el contenido de antocianos y el índice de polifenoles totales, o en el infrarrojo cercano (700-2000 nm) o NIR para hacer una estimación de la concentración de azúcares o ácidos en el mosto. También se utilizan sensores detectores de diferentes sustancias importantes para determinar si hay un posible ataque de Botrytis, como ácido glucónico y glicerina.

Gracias a estos sensores podemos hablar de microzonificación y nos permiten diferenciar calidades en la entrada en bodega (Best et al., 2011).

#### 2.5.4 Sistemas Para Gestión De Datos Y Soporte A La Toma De Decisiones

Para poder analizar todos esos datos obtenidos se utilizan herramientas como la geoestadística, la regresión múltiple y análisis multidimensionales entre otros. Es clave que una vez recolectados los datos y realizados los mapas se interprete las causas que han provocado esa variabilidad (Whelan y McBratney, 2000). A continuación, habrá que hablar del momento de tomar decisiones en función de las conclusiones extraídas para lo cual se utilizan programas de soporte informáticos. Otro aspecto fundamental es estudiar la viabilidad económica que supondría un manejo más localizado o parcelario. Aspectos como la fluctuación del precio de la materia prima o el tamaño pequeño de las parcelas no haría rentable a día de hoy el uso de ciertas herramientas tecnológicas. Mediante el uso de las anteriores tecnologías, se consigue obtener datos espaciales sobre el sistema productivo que ayuden o faciliten la toma de decisiones y asegure una mejor eficacia en el trabajo. Es muy importante el papel de los sistemas de gestión o de apoyo, para poder analizar esos datos, ponerlos en contexto, sino solamente se estaría hablando de datos, muchos datos recogidos en mapas, pero no siendo útiles (Basso et al., 2007).

Es este hecho, el desarrollo de sistemas de apoyo uno de los factores que han podido suponer un freno en la adopción de VP, ya que estos han sufrido un menor desarrollo frente el avance que han experimentado las tecnologías.

Tenemos que diferenciar dos conceptos relacionados con la información y su gestión: Big Data y Business Intelligence.

Big Data nos permite tratar un gran volumen de datos, que se reciben a una velocidad muy alta. Con esta información, las herramientas de Business Intelligence nos permiten realizar análisis predictivos y avanzados, que ayudan en la toma de decisiones estratégicas en función de una predicción de comportamiento basada en datos tomados en tiempo real y que nos permiten reducir el umbral de error. Es decir, son términos complementarios.

#### 2.5.5 Tecnologías Para Aplicación Variable De Inputs y Operaciones

Las decisiones ya tomadas deben ser llevadas a la práctica a través de un plan de actuación, utilizando las tecnologías de aplicación variable que dispuestas en la maquinaria agrícola y con la referencia del GPS, son capaces de poner en marcha o apagar un dispositivo, dosificar un producto en cada punto, etc. (Martin, 2009), (Yuste, 2013).

### 2.6 Aplicaciones De Viticultura De Precisión

La viticultura de precisión se implanta en base a tres objetivos muy concretos: diseño del viñedo, gestión del cultivo y selección de materia prima (Lissarrague y Yuste, 2010). Si hablamos en relación al primer objetivo: el diseño de viñedo, lo ideal sería realizar mapas con las características del suelo previamente a una nueva plantación para así ser más selectivos en aspectos de máxima importancia como el portainjerto, clon, densidad de plantación, disposición del riego entre otros.

En cuanto a gestión del cultivo podemos hablar de múltiples aplicaciones, siempre teniendo como objetivo un manejo diferenciado, permitiendo a los productores bien minimizar la variabilidad existente a nivel cualitativo o de rendimientos o bien aprovechar dicha variabilidad para mejorar la calidad de la uva y por consiguiente el producto final: el vino.

1- Realización de muestreo mediante una zonificación previa lo cual mejoraría la eficiencia de las estimaciones en cuanto a madurez de la uva, estado nutricional incidencia de plagas y enfermedades, etc.

2- Manejo del riego mediante mapas del estado hídrico de la vegetación a partir de imágenes de infrarrojo o de temperatura del follaje (Gurri, 2013). Mediante la realización de mapas de vigor en base al tamaño de la superficie foliar (superficie transpirante por la cual se produce la pérdida de agua en la planta) se puede estimar las necesidades de agua de cada zona, definir sectores de riego, dosis frecuencias de aplicación. Otra manera de tener una idea de la cantidad de agua disponible en la planta es a través de la medición de la conductividad eléctrica, ya que relaciona la infiltración y el drenaje de forma directa (Best et al., 2011).

Teniendo en cuenta esta variabilidad, el aporte de agua será más efectivo permitiendo un menor gasto innecesario de los recursos naturales, consiguiendo un rendimiento y una calidad mucho más estable dentro de las parcelas.

3- Si hablamos de aplicación de herramientas de precisión tenemos que hacer referencia al sector de la fertilización, con el fin de mejorar los niveles nutricionales de las plantas al igual que la mejora y mantenimiento de las propiedades físico- químicas y biológicas del suelo (Ubalde, 2005).

4- Uso de sensores ópticos para detectar la presencia de malas hierbas antes de realizar los tratamientos con productos, lo cual supondría un gran ahorro en producto. Los fitosanitarios se aplican utilizando sistemas denominados inteligentes, los cuales aportan la cantidad necesaria en función del contenido foliar o del estrés que sufran las plantas.

5- Posibilidad de hacer una trazabilidad del producto: el uso de VP permite registrar información (tiempos de funcionamiento de las máquinas, área cubierta, velocidad) así como la salida de cualquier actividad (por ejemplo, velocidad de flujo de pulverización, revoluciones de cuchillas de poda, etc.). Información muy importante para poder asegurar aspectos como condiciones ecológicas, cumplimiento de la huella de carbono, origen específico, etiquetas de calidad y de esta manera cumplir las legislaciones pertinentes, cada vez más estrictas.

6- Imágenes de teledetección: Mediante sensores remotos, los cuales pueden actuar desde satélites, drones (Proffitt, 2005), (Johnson et al., 2001; Nemani et al., 2001; Hall et al., 2003; Zarco-Tejada et al., 2005; Dobrowski et al., 2005; Martin et al., 2007; Rodríguez-Pérez et al., 2007) se puede registrar la variabilidad espacial de factores agronómicos, fisiológicos y cualitativos, sin la necesidad de tener sensores en contacto directo con la planta. Una de las aplicaciones más utilizadas por los productores es la obtención de imágenes aéreas y de satélite para calcular índices de vegetación (Rodríguez-Pérez et al., 2007), el más común es el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), relacionados con Índice de área foliar (LAI) (Johnson et al., 2003), peso de poda anual (Dobrowski et al., 2003) u otros parámetros de la vid (Lamb et al., 2004). Y últimamente utilizando el índice PCD (Plant Cell Density).

Para calcular ambos dos índices se utilizan los valores de reflectancia en las bandas visibles del rojo (R) y del verde (G), y la reflectancia en el infrarrojo próximo (IR), tal como muestran las expresiones siguientes:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad PCD = \frac{IR}{G}$$

Se obtiene un valor adimensional, el cual se podrá relacionar directamente con el vigor vegetativo, pudiendo elaborar mapas los cuales nos servirán para calcular previsiones de kilos en el viñedo, evaluar cualitativamente la uva, así como analizar estado nutricional e hídrico de la planta y el estado sanitario (Martín et al. 2007).

7- En cuanto al tercer objetivo: la selección de la materia prima, una de las aplicaciones de la VP es la vendimia selectiva, lo cual aseguraría diferenciar las calidades de la materia prima y por consiguiente del producto final, el vino. Esto ha desencadenado que la industria de maquinaria agrícola haya diseñado vendimiadoras capaces de detectar distintos parámetros cualitativos (concentración de azúcares, acidez, presencia de Botrytis), marcados por los productores para hacer una recolección diferenciada.

## 2.7 Detalles Económicos De La Utilización De Viticultura De Precisión

La viticultura es una actividad cuyo análisis económico es extenso, mayormente definido por un gran rango de variables que afectan tanto a costes como precios. Esto es un común denominador para la industria de vino como para la producción de uva en general.

Numerosos autores han estudiado el aspecto económico del uso de técnicas de agricultura de precisión (McBratney et al., 2005), no encontrando la relación entre los beneficios y los costes de forma decisiva en algunos cultivos específicos (Plant, 2001), pero si han corroborado claramente que la VP ofrece numerosas posibilidades (Proffitt y Hamilton, 2001; Ortega et al., 2003; Bramley et al., 2005b).

En el caso de uva para vinificar es aún más complejo, ya que una vez transformada en vino, se convierte en un producto más difícil de comparar con otros, y el concepto de calidad pasa a ser más complejo de definir. Esto, sumado a que el mercado del vino está sujeto a una mayor cantidad de variables (Maynard 2015), dificulta aún más un sistema común para el análisis económico de dicha producción y sus variables.

Tradicionalmente el manejo de un viñedo ha sido homogéneo (Maynard 2015.) Como se ha determinado en puntos anteriores, la viticultura tiene como descriptor importante la variabilidad. Esta variabilidad se manifiesta en los procesos a través del tiempo, llamada variabilidad temporal, así como la variabilidad espacial expresada en variedad de parcelas, cultivares, zonas, etc.

Cada campaña tendrá efectos climatológicos que afectarán el resultado. Los productores establecen parámetros característicos de una zona, pero estos luego se ven afectados por contingencias impredecibles (ej. mayores precipitaciones, heladas, granizo, etc.) Este concepto de variabilidad da complejidad al análisis económico además de ser uno de los justificantes de la existencia y necesidad de la viticultura de precisión.

El manejo de información sobre el estado actual y futuro de un viñedo ayudaría al productor a manejar tanto insumos como trabajo a realizar en los mismos. Es por esto que el desarrollo y aplicación de la viticultura de precisión como método de recolección de información fue necesario.

La cuantificación económica de la utilización de la VP tanto en España como en el resto del mundo no es una cuestión fácil. La ecuación económica suele conllevar resultados de rendimientos, en relación con precios de venta y costes de mantenimiento. El caso se convierte más complejo si la uva a producir es para vinificar, donde hay un componente cualitativo a tener en cuenta. En el caso de estos productores, se establecen ciertos parámetros cualitativos para determinar el precio resultante (ej. azúcares, polifenoles, etc.)

Otro aspecto a comentar es la necesidad de constancia a través del tiempo en la recolección de datos sobre parcelas (Bramley, 2001) para poder establecer patrones de

comportamiento de los mismos. Estas constancias solo se pueden apreciar en escasas bodegas (productores).

Una aclaración muy importante a realizar es que la VP es una herramienta que fortalece la toma de decisiones.

El valor económico de dichas decisiones es el que deberá ser analizado en profundidad por el productor para establecer su conveniencia. La viticultura de precisión da la posibilidad de la uniformidad cualitativa del viñedo y por ende la potencialidad de elevar la calidad resultante de los vinos.

### 2.7.1 El Mercado De Viticultura de Precisión

Según datos recogidos del “Precision Viticulture Market Outlook 2017” se establece que el mercado total de servicios en el 2017 corresponde a 1,015 millones de dólares y se espera un crecimiento sostenido debido a una mayor utilización por parte de nuevas empresas, llegando a un total de mercado estimado de 2400 millones de dólares aproximadamente para el año 2026. Estos datos reflejan la utilización de tecnologías para viticultura específicamente.

### 2.7.2 Estado De Utilización Relacionado Con Factores Económicos

La viticultura de precisión, representada por el uso de diversas tecnologías y metodologías, muestra un estado de incremento de adopción a través del tiempo.

Los factores para el incremento de la adopción de VP y la expansión del mercado no solo están justificados en la búsqueda de calidad de uva, sino también en la intervención gubernamental en el apoyo para dicha adopción. Se estima además que la principal razón por la cual no se aprecia un crecimiento más acentuado es la necesidad de grandes inversiones de capital para la adquisición de nuevas tecnologías. Otro punto que frena el crecimiento de VP es el desconocimiento técnico de ciertas tecnologías por parte de los productores.

Además, la mayoría de los productores que optan por la utilización de la viticultura de precisión, adoptan pocas de estas tecnologías, incluso solo una con lo cual el desarrollo de la VP es notoriamente lento.

Otro aspecto a tener en cuenta es que los productores destinan sus fondos de inversión y fondos operativos a generar producción. El establecimiento de las cantidades se puede determinar por una simple ratio de retorno de inversión. Es aquí donde la falta de estudios económicos que demuestren el retorno en inversión en VP hace difícil la adopción de dichas tecnologías para algunos productores (Maynard, 2015). Bramley y Lamb (2003) mediante su investigación expone que el uso de herramientas de VP supondría unos costes adicionales si se considera un periodo de tiempo de aproximadamente 5 años de entre un 0,5 y 2% de lo que se recibiría por el rendimiento obtenido. Este aspecto (Valero, 2004), cree que ha sido claro para que en países como España hayan comenzado a plantearse positivamente la VP en cultivos considerados como de alto rendimiento, como es el caso de la viticultura destinada a la obtención de uvas para vinificar.

Es importante recalcar que otro aspecto que lleva al freno de la utilización de VP es el cambio que representaría en los trabajos de campo para los viticultores. Esto implica la adopción de nuevas formas de trabajo, entrenamiento y aprendizaje del personal, y hasta incluso utilización de equipos diferentes para las tareas de viñedo, con el impacto económico correspondiente.

## 2.8 Otros Factores Claves Que Influyen En La Adopción

No obstante, la adopción se considera a nivel mundial un tanto limitada debido a varias razones:

1- La no confianza mostrada en general por los agricultores, reticentes a adoptar cambios tan drásticos (Lamb et al., 2008).

2- Otros autores como Cook y Bramley (1998) y Lamb et al., (2008) recalcan la diferencia de percepción en cuanto a VP entre el mundo de la investigación y los propios agricultores debido en gran medida a que la adopción de nuevas tecnologías las cuales los investigadores están convencidos de su utilidad en el futuro supone a día de hoy de una gran preparación para poder entenderlas y ser capaces de usarlas correctamente. (Matese et al., 2015) (Martin, 2009).

3- Más factores que influyen en la utilización es la incertidumbre que aún existe sobre la superficie adecuada para dicho uso de tecnologías, junto con el hecho más que visible si se hace un análisis del sector de que son las empresas privadas las que llevan la iniciativa y muestran el mayor interés en la VP, sobre todo productores con amplias superficies de viñedo, con los recursos económicos suficientes para hacer frente a la inversión y costes asociados (Arnó et al., 2009).

4- La carga de información que se ha conseguido con el comienzo de uso de herramientas de precisión y la falta de preparación de los profesionales para poder comprender en conjunto la misma y poder aplicar las técnicas agrícolas consecuentemente es otro factor determinante (Lamb et al. 2008).

5- La intervención de organismos de promoción es un factor fundamental para el desarrollo de tecnologías y la creación de conocimiento. Así mismo la introducción por universidades de programas en viticultura de precisión, análisis de datos e ingeniería tanto en software como en hardware son factores de apoyo al desarrollo y adopción de VP.

Un ejemplo a seguir sería el de “Le Mas Numerique”, un trabajo en conjunto de la universidad SupAgro, Montpellier y varias empresas especializadas en el desarrollo de tecnologías y metodologías para la mejora de la viticultura y la vinificación, entre ellas Pellec, Vivelys, SMAG y otros. Este proyecto busca desarrollar el conocimiento de la interoperabilidad (capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos) en la aplicación de VP, con un ejemplo concreto y real establecido en Domaine du Chapitre, Montpellier.

La falta de estadística y censo de utilización a través de organismos interesados explica la dificultad para corroborar una tendencia de adopción por parte de productores en distintas zonas. Consultando tanto a universidades como organismos oficiales ITACYL los cuales han corroborado esta falta de información.

## 3. Objetivos Y Plan De Trabajo

### 3.1 Estado Y Aplicación Actual En Castilla Y León

A nivel mundial uno de los aspectos que mayor crecimiento experimentará será monitoreo climático y su predicción. Un aspecto de suma importancia a la hora de planificar distintos aspectos relativos al trabajo de viñedo.

En cuanto a tecnologías, los sistemas de posicionamiento y guía son los que acaparan el mayor segmento del mercado (Precision viticulture market outlook, 2017) y los cuales continuarían su expansión al ser no solo los que la mayoría de productores reconocen sino además los que cuentan con el más fácil acceso para todos (ej. GPS en móvil). En estos sistemas incluimos GPS (Sistema de posicionamiento global) y GIS/SIG (Sistema de información geográfica). Estos sistemas son los que facilitan (sobre todo cuando son utilizados en combinación) el reconocimiento de la posición de parcelas y el manejo de las mismas. Un ejemplo muy frecuente es la utilización de estos para la plantación de cepas.

En cuanto a servicios, si bien hay un desarrollo amplio de tecnologías y aplicaciones de las mismas, el que verá el mayor desarrollo serán aquellos que ofrezcan una mayor integración y análisis para la interpretación de la información.

En cuanto a España, zonas como Rioja, Galicia, Cataluña y Castilla León sobre todo son las que más esfuerzos tanto a nivel de investigación y de implantación de VP están realizando.

Castilla y León es considerada como una de las regiones de mayor prestigio y reconocimiento por la elaboración de vinos de una gran calidad.

La superficie de viñedo en España es de entorno a los 967.000 ha (OIV), de las cuales casi el 7 % corresponde a las que se encuentran en Castilla y León.

Castilla y León agrupa doce denominaciones de origen protegidas (DOP) y dentro de estas, nueve denominaciones de origen: Ribera del Duero, Cigales, Rueda, Toro, Bierzo, Arlanza, Arribes, Tierras de León y Tierra del Vino de Zamora, y a ellas se suman las tres denominaciones como vinos de calidad: Sierra de Salamanca, Valtiendas y Valles de Benavente.

Recogiendo la información del informe Nielsen, se puede ver que Ribera del Duero y Rueda son las denominaciones de origen con mayor cuota de mercado después de Rioja que se encuentra a la cabeza, contando con otras 4 denominaciones de origen de Castilla y León entre las 15 mejor valoradas.

	Año 2015	Año 2016	Año 2017
Rioja	33,7	33,2	32,2
Ribera Duero	9,9	10,6	10,9
Rueda	10,3	10,3	10,3
Valdepeñas	7,3	6,9	6,4
La Mancha	5,7	5,6	5,9
Navarra	5,2	4,6	4,5
Rias Baixas	2,6	2,7	3,0
Cariñena	2,5	2,5	2,2
Penedés	2,6	2,3	2,2
Ribeiro	2,1	2,2	2,2
Resto	18,0	19,1	20,3
Bierzo	1,0	1,0	1,0
Toro	0,7	0,8	0,8
Cigales	0,5	0,7	0,7
Tierra de León	0,6	0,5	0,6

Fig 2 Vol. De ventas de vino con DO / Informe Nielsen sobre vinos de calidad ( 2017)



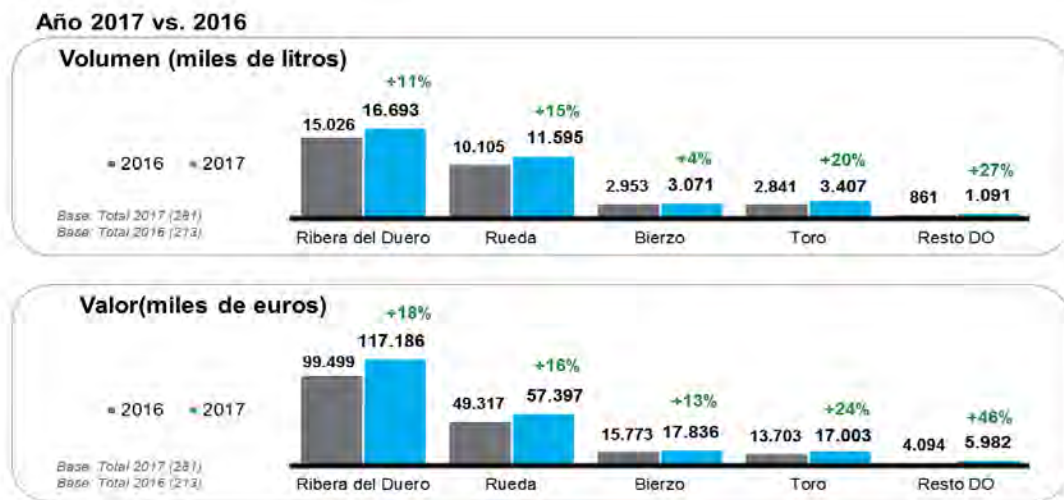


Fig 3 Vol. De ventas de vino DO / Informe Nielsen sobre vinos de calidad (2017)

El sector vitivinícola de Castilla y León ha experimentado una revolución y una necesidad de desarrollo e innovación en los últimos 10 años.

Claramente el desarrollo mayor se ha producido entorno a la modernización de las bodegas, a la enotecnia y a la comercialización olvidando o teniendo como asignatura pendiente el viñedo.

Haciendo un análisis del estado actual y teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto en cuanto a VP, poder analizar el estado en Castilla y León no resulta fácil a nivel estadístico o a niveles oficiales de información, lo cual corrobora el hecho de que son las empresas privadas las que muestran más interés y quienes apuestan e invierten cada vez más por el uso de este tipo de herramientas, si bien cada vez es más frecuente que las administraciones públicas también muestren su respaldo apoyando proyectos de investigación.

Estas herramientas son utilizadas sobre todo dentro de las D.O con mayor prestigio y reconocimiento. Dado que la VP requiere como ya se ha mencionado de una gran inversión económica, se puede deducir que la mayor utilización se encuentre en D.O que muestran el mayor retorno económico como pueden ser Ribera del Duero o Rueda. Esto es un parámetro meramente indicativo, lo cual no excluye al resto de D.O de la adopción y muestra de interés sobre VP, pero si es un factor limitante.

Siguiendo esta línea de pensamiento, se demuestra que son las bodegas de un volumen medio -alto de producción y/o aquellas cuyos productos finales superan la media de precio de la región por ser productos de calidad, las más involucradas en la adaptación a las nuevas tecnologías. Habría que recalcar que generalmente cuando hablamos de parcelas de superficie relativamente pequeña la variabilidad que experimentan es más fácil de apreciar, de conocer, lo cual hace que no sea de tan interés el uso de VP en productores muy pequeños. Mientras que si hablamos de bodegas que tienen una superficie de viñedo grande surgen preguntas como la siguiente: En una finca de tantas hectáreas, que cuenta con distintas parcelas, ¿por cuál de todas empezar a trabajar si todo cambio parece que pasa al mismo tiempo?

Partiendo de que la utilización de VP es muy reciente en España y por lo tanto en Castilla y León y teniendo presente el cierto grado de desconocimiento existente por los profesionales acerca de su uso, son relativamente pocas bodegas o productores que arriesgan y apuestan por adentrarse en lo que se conoce como la Industria 4.0, la digitalización, no solamente en viñedo sino también a nivel de vinificación. Son bodegas capaces de asumir una gran inversión, bodegas que cuentan con un grupo de I+D formado, bodegas que colaboran con proyectos de investigación. Son esas bodegas más pioneras las encargadas de abrir las puertas de estas tecnologías con sus

resultados positivos a bodegas más reticentes, a bodegas o productores mucho más pequeños.

Muchas de estas bodegas pioneras en cuanto a innovación aprovechan además el uso de VP, de tecnología en su día a día para agregar un valor añadido a su producto, este valor agregado se ve potencializado por la imagen generada de la empresa o marca.

Dentro de los que se consideran pioneros en innovación en VP en Castilla y León cabe destacar el papel de bodegas o grupos como: Matarromera, Emilio Moro, Torres, Protos o Pago de Carraovejas bodegas conocidas por su esfuerzo en buscar una mayor eficacia y alcanzar la excelencia en sus productos.

Todas estas bodegas han desarrollado durante los últimos años sistemas de gestión integrado de sus viñedos mediante el uso de distintas herramientas, técnicas y tecnología (Viticultura de precisión) donde podemos hablar de sensores inalámbricos, imágenes satélites o drones.

El principal objetivo de estas bodegas y pudiendo generalizar al conjunto de empresas que utilizan herramientas de precisión es el ahorro de costes en fitosanitarios, fertilizantes, hacer un mejor manejo del riego, (respeto medioambiental) así como facilitar la toma de decisiones importantes en cultivos con variabilidad, delicados y especiales como lo es el viñedo, lo que al final se traduce en una optimización de la gestión de los cultivos.

Lo que más se está usando en la comunidad autónoma actualmente por parte de las bodegas es una combinación de drones y cámaras con imagen multispectral e infrarroja para el análisis de vigor de las plantas, (calculados a partir de datos como la cantidad, estado de desarrollo de la vegetación, índice de área foliar). A partir de estos los técnicos son capaces de obtener un mapa de vigor lo cual permitirá relacionarlo con parámetros como el estado sanitario, presencia o no de estrés hídrico, actividad fotosintética y contenido de antocianos, todos ellos factores indicativos sobre la madurez y cualidades cualitativas de la uva, permitiendo así realizar zonificaciones para poder tomar una decisión de momento de vendimia más óptima, diferenciada por calidades, o poder saber con una mayor precisión la aplicación de abonos, fitosanitarios y realización de tareas agrícolas de interés durante el ciclo de la vid. Junto con la utilización de sistemas de posicionamiento global (GPS) para diseño y plantación de viñas.

Además de empezar a utilizar sistemas de Big Data y Business Intelligence, así como adquisición y desarrollo específicos de plataformas que permita a los técnicos de campo tener a mano todos esos datos recogidos en tiempo real directamente desde el campo, mediante utilización de aplicaciones móviles.

Otra tendencia que se aprecia es la creación de proyectos de desarrollo e investigación donde colaboran distintas instituciones públicas, junto con Bodegas y empresas de servicios y tecnología como el programa Global Viti, Vine Robot, VIneScout.

Algunos de los ejemplos desarrollados por bodegas son:

- El proyecto desarrollado conjuntamente de la Familia Torres y el IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Cataluña), llamado “Vitis Agrolab” con objeto de promover la innovación en la viticultura y afrontar un hecho real: el cambio climático para ser aplicado en sus viñedos ([www.torres.es](http://www.torres.es)).

Anteriormente siendo parte del proyecto de investigación liderado por José Ramón Lissarrague “Estrategias y métodos vitícolas y enológicos frente al cambio climático. Aplicación de nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia de los procesos resultantes”, (acrónimo DEMETER). Proyecto CENIT- 2008 1002, colaborando con otras bodegas como Grupo Emina Matarromera, Bodegas Martin Codax, Bodegas Roda, Bodega Pago de Carraovejas, Bodegas Licinia, Bodegas Ferrer-Bobet, Castell d’Encus ([www.ceigram.upm.es](http://www.ceigram.upm.es)).

- Pago de Carraovejas lleva desde el 2015, inmersa en la adopción de herramientas de precisión, trabajando conjuntamente con la empresa SmartRural, para mediante el uso de drones poder realizar un calendario personalizado de vuelos necesarios para así poseer más información y de una forma más detallada tener una idea del estado del viñedo a lo largo de su ciclo, además de la realización de análisis de suelos, y sensores que permitan a la bodega relacionar estos múltiples datos obtenidos con las estaciones climáticas de seguimiento que tienen en distintos puntos. Es mediante el uso de GeoCeres, una plataforma webGis, que engloba las bases de datos e históricos de las explotaciones, en formas de mapas y analizan los datos eficientemente para tomar decisiones inteligentes (<http://smartrural.net>).

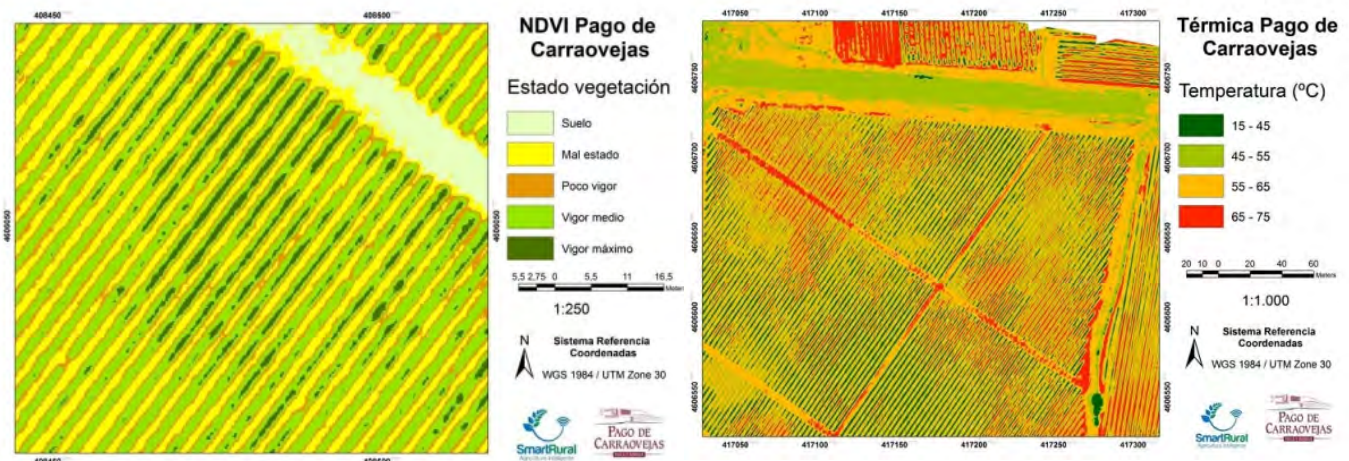


Fig 4 Ortofoto evaluación del vigor. Izq. Ortofoto para observación de la temperatura de la vegetación dcha. (Bodega Pago de Carraovejas)

Ambas bodegas participan en el proyecto “Global Viti”, un proyecto de gran reconocimiento. Es un proyecto de investigación industrial y desarrollo experimental, que pretende mejorar la producción vitivinícola frente al cambio climático a través de nuevas tecnologías, de estrategias biotecnológicas y del manejo del viñedo.

En él participan 8 empresas: Bodegas Torres, como líder del proyecto, Pago de Carraovejas, Bodegas Ramón Bilbao, Juvé & Camps, Bodegas Martín Códax, Grupo Hispatec, Pellenc Ibérica y Viveros Villanueva Vides, y organismos de investigación de referencia nacional.

Con un presupuesto global de 8,8 millones de euros tiene una fecha de desarrollo hasta el 2020, teniendo como una de las empresas colaboradoras a SmartRural (empresa dedicada a la prestación de servicios de agricultura de precisión). Los objetivos de este proyecto son:

- Informatización SIG por capas de todos los datos recogidos a lo largo de las diferentes campañas.
- Modelos que permitan realizar mapas de aporte de fertilizantes. Así se conseguirá un ahorro de productos fitosanitarios y que la planta tenga la cantidad de nutrientes que específicamente necesite.
- Modelos que permitan realizar cartas de riego por parcela. Se conseguirá reducir el gasto de agua y mantener la vid en niveles de estrés hídrico controlado. ([www.globlviti.com](http://www.globlviti.com))

- La bodega Matarromera ha participado en dos proyectos de investigación: "FERTIVID" también utilizando el uso de RPAS (Aeronaves Remotamente pilotadas: drones) para determinar el vigor de cultivo, valorar el estado de madurez y poder

realizar dosificación variable de tratamientos fitosanitarios e identificar la variabilidad intra e Inter parcelaria (<http://smarrural.net>).

Y el segundo relacionado con el "Impacto De Las Heladas En La Viña", realizado para cuantificar el daño por heladas en diferentes parcelas propiedad del Grupo Matarromera, también usando drones. Mediante técnicas de visión artificial se identifica cada cepa de forma individual, midiendo el porcentaje de hojas visible respecto al porcentaje de tronco, dando una idea del porcentaje de frondosidad en cualquier estado fenológico de la planta., en este caso asociado a un porcentaje bajo debido a los efectos de la helada (<http://smarrural.net>).

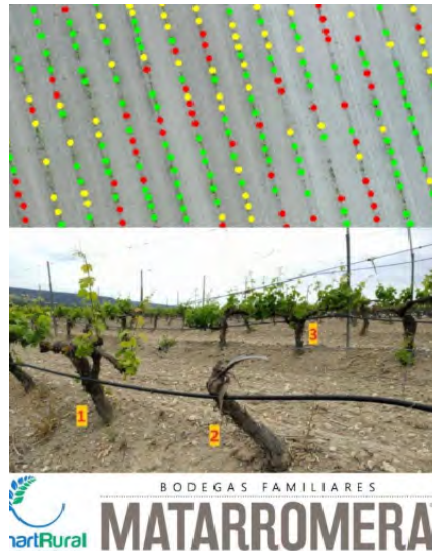


Fig 5 Imagen captada por cámara de visión artificial (Bodega Matarromera)

- Emilio Moro cuenta con diversos proyectos de viticultura de precisión activos: Un ejemplo de estos es el que desarrollan con SmartRural (empresa especializada en el empleo de drones) y Topcon Positioning (GPS), cuya combinación les ha permitido desarrollar un sistema de fertilización acorde a las necesidades de cada parcela, siendo mucho más precisos.

También, en colaboración con la Universidad de la Rioja y el Grupo Televitis, el cual ha creado una aplicación llamada "vitisFlower", que analiza a través de imágenes capturadas con el móvil, la cantidad de flores por inflorescencias dando la posibilidad de hacer una estimación más precisa de rendimiento de cada parcela (Valenti, 2016).



Fig 6 Aplicación vitisFlower

### 3.2 Comparación Con Otras Regiones Vitivinícolas

Se podría decir que junto a Australia, Francia y Estados Unidos se encuentran a la cabeza en cuanto a viticultura de precisión tanto en investigación, desarrollo como en implantación (Taylor, 2004). La aplicación de tecnologías para un mejor y más localizado manejo del viñedo es de gran interés por sus beneficios para cualquier región vitivinícola en el mundo (Arno et al., 2009), como se ve reflejado por la variedad de estudios realizados acerca de VP: En Francia (Tisseyre et al., 2005b, Goutouly y Gaudillière, 2006, Bobillet et al., 2003), en España (Arno et al., 2005), (Tardaguila et al, 2008) EE. UU. (Johnson et al., 2003), Chile (Ortega-Farias et al., 2003, Ortega et al., 2003, Best et al., 2005), Sudáfrica (Strever, 2004), Nueva Zelanda (Pratt et al., 2004) y Australia, (Lamb et al., 2004, Bramley y Hamilton, 2004, Taylor et al., 2005b).

Lo anteriormente expuesto nos hace pensar en la influencia que tiene la cultura y la tradición en países como Francia, España o en Europa en general, lo cual pueda haber influido en retrasar la adopción frente a países vitivinícolas del “nuevo mundo” menos arraigados.

## 4. Materiales Y Métodos

### 4.1 Análisis Bibliográfico

Para la realización de este estudio de investigación se ha llevado a cabo un análisis bibliográfico en cuanto a aspectos relacionados con conceptos como la agricultura de precisión y en particular su uso en el sector de la viticultura, contrastando información de diferentes autores, de diferentes zonas del mundo para así tener un mejor y más amplio entendimiento.

Se ha consultado una gran variedad de aspectos relacionados con la agricultura de precisión y la viticultura de precisión: aspectos tecnológicos como económicos y sociales. Tanto las investigaciones citadas como sus autores provienen de distintos países del mundo, con la intención de cubrir una gran amplitud de opiniones.

La búsqueda de información puntual sobre el estado actual y de aplicación de la viticultura de precisión fue relativamente difícil de tratar. Esto se debe a que la mayor parte de la investigación y trabajos buscan desarrollar conocimiento sobre las tecnologías y sus aplicaciones, no tanto de los usos específicos en las distintas zonas vitícolas.

La importancia de búsqueda de información sobre la aplicación de la viticultura de precisión es de gran importancia, ya que demuestra y establece los parámetros para la expansión de la misma. Un común denominador en la búsqueda de información fue la carencia de conocimiento unificado del estado actual por organismos especializados.

### 4.2 Creación Del Cuestionario/ Encuesta

Con el objetivo de profundizar en el análisis del estado actual de la viticultura de precisión y poder hacer una comparativa a nivel regional y también mundial, se ha llevado a cabo el desarrollo de una encuesta online, la cual ha sido emitida a profesionales del sector vitivinícola, desde enólogos, productores, empresas dedicadas a la prestación de servicios de tecnologías aplicables en la VP, así como investigadores y estudiantes.

Al desarrollar este trabajo de investigación se ha considerado clave que la opinión y el conocimiento general de una actividad es determinante a la hora de poder hacer un estudio sobre el grado de aceptación y aplicación de la misma.

Así mismo se ha buscado subsanar la falta de información sobre la utilización específica de herramientas de VP que usan los productores en distintas zonas con dicha encuesta.

#### 4.2.1 Desarrollo De La Encuesta

La plataforma online utilizada para la realización de la encuesta fue la siguiente: [www.onlineencuesta.com](http://www.onlineencuesta.com). El modelo de la encuesta se adjuntará en el Anejo 1, junto con los resultados obtenidos en el Anejo 2.

La encuesta constó de un total de 15 preguntas donde no solo se hace referencia a cuestiones relacionadas con el conocimiento del tema que se está valorando, sino también opinión sobre el uso de la misma, formas de recepción de información acerca de la viticultura de precisión, sus aplicaciones, ventajas e inconvenientes.

También se ha considerado de suma importancia obtener información sobre los encuestados como, lugar de procedencia, actividad que desarrollan dentro del sector, edad, nivel de educación entre otros aspectos.

De la misma forma se quiso preguntar el sexo de los participantes para poder analizar la intervención de la mujer en el sector de la viticultura.

Para poder obtener un mayor feedback, que nos permitiera poder analizar un mayor número de respuestas, la encuesta fue realizada en dos idiomas: español e inglés.

La encuesta fue contestada por un número total de 179 participantes. Una vez recogida la información, se ha realizado un análisis cuantitativo de los datos para poder ser reflejados en los siguientes gráficos, y posteriormente sacar unas conclusiones.

#### 4.3 Entrevista A Exponentes En La Materia

Otra forma de reforzar el objetivo de la encuesta y del estudio en general fue contactar con diferentes profesionales investigadores especializados en la materia y de reconocido prestigio, consideradas autoridades académicas en el mundo de la viticultura, así como la opinión de profesionales del sector con experiencia en VP.

El formato utilizado fue crear una especie de entrevista mediante una serie de preguntas de opinión acerca del tema de esta investigación. Las respuestas de estas entrevistas se encontrarán adjuntas en el Anejo 3.

##### 4.3.1 Desarrollo De La Entrevista

Las preguntas que se plantearon fueron las siguientes tanto en inglés como en español:

1. En su opinión, ¿Cuáles son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?
2. ¿Cuáles opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?
3. ¿Qué cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?
4. ¿Cómo valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?
5. ¿Cuál es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión?

### 5. Resultados Y Discusión

#### 5. 1 Representación Gráfica Y Análisis De Los Resultados de la Encuesta

Cada gráfico representa los datos obtenidos a una de las 15 preguntas de la encuesta realizada.

### 5.1.1 Género Encuestados

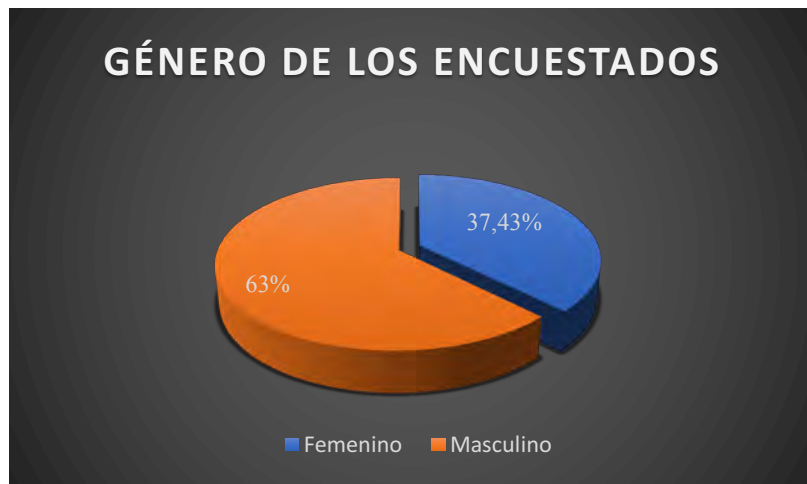


Fig 7 Gráfico género de los encuestados

Con la pregunta del género se intentó poder analizar cuál era sobre todo el interés participativo de la mujer al tratarse de un tema como la viticultura, pudiéndose observar que más de la mitad de los encuestados eran hombres, un 63% (112), mientras que solo un 37% (67) eran mujeres. Aunque cada vez la mujer tiene un rol mucho más importante en el mundo vitivinícola este resultado puede indicarnos que aún sigue siendo más mayoritario el papel masculino.

### 5.1.2 Edad De Los Encuestados

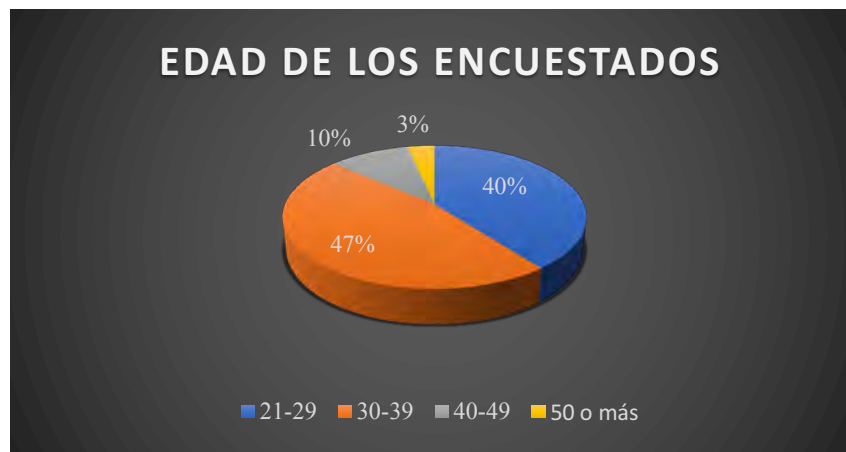


Fig 8 Gráfico edad de los encuestados

Cabe destacar que esta encuesta fue contestada por participantes de una edad bastante joven entre 21 y 50 años, para ser más exactos el 47% (83) corresponde al grupo de 30-39 años, y un 40% (70) al grupo de entre 21 y 29. Mientras que solo un 3% (6) de los participantes de esta encuesta superaban los 50 años de edad. A partir de aquí podemos relacionar claramente el tema de discusión que se ha querido plantear, lo relativamente nuevo que es el concepto de viticultura de precisión siendo de mucho más interés o teniendo un mayor conocimiento gente joven, que ha desarrollado su profesión

en torno a las tecnologías, lo cual le puede facilitar un mayor interés en la aplicación de tecnologías y una mayor adaptación a las mismas. Este hecho estará muy ligado a la siguiente pregunta que se planteaba, el nivel de estudios de los participantes.

### 5.1.3 Nivel De Estudios



Fig 9 Gráfico nivel de estudios

Casi un 90 % (160) de los encuestados tienen un nivel académico correspondiente con un diploma universitario o mayor: master o doctorado. Este resultado nos demuestra el grado de conocimiento que supone el entendimiento del concepto precisión en la viticultura y de la misma forma podríamos relacionar el dato de la edad de los participantes con su formación académica, demostrando que sobre todo es de interés en gente joven y gente altamente cualificada.

### 5.1.4 País Dónde Desarrolla Su Actividad Profesional



Fig 10 Gráfico país de actividad



Uno de los principales intereses de la realización de esta encuesta online era poder determinar el lugar donde los encuestados llevan a cabo su actividad profesional, con el fin de poder asociarlo al interés en VP en regiones vitivinícolas de todo el mundo. Debido a que la realización de la encuesta fue en España, el porcentaje de encuestados españoles es mucho más superior al resto, seguido de países como Estados Unidos y Francia. Viendo el rango de países de los encuestados, podemos interpolar que la VP, si bien es un concepto bastante reciente, se encuentra presente como tema novedoso y de interés en una gran variedad de países tanto del “nuevo mundo” como del “viejo mundo”.

### 5.1.5 Profesión / Actividad



Fig 11 Gráfico profesión/actividad

En cuanto a la actividad profesional con un 47 % (84), la mayoría de los encuestados son enólogos/as seguido, pero con una diferencia notoria por estudiantes y viticultores y en último lugar con un 11% (19) empresarios dentro del sector vitivinícola.

### 5.1.6 Superficie De Viñedo En La Que Cree Que La Viticultura de precisión Es Aplicable



Fig 12 Gráfico superficie de viñedo

Esta pregunta fue considerada como clave ya que a veces la duda entorno a la implantación o no de técnicas de VP va asociada a numerosos factores entre ellos la superficie de viñedo sobre la cual se podría aplicar o tendría sentido la VP. Un 41 % opina que sería aplicable sobre superficies de entre 10 -50 hectáreas, mientras que las otras opciones se encuentran muy próximas en porcentajes.

### 5.1.7 Cómo Conoció La Viticultura de precisión/ Recibe Ofertas De Servicios /Utilidad Ofertas

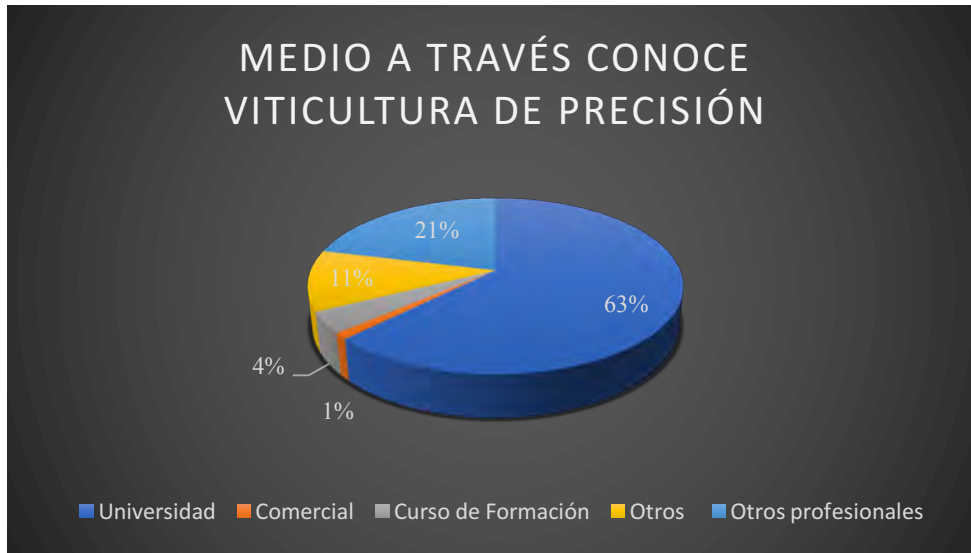


Fig 13 Gráfico medio a través conoce la Viticultura de precisión

Relacionado con resultados obtenidos en preguntas en cuanto a la edad y nivel educativo la mayor parte de los encuestados son jóvenes y preparados académicamente, afirman que es a través de la educación como han oído de la VP, reafirmando los resultados de preguntas anteriores.

Este gráfico (Fig. 14) corrobora lo anterior: del 63 % (112) de encuestados que reconocen que conocen de la VP a través de la formación académica el 87% corresponden a personas de entre 21-39 años.

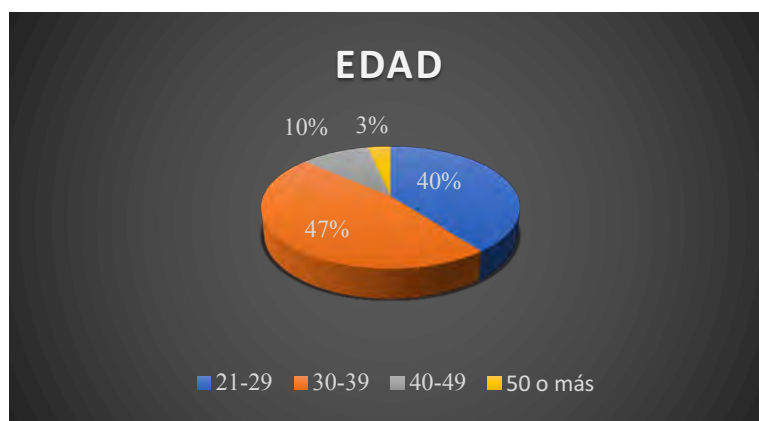


Fig 14 Gráfico edad

De esta misma pregunta, cabe destacar notoriamente que solo un 1 % de los encuestados afirma que ha oído sobre VP por ofertas comerciales y que no reciben ofertas de servicios y herramientas aplicables un 75% (134) pero que si consideran que son utiles el 71% de esas 134 personas.



Fig 15 Gráfico recepción de ofertas / Fig 16 Gráfico utilidad de oferta

### 5.1.8 Tecnologías Aplicables De Viticultura de precisión Conocidas

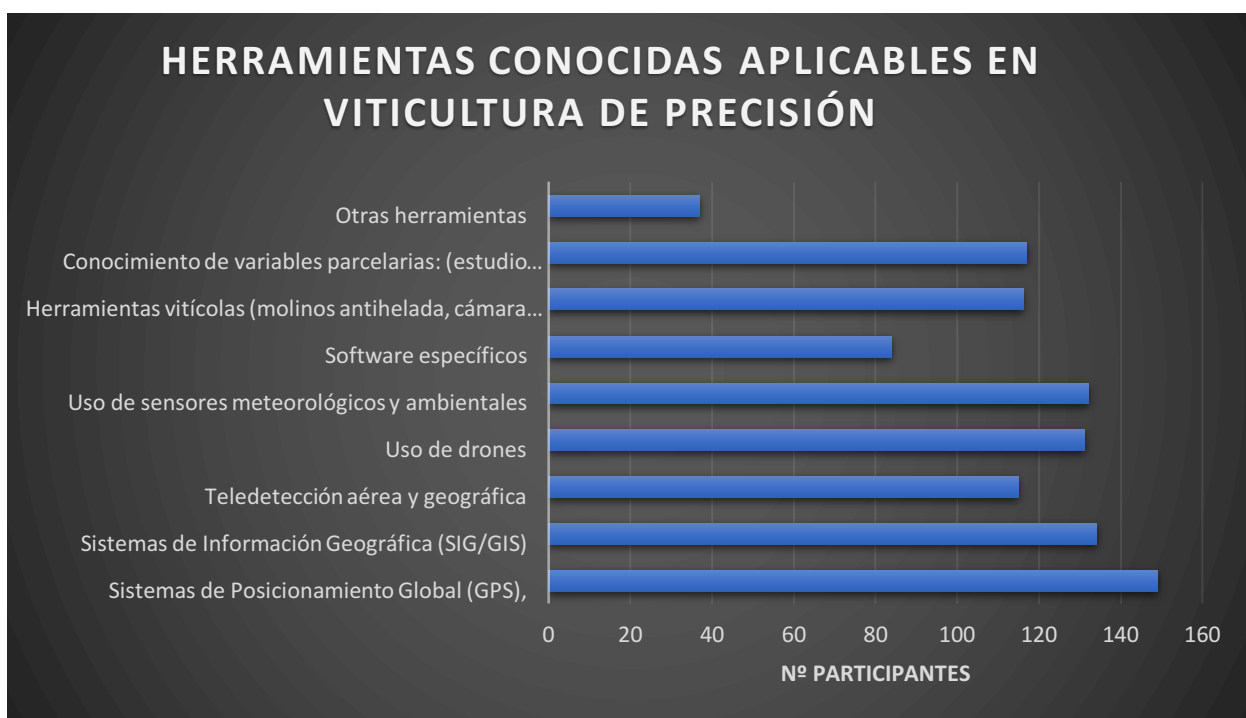


Fig 17 Gráfico herramientas conocidas aplicables en Viticultura de precisión

En esta pregunta se dio la posibilidad a los encuestados de poder responder con opción múltiple para ver en mayor totalidad su conocimiento sobre diversas herramientas conocidas aplicables en VP, siendo el GPS el más conocido por la totalidad de los encuestados. Si cabría mencionar que la gran totalidad de los encuestados conocen la mayoría de las herramientas aquí expuestas.

### 5.1.9 Uso De Alguna De Las Tecnologías

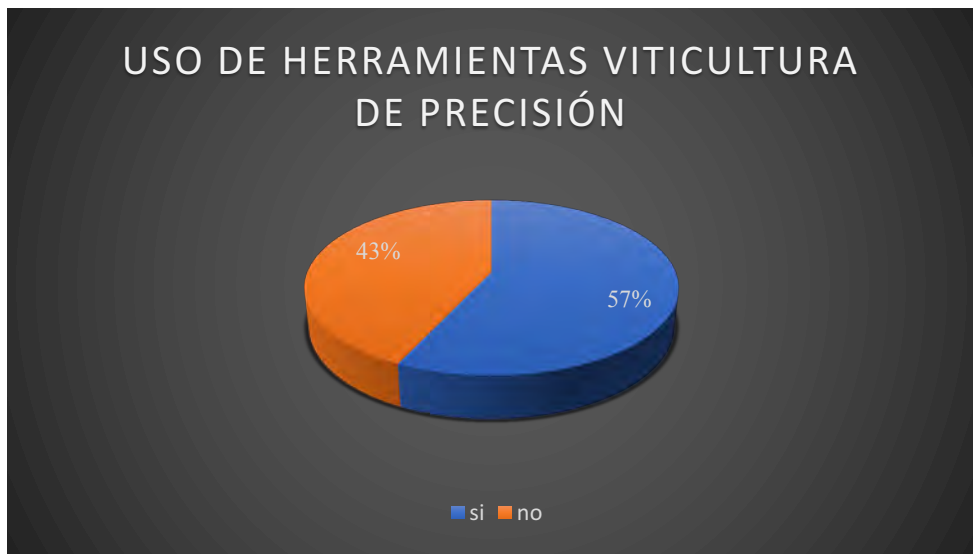


Fig 18 Gráfico uso de herramientas Viticultura de precisión

Una vez analizado el conocimiento sobre herramientas aplicables en VP se preguntó si los encuestados, no solo conocían sino si también las usaban. Demostrando resultados muy parejos en cuanto a la utilización o no utilización.

### 5.1.10 Opinión Sobre Viticultura de precisión

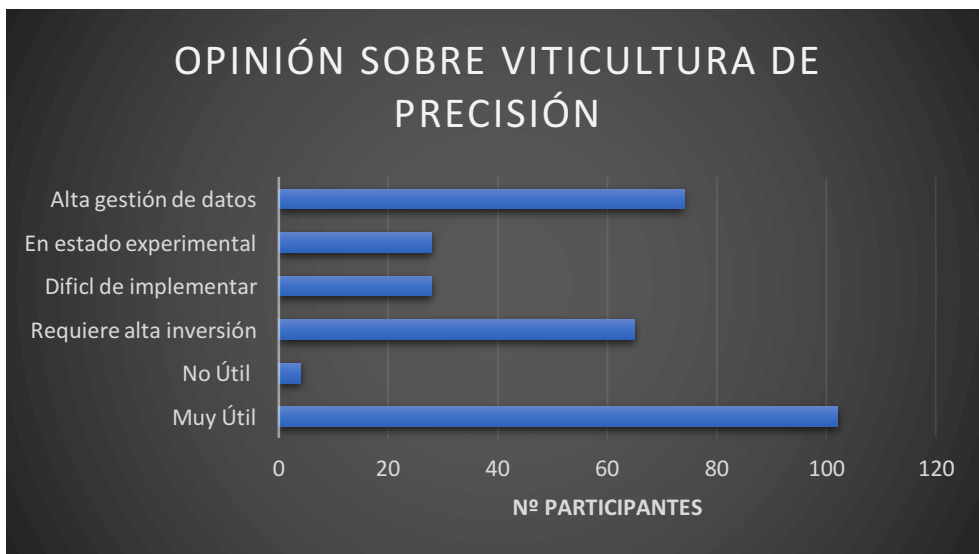


Fig 19 Gráfico opinión sobre Viticultura de precisión

Se resalta de esta pregunta 3 puntos claves sobre la opinión que tienen los profesionales del sector: Consideran que la VP es muy útil, pero destacan como puntos negativos aspectos como la dificultad de implantación, la alta inversión que se requiere, junto con la necesidad de gestionar gran cantidad de datos.

### 5.1.11 País Que Considera A La Cabeza En Viticultura de precisión

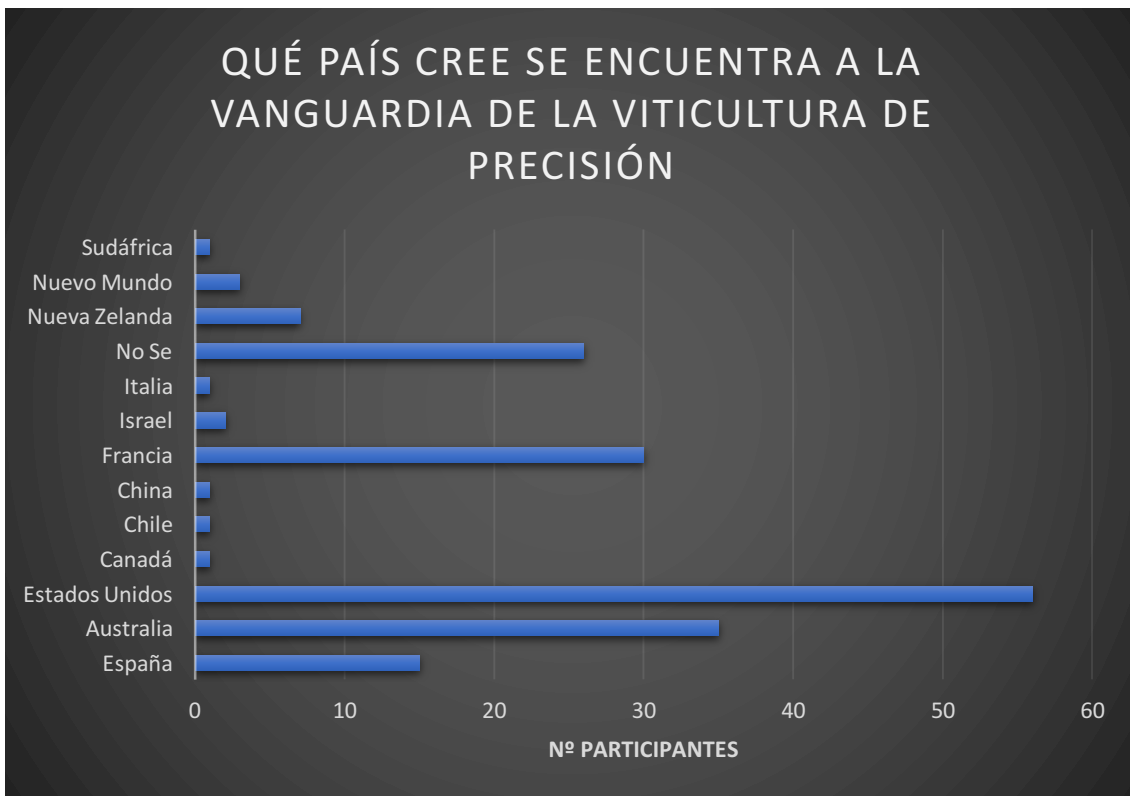


Fig 20 Gráfico país que se encuentra a la vanguardia de la Viticultura de precisión

Para finalizar la encuesta se preguntó qué país creían que se encontraba a la cabeza en cuanto a VP, siendo claramente visible que países como Estados Unidos, Australia (pioneros en el desarrollo) y Francia son los mejores considerados. Relacionando esta pregunta y el país de desarrollo de actividad profesional cabe destacar que la mayor parte de los encuestados que desarrollaban su actividad en España no consideran este país como un país vanguardista en VP.

### 5.2 Análisis De Los Resultados de la Entrevista

Podemos extraer de las respuestas obtenidas de todos los entrevistados que en general todos están de acuerdo en las ventajas o posibilidades que la VP ofrece a los productores, siendo una mayor homogeneidad de la vendimia en cuanto a madurez y rendimientos, la zonificación parcelaria, como bien expone Manuel del Rincón y obtención de información de las variables espacio-temporales, variables claves.

Jean Philippe Roby, consecuentemente a su respuesta en cuanto a la homogeneidad de la cosecha también reflexiona sobre la posible pérdida de complejidad de los vinos que esa variabilidad antes ofrecía. Otros factores inconvenientes serían los costes, la necesidad de tener un personal de campo preparado y la inversión en maquinaria específica que conllevaría, como expone Constantino Valero. Pedro Martin resalta como factores limitantes la superficie de las parcelas muchas veces demasiado pequeñas y el precio bajo de la uva, lo cual dificulta la implantación.

Bruno Tisseyre a colación de lo anteriormente mencionado habla del término Interoperabilidad, siendo la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos, compartiendo esta opinión Elena Rivilla.

En cuanto a qué creen que es necesario aplicar para acelerar o garantizar el proceso de adopción Jean Philippe Roby y Kees Van Leeuwen, comentan que es clave tener claro qué es lo que se quiere monitorizar, controlar y no plantear la utilización en base a las herramientas aplicables, como bien comenta Kees Van Leeuwen, que a veces el productor se plantea erróneamente lo siguiente: como existe la posibilidad de utilizar drones , utilicémoslos , pero cuando en verdad el objetivo debería ser necesitamos tener una evaluación espacial precisa del vigor de la vid, veamos si podemos obtener esto con el uso de drones .

Además, se ve como punto clave la necesidad de que las administraciones públicas promuevan las técnicas de producción compatibles con la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Una de las preocupaciones en la que todos coinciden por ser factor influyente en la mayor o menor adaptación de las técnicas de VP, es el tema de la base de datos, la recolección de datos, de información, información que debe ser útil para los viticultores/ y su posterior análisis y entendimiento para poder ser aplicado en el viñedo.

Como resumen todos coinciden que la VP es una herramienta, no un objetivo, que es una herramienta útil, que hay que seguir desarrollando en el futuro. Que es necesario que toda la información se pueda agrupar en un sistema de análisis conjunto y no individual para cada tipo de dato analítico.

Si se analiza el estado actual, se saca en claro que la implantación o no implantación recae en los productores, en las bodegas, que son los que tienen los medios económicos para hacer frente a las inversiones o asumir riesgos, sobre todo grandes productores (lo cual se puede asociar con el potencial de la región vitivinícola y también con la influencia de la superficie de viñedo de la que se esté hablando) en vez de analizarse a nivel regional como tal.

## 6. Conclusiones

- Esta investigación demostró que la Viticultura de precisión (uso de la tecnología y metodología para coleccionar y analizar datos relacionados con las características del viñedo) es una herramienta útil para poder hacer un mejor manejo del viñedo teniendo en cuenta el factor de la variabilidad espacio-temporal, permitiendo Incrementar la sostenibilidad de las explotaciones, la calidad y mejorar la rentabilidad económica y el respeto al medio ambiente.
- Otra de las conclusiones extraídas es la gran diferencia en cuanto al desarrollo y adopción según países, siendo mucho mayor en países como Australia y Estados Unidos frente a otros como las regiones vitícolas en Europa.
- Existen factores limitantes claves que dificultan o retrasan el uso de herramientas tecnológicas: falta de conocimiento y preparación por parte de los productores, gran coste de inversión, necesidad de grandes superficies de viñedo para poder hacer viable el uso de estas herramientas, la fluctuación del precio de la uva y la gran cantidad de datos obtenida, junto con dificultad encontrada para poder analizarlos y poder tomar decisiones precisas.
- Es necesario la expansión curricular de programas de viticultura de precisión, tanto para el desarrollo de nuevas tecnologías como así para la aplicación, análisis de resultados. Esta sería una herramienta eficaz en la evolución de la VP en la región y en el mundo.
- Mediante este estudio se ha podido observar que hay una gran cantidad de artículos y de investigaciones enfocadas al desarrollo y prueba de las tecnologías usadas en la viticultura por parte de investigadores e instituciones. Si se quiere tener un mayor conocimiento de lo que se está haciendo en relación a este tema hay que recurrir a las

empresas privadas, tanto bodegas como empresas prestadoras de servicio para poder obtener información.

- Las tecnologías más usadas a día de hoy son una combinación de drones y cámaras con imagen multiespectral e infrarroja para el análisis de vigor de las plantas, realización de mapas que permitan relacionarlo con otros parámetros como estado sanitario, hídrico o aspectos cualitativos de la uva, junto con la utilización de sistemas de posicionamiento global (GPS) para diseño y plantación de viñas. Además de empezar a utilizar sistemas de Big Data y Business Intelligence.

- Castilla y León es una de las regiones vitícolas a nivel de España con un mayor desarrollo y adopción de viticultura de precisión, según la opinión de expertos en viticultura, asociado a la existencia de D.O de gran prestigio y reconocimiento en las cuales encontramos bodegas que apuestan por proyectos de investigación y utilizan las herramientas de VP convencidos de sus múltiples beneficios.

- Actualmente, consecuencia del cambio climático y el calentamiento global, la agricultura en general y la viticultura en particular han visto sus prácticas afectadas. A esto hay que sumarle la necesidad de prácticas sostenibles para respetar el medio de trabajo. Cada vez es más difícil predecir la climatología mediante las formas usadas convencionalmente, mucho menos entender variaciones a gran escala. El desarrollo y futuro de la viticultura va a depender en gran parte a la capacidad de adaptación de los productores a estos cambios, y al aprovechamiento de las herramientas ya disponibles que se ven englobadas en lo llamado viticultura de precisión.

- La viticultura de precisión si bien es el futuro, a día de hoy es el presente del sector.

## 7. Bibliografía

- AGCO. 2005.  
<http://www.fieldstar.com/agco/FieldStar/FieldStarUK/System/DataCollection.htm>
- Arnó, J., Martínez-Casasnovas, J.A., Blanco, R., Bordes, X y Esteve, J. Viticultura de precisión en Raimat (Lleida): experiencias durante el período 2002-2004. 2005. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/28099590\\_Viticultura\\_de\\_precision\\_en\\_Raimat\\_Lleida\\_experiencias\\_durante\\_el\\_periodo\\_2002-2004](https://www.researchgate.net/publication/28099590_Viticultura_de_precision_en_Raimat_Lleida_experiencias_durante_el_periodo_2002-2004)
- Arnó, J., Martínez-Casasnovas, J.A., Ribes-Dasi, M., Rosell, J.R.. Review. Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. 2009. Spanish Journal of Agricultural Research 2009 7(4), 779-790
- Arnó, J., Ribes-Dasi, M., Blanco, R., Bordes, X y Esteve, J. Obtaining grape yield maps and analysis of within field variability in Raimat Spain. 2005. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/275831980>
- Baguena, E. y Barreiro, P. Evolución de la viticultura de precisión a nivel internacional. 2011. Vida Rural. Mayo 2011.
- Basso, B, Sartori, L., Bertocco, M. Manual de agricultura de precisión. Conceptos teóricos y aplicaciones prácticas. 2007. MAPA-Eumedia. Madrid.
- Best, S., León, L. y Claret, M. Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes. 2005. FRUTIC 05, 12. 16 September 2005, Montpellier France
- Best S., Leon, K. y Claret, M. Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes. 2005. Proceed. Fruits and nuts and vegetable production engineering TIC (Frutic05) Conference, Montpellier, 249- 258.
- Bobillet W., Da Costa J.P., Germain C., Laviolle O. y Grenier G. Row detection in high resolution remote sensing images of vine fields. 2003. Proceed. 4th European conference on Precision Agriculture, Berlin, 81-87.
- Bongiovanni, R. La Agricultura de Precisión en la Cosecha. 2006 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Disponible en: [www.ivc.org.ar](http://www.ivc.org.ar)
- Bongiovanni, R., Mantovani, E., Best, S. y Roel, A. Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. Montevideo: PROCISUR/IICA 2006
- Borém, A. Agricultura de precisão. 2000. Viçosa, MG, p.108-145.
- Borgogno Mondino, E. y Gajetti, M. Preliminary considerations about costs and potential market of remote sensing from UAV in the Italian viticulture context. 2017. European Journal of Remote Sensing, 50:1, 310-319, DOI: 10.1080/22797254.2017.1328269
- Bramley, R., Hamilton, R. Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. 2004. Australian Journal of Grape and Wine Research 10, 32–45, 2004
- Bramley, R., Trought, M, Praat, J. Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: Characterising variation in vineyard performance and options for the implementation of Precision Viticulture. 2011. Australian Journal of Grape and Wine Research. Vol. 17, Is. 1. January 2011
- Bramley, R. y Pearse, B. Being profitable precisely - a case study of precision viticulture from Margaret River. 2003. The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker, Annual Technical Issue 2003
- Bramley, R. y Proffitt, A.P.B. 1999. Managing variability in viticultural production. Grapegrower and Winemaker 427, 11-16
- Castellanos, Rosa Marina; Morales-Pérez, Milagros. Análisis crítico sobre la conceptualización de la agricultura de precisión. 2016. Ciencia en su PC, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 23-33
- Cook, S. y Bramley, R. Precision agriculture - Opportunities, benefits and pitfalls of site-specific crop management in Australia. 1998. Enero 1998 Australian Journal of Experimental Agriculture 38-7



- Dobrowski, S. Pushnik, J. C. Zarco-Tejada, P. J. Ustin, S. L. Simple reflectance indices track heat and water stress-induced changes in steady-state chlorophyll fluorescence at the canopy scale. 2005. *Remote Sensing of Environment.*, 97 (3) 403-414,
- Dobrowski S., Ustin S. And Wolpert J. Grapevine dormant pruning weight prediction using remotely sensed data. 2003. *Australian Journal Grape & Wine Research.*, 9, 2003, 177-182.
- Esser, A., Ortega, B. Aplicaciones de la viticultura de precisión en Chile: estudio de casos. 2002. *Revista Agronomía Forestal U.C. Revista N° 17 – Octubre 2002.*
- García, E. y Flego, F. Agricultura de Precisión. 2014. Universidad de Palermo, Facultad de Ingeniería. Disponible en: [www.palermo.edu](http://www.palermo.edu)
- Goutouly, J.P., y Gaudilliere, J.P. Viticulture de précision, enjeux et perspectives. 2006. *Union girondine des vins de Bordeaux*, 1019, 27-30.
- Guillaume, S., Tisseyre, B. y Scholasch, T. Precision viticulture data analysis using fuzzy inference systems. 2007. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. Marzo 2007
- Gurri A. Teledetección y programación del riego en los viñedos. 2013. *La Semana Vitivinícola*, 3393 ([www.sevi.net/xoops233/modules/news](http://www.sevi.net/xoops233/modules/news)).
- Hall, A. et al. Optical Remote Sensing Applications in Viticulture: A Review. 2002. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. Abril 2002 8(1):36-47
- Johnson L. F., Roczen D. E., Youkhana S. K., Nemani R. R. y Bosch D. F.. Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. 2003. *Computers and Electronics in Agriculture*, 38, 33-44.
- Lamb D.W., Frazier P., Adams P. Improving pathways to adoption: putting the right P's in precision agriculture. 2008. *Comput Electron Agric* 61, 4-9.
- Lissarrague, JR., Yuste, J. Viticultura de precisión y aplicación a la zonificación. 2010. *Feria Iberwine*. Mayo 2010. Valladolid.
- Martin Peña, P. Viticultura de precisión. Teledetección y calidad de la uva. 2009. Ponencias del IX curso de verano Viticultura y enología en la D.O. Ribera del Duero.
- Martin, P., Zarco-Tejada, P.J. Gonzalez, M.R. Berjon, A. Using hyperspectral remote sensing to map grape quality in Tempranillo vineyards affected by iron deficiency chlorosis. 2007. *Vitis*, 46 (1) 7-14,
- Matese, A. y Di Gennaro, S.F. Technology in precision viticulture: a state of the art review. 2015. *International Journal of Wine Research*, Mayo 2015.
- Maynard, H. An economic analysis of precision viticulture, fruit, and pre-release wine pricing across three western Australian Cabernet Sauvignon vineyards. 2015. Thesis Doctoral. Curtin University.
- McBratney, A. et al. Future directions of precision agriculture. 2005. *Precision Agriculture* 6(1):7-23
- Nemani, R.R., Johnson, L.F., White, M.A. Adding science to intuition: Application of remote sensing and ecosystem modelling to vineyard management. 2001. *Australian Grapegrower and Winemaker* 449 A, pp. 45-47.
- Norton, G. y Swinton, S. Precision Agriculture: Global Prospects and Environmental Implications. 2000. *International Association of Agricultural Economists*. Conferencia 2000. Berlín, Alemania.
- Ortega-Farias S., Rigetti T., Sasso F., Acevedo C., Matus F. y Moreno Y. Site-specific management of irrigation water in grapevines. 2003. IX Latin American Congress on Viticulture and Enology; Symposium on Precision Viticulture, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Ortega R., Esser, A. y Santibanes, O. Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. 2003. *Proceed. 4th European Conference on Precision Agriculture*, Berlin, 499-506
- Ozdemir, G; Sessiz, A, Periktan, F. Precision viticulture tools to production of high quality grapes. 2017. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/321360219>
- Pérez, F., Zamora, M., Vicini, L. y Monasterio, M. Agricultura de precisión. 2002 *Agro Visión*, 38. Disponible en: [SciELO-test.scielo.cl](http://SciELO-test.scielo.cl)

- Pierce, F., Nowak, P. Aspects of Precision Agriculture. 1999. Advances in Agronomy Volume 67, 1999, Pages 1-85
- Precision viticulture market outlook - global trends, forecast, and opportunity assessment (2017-2026). 2017. Statistics Market Research Consulting Pvt Ltd
- Precision Viticulture: Cutting Edge Solutions for Vintage Problems. 2014. Total Viticulture Solutions August 2014. Disponible en: [www.tvsprecisionviticulture.com.au](http://www.tvsprecisionviticulture.com.au)
- Proffitt, T., Pearse, B. Adding value to the wine business precisely: using precision viticulture technology in Margaret River. 2004. 12th Australian Wine Industry Technical Conference, Julio 2004.
- Proffitt, T., Winter, E. Adoption of Precision Viticulture on the rise. 2008. The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker. Diciembre 2008, 539.
- Robert, P. C. Precision Agriculture: An information revolution in agriculture. 2009. Agricultural Outlook Forum Febrero 1999
- Rodriguez-Pérez, J.R. Riaño D., Carlisle E, Ustin S., Smart RE. Evaluation of hyperspectral reflectance indexes to detect grapevine water status in vineyards. 2007. American Journal of Enology and Viticulture, 58: 302-317.
- Santesteban, L., Guillaume, S., Royo, J., Tisseyre, B.. Are precision agriculture tools and methods relevant at the whole vineyard scale?. 2011. ECPA, Jul 2011, Prague, Czech Republic. John V. Stafford, 1, 9 p., 2011
- Sessiz, A. Precision viticulture tools to production of high quality grapes. 2017. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXI, 2017
- Strever A. Assessing and managing within-vineyard variability in South Africa with remote sensing- a tool for research and practice. 2004. 12th Australian Wine Industry Technical Conference
- Tardaguila, J. y Diago, M.P. Viticultura de precisión: principios y tecnologías aplicadas al viñedo. 2008. Vi Foro Mundial del Vino / Vi World Wine Forum. Logroño, 23-25 abril 2008
- Taylor, J. Precision viticulture and digital terroir: investigations into the application of information technology in Australian vineyards. 2004. Thesis Doctoral. Universidad de Sidney. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/259577311>
- Taylor, J. Tisseyre, B y and Praat, JP. Bottling Good Information: Mixing Tradition and Technology in vineyards. 2005. FRUTIC 05, 12 . 16 Septiembre 2005
- Tey, Y.S. y Brindal, M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. 2012. Precision Agric (2012) 13:713–730  
DOI 10.1007/s11119-012-9273-6
- Tisseyre, B., Taylor, J. y Ojeda, H. New technologies and methodologies for site specific viticulture. 2007. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. Abril 2007
- Tisseyre, B. y Taylor, J. An overview of methodologies and technologies for implementing precision agriculture in viticulture. 2005. XII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia
- Ubalde, JM, Camañes, X. Aspectos de viticultura de precisión en la práctica de la fertilización razonada. 2005. ACE: Revista de enología, ISSN-e 1697-4123, N°. 63, 2005
- Valenti, F. Field test of cluster image analysis (VitisFlower) to estimate grape production in a commercial winery in Ribera del Duero. 2016. Sc. Master Thesis. Bordeaux Science Agro. Burdeos.
- Valero Ubierna, C. Agricultura de precisión: concepto y situación actual. 2013. Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. Ingeniería Rural. Disponible en: [www.agricultura de precision.org](http://www.agricultura de precision.org)
- Wample. R., Mills, L. Davenport, J. Use of precision farming practices in grape production. 1999. Precision Agriculture p 897-905
- Whelan, B. Current status and future directions of pa in Australia. 2007. 2da Conferencia Asiatica de Agricultura de Precision en Australia. Pyeongtaek, Corea, pp 60-71
- Whelan, B. y Mcbratney, A.B. The null hypothesis of precision agriculture management. 2000. Precision Agriculture, 2, 265-279.
- Yuste, J. Viticultura de precisión: Introducción y objetivos. 2013. Viticultura de Precision: VIII Encuentro Tecnico Madrid. Abril 2013.

Zarco-Tejada P.J., Berjón A., López-Lozano R., Miller J.R., Martín P., Cachorro V., González M.R., De Frutos A. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a rowstructured discontinuous canopy. 2005. *Remote Sensing of Environment*, 99 (3): 271-287.

## ANEJO 1: Modelo de Encuestas

### Conocimiento de la Viticultura de Precisión

Bitte wählen Sie eine Sprache aus. / Veuillez s'il vous plaît choisir une langue. / Please choose a language. / Selezionare una lingua. / Lütten bir dil seçin. / Por favor, seleccione un idioma. / Por favor escolha um idioma. / Kies een taal. / Välj ett språk. / Vennligst velg et språk. / Vælg sprog. / Valitse kieli. / الرجاء اختيار لغتك.

- Español  
 English

### CONOCIMIENTO DE LA VITICULTURA DE PRECISIÓN

¿Cuál es tu grupo de edad? \*

- 21-29  
 30-39  
 40-49  
 50 o mas

¿Cuál es tu sexo? \*

- Femenino  
 Masculino

**¿Cuál es tu nivel de educación? \***

- Escuela primaria
- Escuela secundaria
- Diploma universitario
- Postgrado (master, doctorado, etc.)
- Ninguno

**¿En qué país desarrolla su actividad? \***

**Actividad \***

- Viticultor
- Investigador y/o Profesor
- Estudiante
- Enólogo
- Empresario del sector

**Superficie en qué trabaja, asesora y/o piensa que la viticultura de precisión es aplicable \***

- menos de 10 ha
- 10 - 50 ha
- 51 - 100 ha
- más de 100 ha

**¿A través de quién conoció la viticultura de precisión? \***

- Universidad
- Curso de Formación
- Comercial
- Otros profesionales del sector
- Otros

**¿Qué tecnologías de viticultura de precisión conoce? \***

- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS),
- Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)
- teledetección aérea y geográfica.
- Uso de drones
- Uso de sensores meteorológicos y ambientales
- Software específicos
- Herramientas vitícolas (molinos antihelada, cámara scholander, porómetros)
- Conocimiento de variables parcelarias: (estudio edafológico, estudio climático...)
- Otras herramientas

**¿Utiliza alguna de estas?**

- sí
- no

**Si su respuesta a la anterior pregunta es NO, por qué motivo ? \***

¿Cual es tu opinión general sobre la viticultura de precisión? Elige las opciones que creas oportunas. \*

- Es muy útil
- No es muy útil
- Requiere mucha inversión económica
- Es difícil de implementar
- Es el futuro en el campo de la viticultura.
- Todavía se encuentra en estado experimental
- Requiere de mucho trabajo en gestión de datos

¿Recibes muchas ofertas de este tipo de tecnologías ? \*

- sí
- no

¿Te parecen útiles las ofertas que recibes ? \*

- sí
- no

¿Qué país o región consideras que está a la vanguardia en viticultura de precisión? \*

Comentarios?



## Knowledge of Precision Viticulture

### Age Group \*

- 21-29
- 30-39
- 40-49
- 50 or more

### Gender? \*

- Female
- Male

### Education level \*

- High School Diploma
- University Degree
- Master, PHD, etc
- None

### Country where you perform your main activity ? \*

### Activity \*

- Viticulturist

- Researcher and/or professor
- Student
- Winemaker
- Business ( owner, manager, sales etc )

**Surface on which you work; consult and/or think precision viticulture its applicable ? \***

- Less than 10 ha
- 10-50 ha
- 50 -100 ha
- 100 or more

**How did you hear about precision viticulture? \***

- University
- Sales person
- Training courses
- Other professionals in the sector
- Other

**What technologies in precision viticulture do you know? \***

- Global positioning system (GPS)
- Geographic Information system (GIS)
- Remote sensing /aerial photography

- Use of drones
- Use of meteorological and environmental sensors
- Specific software
- Vineyard tools(anti-frost mills, scholander pressure pump, porometers, etc)
- Knowledge of plot variables: (edaphological study, climatic study ..)
- Other tools

**Do you use any of these ? \***

- Yes
- No

**If your previous answer was NO, why ? \***

**What is your general opinion about precision viticulture ? Choose all that apply. \***

- Very useful
- Not very useful
- It requires high economical investment
- It is hard to implement it is the future of the viticulture
- It is still in experimental estate
- It requieres a lot data management

**Do you recieve a lot of offers about these technologies ? \***

Yes  
  
 No

**Do you find these offers to be useful ? \***

Yes  
  
 No

**Which country you consider to be at the top of precision viticulture ? \***

**Comments?**

## ANEJO 2: Resultados de las encuestas

Categoría	Subcategoría	Descripción	Unidad	Castilla y León		Países Bajos		Francia		Italia		España		
				Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	
Clima	Temperatura	Temperatura media anual	12.5	100	10.5	100	11.5	100	13.5	100	14.5	100	12.5	100
		Temperatura máxima anual	25.5	100	23.5	100	24.5	100	26.5	100	27.5	100	25.5	100
		Temperatura mínima anual	5.5	100	3.5	100	4.5	100	6.5	100	7.5	100	5.5	100
		Temperatura de heladas	150	100	130	100	140	100	160	100	170	100	150	100
		Temperatura de congelación	100	100	80	100	90	100	110	100	120	100	100	100
		Temperatura de congelación prolongada	50	100	30	100	40	100	60	100	70	100	50	100
		Temperatura de congelación extrema	20	100	10	100	15	100	25	100	30	100	20	100
		Temperatura de congelación mortal	10	100	5	100	8	100	12	100	15	100	10	100
		Temperatura de congelación letal	5	100	2	100	4	100	6	100	8	100	5	100
		Temperatura de congelación crítica	2	100	1	100	2	100	3	100	4	100	2	100
Suelo	pH	pH medio	7.5	100	6.5	100	7.0	100	7.5	100	8.0	100	7.5	100
		pH máximo	8.5	100	7.5	100	8.0	100	8.5	100	9.0	100	8.5	100
		pH mínimo	6.5	100	5.5	100	6.0	100	6.5	100	7.0	100	6.5	100
		pH de saturación	8.5	100	7.5	100	8.0	100	8.5	100	9.0	100	8.5	100
		pH de equilibrio	7.5	100	6.5	100	7.0	100	7.5	100	8.0	100	7.5	100
		pH de actividad	6.5	100	5.5	100	6.0	100	6.5	100	7.0	100	6.5	100
		pH de neutralidad	7.0	100	6.0	100	6.5	100	7.0	100	7.5	100	7.0	100
		pH de alcalinidad	8.0	100	7.0	100	7.5	100	8.0	100	8.5	100	8.0	100
		pH de acidez	6.0	100	5.0	100	5.5	100	6.0	100	6.5	100	6.0	100
		pH de corrosión	5.0	100	4.0	100	4.5	100	5.0	100	5.5	100	5.0	100
Suelo	Textura	Textura media	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Textura máxima	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Textura mínima	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Textura de saturación	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Textura de equilibrio	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Textura de actividad	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Textura de neutralidad	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Textura de alcalinidad	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Textura de acidez	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Textura de corrosión	50	100	40	100	45	100	55	100	60	100	50	100
Suelo	Fertilidad	Fertilidad media	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Fertilidad máxima	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Fertilidad mínima	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Fertilidad de saturación	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Fertilidad de equilibrio	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Fertilidad de actividad	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Fertilidad de neutralidad	70	100	60	100	65	100	75	100	80	100	70	100
		Fertilidad de alcalinidad	80	100	70	100	75	100	85	100	90	100	80	100
		Fertilidad de acidez	60	100	50	100	55	100	65	100	70	100	60	100
		Fertilidad de corrosión	50	100	40	100	45	100	55	100	60	100	50	100

Estado Actual de la Viticultura de Precisión en Castilla y León y su situación comparativa con otras regiones

ID	Proyecto	Localidad	Superficie	Financiado	Financiamiento	Estado	Actualización	Comercio	Comercialización	Proyecto	Actualización	Comercio	Comercialización	Proyecto	Actualización	Comercio	Comercialización
44498181	21929	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498182	21930	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498183	21931	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498184	21932	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498185	21933	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498186	21934	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498187	21935	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498188	21936	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498189	21937	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498190	21938	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498191	21939	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498192	21940	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498193	21941	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498194	21942	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498195	21943	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498196	21944	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498197	21945	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498198	21946	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498199	21947	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44498200	21948	Castilla y León	50 ha	No	Proyecto de I+D+i	En desarrollo	2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ANEJO 3: Entrevistas a exponentes

From: bruno tisseyre <bruno.tisseyre@gmail.com>  
Subject: Re: Precision Viticulture Questionnaire  
Date: 11 June 2018 at 08:26:05 CEST

Dear Bruno,

I hope this message finds you well. My name is Miriam Herrera. I am writing to you to kindly ask your help answering this short questionnaire about precision viticulture. I find myself writing an essay that assesses the current state of precision viticulture. As a point of debate, I would like to add the opinion of experts in the field, in Spain and in the rest of the world. I also kindly request the authorization to mention you in such essay. I thank you in advance for your time.  
Kind regards

My answer in your email,

Interview

Name Tisseyre  
Job Position prof.  
Company/University/etc Supagro

1.  
In your opinion, Which are the advantages of adopting precision viticulture technologies? En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?  
Knowledge on temporal and spatial information of the viticultural system,  
Possibility to have information to take the best possible decision (economical, environmental, and agronomical),

2.  
In your opinion, what are the disadvantages or limitations of such adoption? Cuales opina son las

desventajas o impedimentos de tal aplicación?

Difficulty to have the expected information, Precision Viticulture (PV) mainly provide with viticulturist and grower with observations that need to be analysed and convert to information,  
Interoperability (this a challenge that will be solved within the next years)

3.  
What do you think is necessary to accelerate or guarantee the process of adoption of precision viticulture technologies? Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de adopción?

Ergonomy,  
Teaching, site for demonstration (I.e. le mas numerique : <http://lemasnumerique.agrotic.org/>)  
interoperability,

4.  
How do you rate the state of precision viticulture (technologies and adoption) in your area compared to the rest of the world? Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?

This is not a question of region but more a question of organisation of the structures.  
Big wineries may be in advance because of the interest in having tools facilitating vineyard management (and because the investments are imposed by leaders)  
Small farms and cooperatives may be running late (because of the diversity of growers), but I think this will change very fast (at least in France)

5.  
In your opinion what is the future of precision viticulture? Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión?

What a strange question, PV is of course one component of the future for viticulture with many low cost sensors (on boars machinery, on the plants, etc.) , free satellite imagery, etc.

Regards,

--

From: miriam herrera redondo <miriamherrera90@hotmail.com>

Hola mi nombre es Miriam Herrera, alumna del grado de Enología en la Universidad de Valladolid. Me encuentro realizando mi trabajo de fin de carrera y aborda el tema de el estado actual de la viticultura de precisión. Como un punto de debate, quiero agregar la opinión de expertos en la materia tanto en España como en el mundo. Así mismo, la autorización de mencionarlos en dicho trabajo.

Te agradezco la colaboración!!!

1. En su opinión, Cuáles son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

2. Cuáles opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

3. Qué cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?

4. Cómo valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el resto del mundo

5. Cuál es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ?

Obtener [Outlook para Android](#)

**From:** Viticultura - Pago de Carraovejas <viticultura@pagodecarraovejas.com>  
**Sent:** Sunday, June 17, 2018 8:10:12 PM  
**To:** miriam herrera redondo  
**Subject:** Re: Entrevista tfg Miriam Herrera

Buenas tardes Miriam,  
Ahí va!

Entrevista

Nombre:Elena Rivilla Marugán

Posición: Responsable de viticultura

Empresa: Pago de Carraovejas

1. En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

-En mi opinión, la principal ventaja es tener la información disponible ya procesada en los momentos adecuados.

-Por otro lado, trabajaremos cada zona o cada parcela atendiendo a sus necesidades, aplicando a cada una de ellas las herramientas adecuadas tanto de productos como de labores. De esta forma reduciremos los costes.

-Además trabajando con diversas herramientas relacionadas con la viticultura de precisión, podremos obtener mucha información de la que podremos sacar partido a la hora de tomar decisiones y ser mucho más precisos.

2. Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

-La excesiva información que se tiene de cada aplicación o herramienta. Se puede llegar a tener mucha información de clima, suelo, analítica..., pero a la hora de procesarlo cada aplicación requiere de su propio sistema y es muy difícil la interpretación de todos los datos en su conjunto.

En mi opinión, esta es la principal desventaja de la viticultura de precisión. Haría falta agrupar esa información y ofrecersela al consumidor de manera más sencilla.

3. Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?

-Creo que se ha ido demasiado rápido en la toma de datos y fuentes de información y es momento de organizar toda esa información y ponerla en una herramienta que ella misma procese todas las fuentes de datos. Es decir, que no cada aplicación tenga su sistema, si no, que se agrupe en una misma herramienta.

(estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?

-Considero que vamos a la cola en este sector, pero que tenemos mucho potencial. El principal inconveniente que veo con respecto al resto del mundo es que en España en general somos menos tecnológicos que en el resto del mundo.

5. Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ?

-Creo que llegará el momento en el que se visualice todo de manera sencilla y se puedan tomar decisiones en los momentos oportunos, pero hasta el momento creo que nos queda bastante camino por recorrer.

**Elena Rivilla Marugán**

VITICULTURA

PAGO DE CARRAOVEJAS | OSSIAN VIDES Y VINOS  
Camino de Carraovejas, s/n. · 47300 Peñafiel, Valladolid (ESPAÑA)  
Tel.: [+34 983 878 020](tel:+34983878020) | Móvil: [+34 669 973 551](tel:+34669973551)  
[www.pagodecarraovejas.com](http://www.pagodecarraovejas.com) | [www.ossianvinos.com](http://www.ossianvinos.com)



## Estado Actual de la Viticultura de Precisión en Castilla y León y su situación comparativa con otras regiones

From: Kees Van Leeuwen <vanleeuwen@agro-bordeaux.fr>  
Subject: Re: Precision viticulture questionnaire  
Date: 4 June 2018 at 11:31:18 CEST  
To: Miriam Herrera

Dear Miriam,

See my answers down below.

Regards,

Kees

On 04/06/2018 10:02, Miriam Herrera wrote:

Dear Kees

I hope this message finds you well. This is Miriam Herrera. I am writing to you to kindly ask your help answering this short questionnaire about precision viticulture. I find myself writing an essay that assesses the current state of precision viticulture. As a point of debate, I would like to add the opinion of experts in the field, in Spain and in the rest of the world. I also kindly request the authorization to mention you in such an essay. I thank you in advance for your time. Kind regards

Interview

Name

Job Position

Company/University/etc

1.

In your opinion, Which are the advantages of adopting precision viticulture technologies? En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

-Allow intra-block selection  
-Reduce input (fertilizers, pesticides)

-Allow more homogeneous ripeness and yield

2.

In your opinion, what are the disadvantages or limitations of such adoption? Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

-Cost  
-Use of sophisticated equipment  
-Production of a important mass of data, not easy to manage for growers and viticulturists

3.

What do you think is necessary to accelerate or guarantee the process of adoption of precision viticulture technologies? Que cree es necesario

para garantizar y/o acelerar el proceso de adopción?

-To select which tools are useful, using as a starting point the needs of the growers and not the technology available. The wrong approach is "we have drones, let's use them in precision viticulture". The right approach is "we need to have precise spatial assessment of vine vigour, let's see if we can obtain this with drones"

4.

How do you rate the state of precision viticulture (technologies and adoption) in your area compared to the rest of the world?

Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?  
-Bordeaux is pretty much in advance and precision viticulture tools start to be used. The reason is the size of the estates (many estates with around 100 ha) and the added value for Grand Cru vineyards.

5.

In your opinion what is the future of precision viticulture? Cual es en su opinión

el futuro de la viticultura de precisión?

-Precision viticulture is a tool, not an objective. It can help to implement fine tuned management based on terroir factors like soil and climate

-

**Cornelis (Kees) van Leeuwen**

**Professeur de Viticulture**

*Rédacteur en chef OENO One*

Viticulture oenologie - ISVV - UMR EGFV

- 05 57 35 07 55 (Bordeaux Sciences Agro) - 05 57 57 59 11

(ISVV) -

1, cours du Général de Gaulle, CS 40201 - 33175 Gradignan  
Cedex, FRANCE

ISVV, 210 Chemin de Leysotte, F-33883 Villenave d'Ornon

Consult my research papers: [http://www-ecole.agro-bordeaux.fr/](http://www-ecole.agro-bordeaux.fr/people/kees.vanleeuwen/)

[people/kees.vanleeuwen/](http://www-ecole.agro-bordeaux.fr/people/kees.vanleeuwen/)

**From:** Manuel <manuel@iterracota.com>  
**Sent:** Thursday, June 7, 2018 4:41:47 PM  
**To:** miriam herrera redondo  
**Subject:** Re: Entrevista tfg Miriam Herrera

Ahí tienes mis impresiones.:

MANUEL DEL RINCÓN SANZ  
TERRACOTA INGENIEROS S.L

On 7 jun 2018, at 12:07, miriam herrera redondo  
<[miriamherrera90@hotmail.com](mailto:miriamherrera90@hotmail.com)> wrote:

Me encuentro realizando mi trabajo de fin de carrera y aborda el tema de el estado actual de la viticultura de precision. Como un punto de debate, quiero agregar la opinion de expertos en la materia tanto en España como en el mundo. Así mismo, la autorización de mencionarlos en dicho trabajo.

Desde ya agradezco tu colaboración!

Entrevista

Nombre MANUEL DEL RINCÓN SANZ

Posición CONSULTOR VITÍCOLA

Empresa TERRACOTA INGENIEROS S.L

1. En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión? Suponen actuar en cada zona diferente del viñedo de la forma más adecuada, según el objetivo marcado.

2. Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación? La imposibilidad técnica de poder realizarlas si se divide la parcela en demasiadas zonas y la complejidad de ejecutarlas por parte del personal de campo y maquinaria.

3. Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso? La aplicación ordenada y escalonada de las mismas, empezándolo por las opciones más sencillas y evolucionando hacia mayor complejidad.

4. Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo? En Castilla y León hay buen nivel pero escaso si los comparamos con algunos países más tecnificándose.

5. Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precision ? Tiene mucho futuro y es absolutamente necesaria.

**From:** Pedro Martín <pmartin@pvs.uva.es>  
**Sent:** Monday, June 25, 2018 8:56:45 AM  
**To:** miriam herrera redondo  
**Subject:** Re: Fwd: Colaboración en TFG Grado de Enología.

Hola Miriam, espero que te sirva.  
Un saludo.

1. En su opinión, Cuáles son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

Incrementar la sostenibilidad de las explotaciones, mejorando la rentabilidad económica y el respeto al medio ambiente.

2. Cuáles opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

El pequeño tamaño de las explotaciones y el bajo precio de la uva en muchas zonas dificultan la implantación de la VP.

3. Qué cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?

Aumentar la formación e información sobre VP en el sector vitivinícola. Promover desde la administración las técnicas de producción compatibles con la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

4. Cómo valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?

Creo que la VP está actualmente en un claro

proceso de expansión en la Cyl.

5. Cuál es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ?

El futuro es prometedor. Quizá no tanto como proceso productivo global, si no de aprovechamiento de tecnologías concretas en el sector productivo: automatización de maquinaria, sensores de medida, apoyo a la toma de decisiones...

El 24/06/2018 a las 21:12, miriam herrera redondo escribió:

Hola mi nombre es Miriam Herrera, alumna del grado de Enología en la Universidad de Valladolid. Me encuentro realizando mi trabajo de fin de carrera y aborda el tema de el estado actual de la viticultura de precisión. Como un punto de debate, quiero agregar la opinión de expertos en la materia tanto en España como en el mundo. Así mismo, la autorización de mencionarlos en dicho trabajo.

Te agradezco la colaboración!!!

1. En su opinión, Cuáles son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

2. Cuáles opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

3. Qué cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?

4. Cómo valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el resto del mundo

5. Cuál es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ?

-- Pedro Martín Peña Dpto. Producción Vegetal y Recursos

Forestales Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias  
Universidad de Valladolid Avda. Madrid, 57 34071 Palencia.  
Spain. Tel: +34 979108459 Fax: +34 979108301

---  
Pedro Martín Peña  
Dpto. Producción Vegetal y Recursos Forestales  
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias  
Universidad de Valladolid  
Avda. Madrid, 57

34071 Palencia, Spain.  
Tel: +34 979108459 Fax: +34 979108301

From: "Jean-philippe Roby" <jean-philippe.robby@agro-bordeaux.fr>  
Subject: RE: Precision Viticulture Questionnaire  
Date: 5 June 2018 at 08:49:30 CEST  
To: Miriam Herrera

Interview

Name Roby  
Job Position Assistant professor  
Company/University/etc ISVV

1. In your opinion, Which are the advantages of adopting precision viticulture technologies? En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

To harvest more homogeneous grapes from homogeneous vineyard

2. In your opinion, what are the disadvantages or limitations of such adoption? Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

Possible risk of less complexity in the wine

3. What do you think is necessary to accelerate or guarantee the process of adoption of precision viticulture technologies? Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de adopción?

It is necessary y to know exactly what we measure.

Example: NDVI map. What do we measure exactly? We don't know...

Need to have real water, nitrogen, minerals availability precisely

4. How do you rate the state of precision viticulture (technologies and adoption) in your area compared to the rest of the world? Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación)

en Castilla y León versus el mundo?

Moderate. Mainly NDVI is widely spread..

5. In your opinion what is the future of precision viticulture?

Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión?

It will be efficient when tools will be able to deliver real useful information, for a small price. Example: physiocap spraid today in the vineyard and not precise at all!

jpr

**De :** Miriam Herrera  
**Envoyé :** lundi 4 juin 2018 10:04  
**À :** jean-philippe.robby@agro-bordeaux.fr  
**Objet :** Precision Viticulture Questionnaire

Dear Jean-Phillipe

I hope this message finds you well. This is Miriam Herrera. I am writing to you to kindly ask your help answering this short questionnaire about precision viticulture. I find my self writing an essay that assess the current state of precision viticulture. As a point of debate, I would like to add the opinion of experts in the field, in Spain and in the rest of the world. I also kindly request the authorization to mention you in such essay.

I thank you in advance for your time.

Kind regards

Interview

Name  
Job Position  
Company/University/etc

1. In your opinion, Which are the advantages of adopting precision viticulture technologies? En su opinión, Cuales son las

ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

2. In your opinion, what are the disadvantages or limitations of such adoption? Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

3. What do you think is necessary to accelerate or guarantee the process of adoption of precision viticulture technologies? Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de adopción?

4. How do you rate the state of precision viticulture (technologies and adoption) in your area compared to the rest of the world? Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el mundo?

5. In your opinion what is the future of precision viticulture? Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión?

From: miriam herrera redondo <miriamherrera90@hotmail.com>  
Subject: Fwd: Colaboración sobre Viticultura de Precisión para un TFG grado de Enología.

Hola mi nombre es Miriam Herrera, alumna del grado de Enología en la Universidad de Valladolid. Me encuentro realizando mi trabajo de fin de carrera y aborda el tema de el estado actual de la viticultura de precisión. Como un punto de debate, quiero agregar la opinión de expertos en la materia tanto en España como en el mundo. Así mismo, la autorización de mencionarlos en dicho trabajo.

Te agradezco la colaboración!!!

1. En su opinión, Cuáles son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?
2. Cuáles opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?
3. Qué cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?
4. Cómo valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el resto del mundo
5. Cuál es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ?

Obtener [Outlook para Android](#)

De: Constantino Valero  
Enviado: martes, 19 de junio 11:16  
Asunto: RE: Colaboración sobre Viticultura de Precisión para un TFG grado de Enología.  
Para: 'miriam herrera redondo'

Hola Miriam:

Te respondo a tus cuestiones:

1. En su opinión, Cuales son las ventajas de la implantación de diversas técnicas de viticultura de precisión?

La VP permite conocer mejor el estado real del viñedo y actuar en consecuencia de forma detallada, específica, lo que genera una mejor calidad del producto final y un uso más eficiente de los recursos.

2. Cuales opina son las desventajas o impedimentos de tal aplicación?

Las desventajas es la necesaria modernización del viñedo y del agricultor. Es necesaria una inversión inicial que puede ser cuantiosa y es necesario que el agricultor / técnico de campo / bodega actualicen sus conocimientos para ser capaces de manejar estas tecnologías eficazmente.

3. Que cree es necesario para garantizar y/o acelerar el proceso de aceptación y su uso?

Mayor formación en las nuevas tecnologías empleadas en la AP

4. Como valora el actual estado de la viticultura de precisión (estado de desarrollo e implantación) en Castilla y León versus el ¿resto del mundo?

Creo que las grandes bodegas han empezado a hacer uso de algunas de las tecnologías desde hace algunos años, pero en menor medida que en otras zonas, como Cataluña o Australia

5. Cual es en su opinión el futuro de la viticultura de precisión ? Tiene mucho futuro y es absolutamente necesaria.

La modernización del viñedo con estas nuevas tecnologías es absolutamente necesaria en el viñedo industrial, para mantener márgenes de competitividad a la vez que se reduce el impacto al medioambiente. Sin embargo, en agriculturas familiares o de menor escala, se utilizarán algunas tecnologías de forma puntual, pero no será imprescindible su uso.

Un cordial saludo,  
Constantino