

Modernización agronómica del cultivo del lúpulo en España: un caso práctico

María Fandiño Beiro¹, Ingeniera Agrónoma – Contratada Investigación

Javier J. Cancela¹ – Dr. Ingeniero Agrónomo – Prof. Contratado Doctor

¹ GI-1716 PROEPLA. Depto. Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

El cultivo del lúpulo en España se presenta como minoritario a pesar de ser el tercer productor europeo en cuanto a variedades alfa, y a la creciente demanda de lúpulo en términos globales, principalmente para su uso cervecero. Se presenta un breve análisis del cultivo en los últimos 60 años a partir de datos históricos, junto a un ejemplo de tecnificación del sector para el caso del manejo del riego en Galicia. En el ensayo de riego se ha determinado el contenido de agua en el suelo, además de parámetros productivos y cualitativos en dos campañas (2018 y 2019), en dos estrategias de riego. Los resultados exponen la necesidad de mejorar la situación global del sector incrementando su superficie, así como la relevancia de la tecnificación del campo, facilitando el manejo del cultivo.

La introducción del cultivo del lúpulo en España se produce en el año 1914, a través de ensayos en Galicia de variedades británicas valorando su adaptación, por medio del Director de la Granja Agrícola de A Coruña. La motivación de su cultivo fue el desabastecimiento de la materia prima, procedente principalmente de Alemania, debido a la primera guerra mundial. Si bien, es en los años 30 del siglo XX donde se produce el incremento de la superficie en producción de forma progresiva, hasta la adjudicación en 1945 (B.O.E., 1945) a la Sociedad Anónima Española de Fomento del Lúpulo (SAEFL), las tareas de fomento del cultivo del lúpulo en las tres zonas productivas que el Ministerio de Agricultura estableció, siendo Galicia y Asturias; Santander, Navarra y País Vasco; y León, Burgos, Palencia y Logroño (Matilla, 2009). El lanzamiento de la SAEFL supone un gran avance de la producción en España hasta alcanzar su superficie máxima (1967 ha), previamente a la entrada de España en la Unión Europea, momento en el que se produce el desmantelamiento de los centros productivos de Galicia, Asturias y Cantabria, manteniéndose León como zona productiva de referencia a nivel nacional. Durante los últimos quince años se ha producido un interés por la recuperación del lúpulo en zonas productoras como Galicia, y su introducción en Cataluña, relacionado con la demanda de la industria cervecera, así como la aparición de cerveceras artesanas que demandan lúpulo para su producción. En la situación actual, la producción total de España nos sitúa en el décimo puesto a nivel mundial (I.H.G.C., 2019), siendo el tercer productor europeo de variedades alfa, tras Alemania y Polonia, con una superficie actual de 540 ha, y una producción cercana a las 1.000 t (MAPA, 2018a y b).



La importancia de los efectos del clima sobre la producción del lúpulo se refleja en múltiples trabajos sobre el manejo del agua a aplicar al cultivo en cada momento, mediante el riego, en diferentes situaciones ambientales a nivel mundial (Bárek et al., 2009, Gloser et al., 2013, Nakawuka et al., 2017, Fandiño et al., 2019), además los efectos ambientales intervienen en el proceso cualitativo del producto, aspecto crucial en el cultivo del lúpulo, pues su precio final incluye la calidad en el mismo (Pavlovic et al, 2012).

El presente artículo recoge dos objetivos principales: primero, exponer la evolución histórica del cultivo del lúpulo en España en cuanto a rendimientos agronómicos, y segundo, un ejemplo de aplicación de herramientas de control que permitan la modernización del cultivo y su manejo, a partir del caso práctico desarrollado en Galicia durante el año 2019.

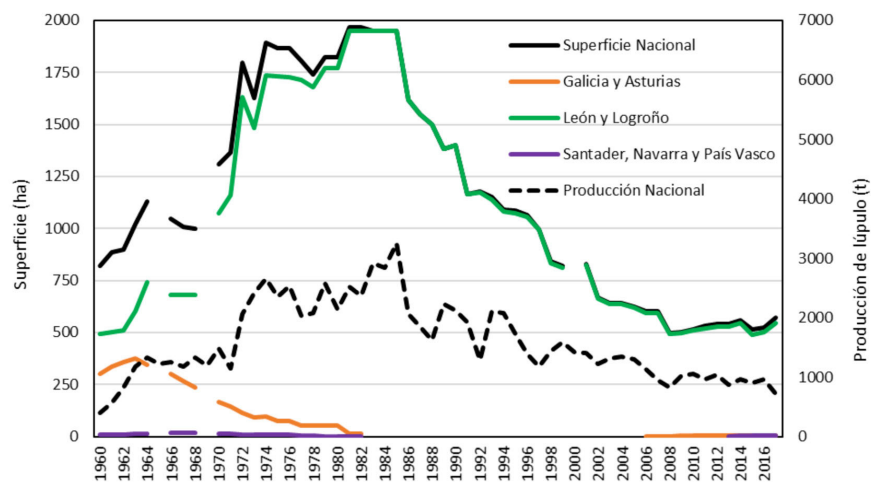


Figura 1. Evolución de la superficie y producción de lúpulo a nivel nacional, y por zonas productivas – 1960-2017.

Evolución histórica del cultivo – 1960 a 2019

La evolución de los rendimientos agronómicos del lúpulo en España en los últimos 60 años, está marcada por la regulación y fomento del mismo por la SAEFL, que desde su creación en 1945, y hasta bien entrado este siglo, coordinó todas las actuaciones ligadas al cultivo en España, representando al país en los diferentes foros internacionales. Cabe mencionar que la SAEFL en sus orígenes estaba liderada por las principales cerveceras de España, representada por la Asociación de Cerveceros de España actualmente. La definición de las tres principales zonas de producción en España por parte del Gobierno (Matilla, 2009) sirve

para explicar la evolución de la producción en el país, si bien destacan Galicia y León, especialmente esta última con más de 500 ha en la actualidad, aglutinando más del 95% de la superficie en España (Figura 1). Recientemente destaca la presencia de zonas productoras en Cataluña que superan las 15 ha (MAPA, 2018a), junto con la recuperación progresiva de superficie en Navarra, así como en Galicia, aunque en este último caso existe un gran recorrido, pues en los años 60, se llegaron a superar más de 300 ha en producción.

En términos cualitativos de la producción se dispone de información de un período de casi diez años, donde se puede observar (Cuadro 1) que el contenido de alfa ácidos es ligeramente superior en Galicia, frente a los obtenidos en León. Este aspecto está principalmente relacionado con la diferencia en las condiciones climáticas entre ambas zonas: Comarca de Betanzos y Órbigo, en Galicia y León, respectivamente.

Año	Galicia	León
2008	13,30	13,30
2009	13,00	12,21
2010	12,40	12,20
2011	13,60	12,37
2012	12,80	11,24
2013	12,90	12,04
2014	12,70	11,52
2015	11,10	10,89
2016	9,10	11,47

Cuadro 1. Evolución del contenido medio en alfa ácidos en el lúpulo 2008 - 2016.

Si nos centramos en aspectos económicos de la producción de lúpulo en España (Figura 2), puede observarse una cierta estabilidad de la producción anual, entorno a las 1.000 t, con un valor de la producción anual situada en los 4 M€, y con una tendencia a un incremento relativo del precio por kg al productor. Las variaciones sufridas en términos económicos están relacionadas con la situación climática de los años en curso, la oferta de producto, y la disponibilidad de lúpulo a nivel mundial, como ejemplo fuertes inundaciones en Alemania han generado importantes modificaciones en el pasado. La producción media por hectárea de cultivo, mayoritariamente en regadío está en 1,25 t/ha en 2017, frente a un máximo de 2,10 t/ha en 2004, lo que genera una imperiosa necesidad de mejorar los sistemas de producción para no sufrir estas importantes variaciones, que no garantizan la viabilidad del cultivo.

La modernización de las explotaciones de lúpulo en España es una necesidad que debe iniciarse con la tecnificación del manejo del riego y nutrientes, un control de las plagas y principales enfermedades del cultivo, así como una mejora en el procesado posterior a la cosecha, reduciéndose mermas productivas en el mismo. En el servicio de asesoramiento al regante de Castilla-León se facilita el manejo del riego en la zona del Órbigo, siendo necesario transferir el uso y aplicación del mismo a los productores para que puedan obtener un mayor beneficio del mismo. El manejo del agua debería además de ir acompañado de la implementación de equipamiento (sensores) en parcela que mediante datos particulares de cada local, permitieran realizar calendarios de riego adaptados a los suelos, variedades y clima de cada parcela, o grupo de parcelas próximas entre sí y con características homogéneas. El manejo de plagas y enfermedades debería de basarse en el estudio de

dinámicas de plagas y ciclos de hongos que afectan al desarrollo de la parte aérea de la planta, y por último al cono floral, como producto final objetivo. Un sistema de alertas ayudaría a evitar tratamientos tardíos y con ello importantes pérdidas productivas.

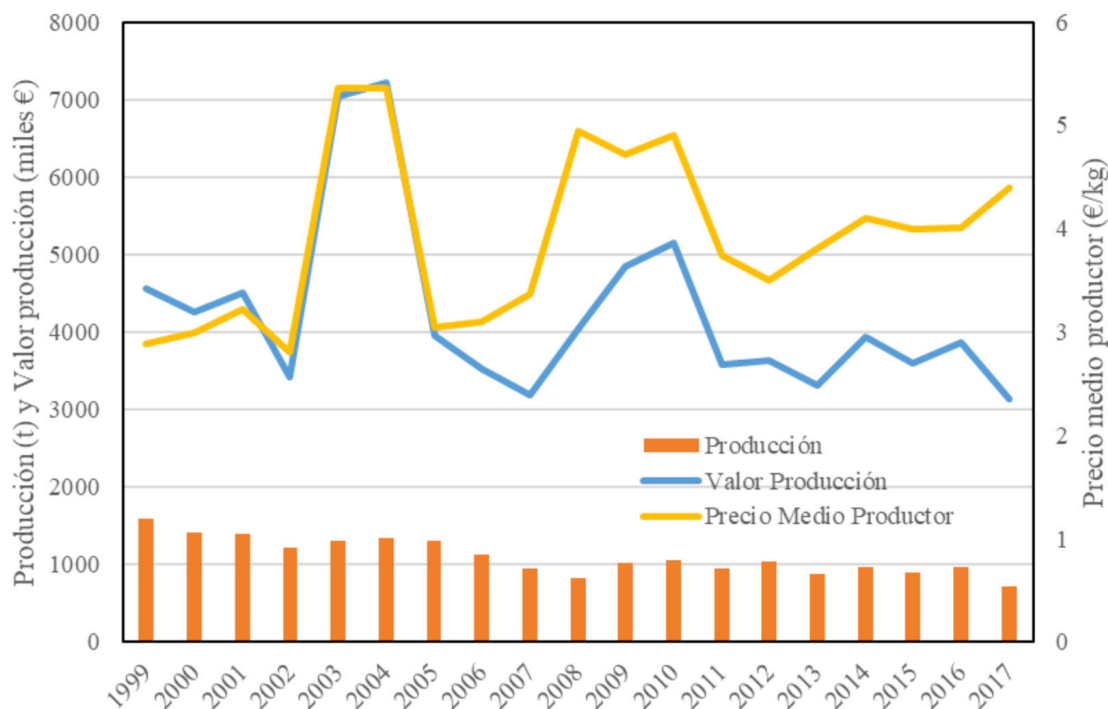


Figura 2. Evolución de la producción, precio medio al productor y valor total de la producción de lúpulo para el período 1999-2017.

Caso práctico de modernización en Galicia. Herramientas de control del cultivo

En las diferentes regiones productivas se han realizado en los últimos años estudios de investigación, buscando la mejora del cultivo, como demuestra la creación de un Grupo Operativo del Ministerio en el año 2018, en el que intervienen los principales agentes productivos, científicos y otros agentes involucrados en el sector. La Sociedad Agraria de Transformación 'Lúpulos de León', lidera el Grupo, junto a Lúpulo Tecnología de Galicia, como segundo productor del consorcio, a los que se suman cinco Organismos Públicos de Investigación: Agencia Gallega de Calidad Alimentaria, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, NEIKER - Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, y las Universidades de León y Santiago de Compostela, y la empresa Hopsteiner España. Este proyecto está actualmente en desarrollo, en la búsqueda de "Innovaciones en el cultivo de lúpulo en España para mejorar la sostenibilidad de las explotaciones agrícolas", transfiriendo las diferentes experiencias de los socios al sector productivo.



Figura 3. Parcela experimental de Lúpulo cv. Nugget – Galicia - Septiembre 2019.

Como ejemplo de las diferentes experiencias desarrolladas dentro del Grupo Operativo en los últimos años, y de la modernización del sector, se expone a seguir la investigación realizada en una plantación de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cv. 'Nugget' propiedad de 'L.U.T.E.G.A, S.C.L', situado en Abegondo (A Coruña, Galicia, NW Spain)(Figura 3), durante los años 2018 y 2019 (Alves et al., 2019). La parcela experimental 'Borreiros' tiene aproximadamente 2 ha ($43^{\circ}13'27.8''N$ $8^{\circ}16'29.7''E$ y 94 m sobre el nivel del mar). La separación entre plantas y filas es 1,5 x 3,0 m ($2,222$ plantas ha^{-1}) disponiendo la parcela de un sistema de riego por goteo en superficie. Las tuberías de riego cuentan con un emisor inter-línea no autocompensante (2 L h^{-1}) separados 1 m entre sí.

Se implementaron dos tratamientos a estudiar: 1) la estrategia de riego empleado por el agricultor (100%), y 2) un riego deficitario, aportando el 80% del agua del primer tratamiento. El proceso de determinación de las necesidades de riego fue realizado siguiendo las recomendaciones de Fandiño et al. (2015). Los riegos fueron aplicados desde finales de junio a principios de septiembre, en turnos de 5 h (100%) y 4h (80%).

Para el control del ensayo se tomaron medidas del contenido de agua en el suelo, empleando un equipo TDR, a la profundidad de 60 cm, así como el seguimiento del cultivo a lo largo de todo su ciclo productivo, y la toma de datos productivos y muestras para el análisis cualitativo del mismo en ambas campañas.

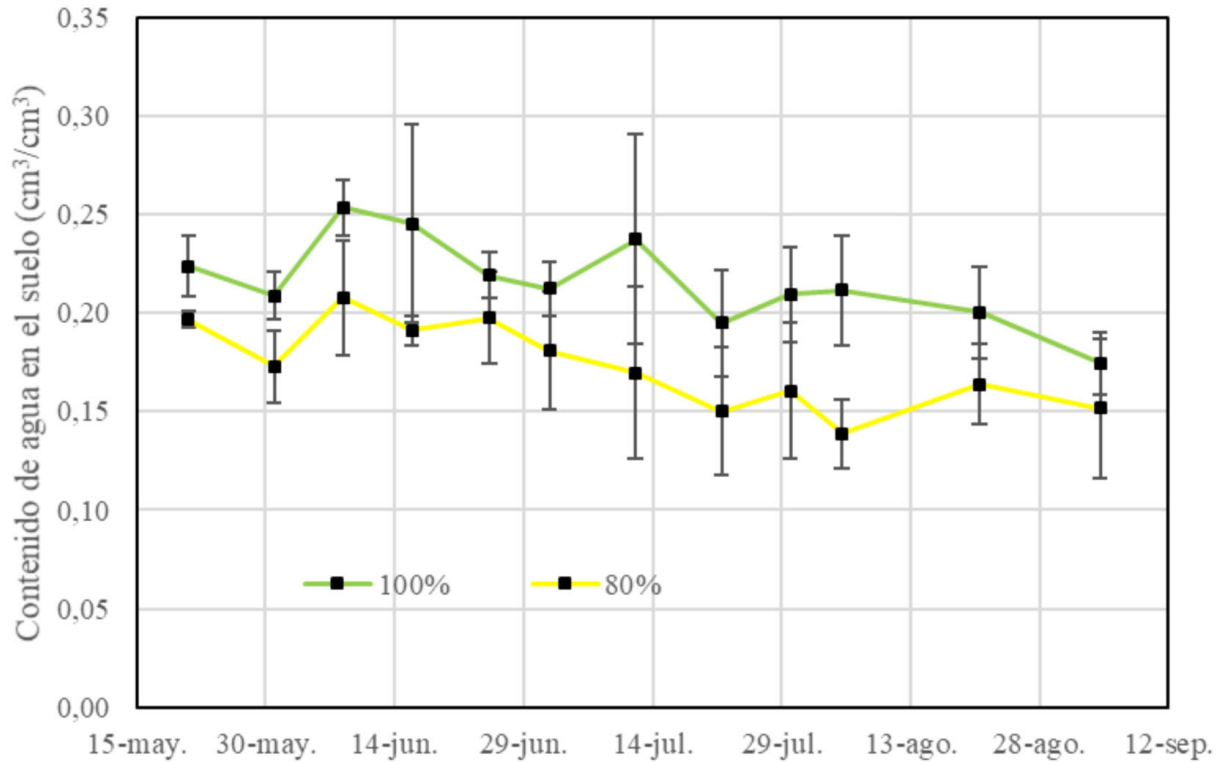


Figura 4. Dinámica de la evolución del contenido de agua en el suelo – Campaña 2019. Barras de error, representan la desviación estándar.

Tratamiento	Producción de lúpulo (peso fresco) por planta (kg)	Producción de lúpulo (peso fresco) por hectárea (kg)	Producción de lúpulo (10% humedad) por hectárea (kg)
80%	3,473	7717,8	1930,4
100%	3,563	7917,7	1967,5

Cuadro 2. Componentes de la producción de lúpulo según tratamiento de riego. Campaña 2018.

Los resultados obtenidos han mostrado diferencias en cuanto al agua disponible para la planta en ambos tratamientos, en las dos campañas en estudio, siendo significativo que durante el año 2019 (Figura 4) se sitúa por debajo del 20%, aún en el tratamiento regado 100% desde mediados de julio. A nivel productivo la campaña 2018 mostró unos rendimientos medios para ambos tratamientos acorde a los datos históricos de la parcela (Cuadro 2), sin diferencias entre ambos tratamientos, aplicando un 20% menos de agua en el tratamiento 80%, por el contrario en el año 2019 las producciones se encontraron por debajo de los valores medios, siendo drástica la reducción en el tratamiento 80%, aunque esta no debe achacarse exclusivamente al agua aplicada, sino a otros factores como las

enfermedades que se presentaron en esta última campaña, unido a las condiciones climáticas durante la misma. Por el contrario, a nivel cualitativo los conos florales obtenidos (Figura 5) mostraron valores de beta ácidos similares en las dos campañas y tratamientos (Cuadro 3), si bien en el año 2019 se produjo una merma importante en cuanto a alfa ácidos (1,5% inferiores), siendo esta la principal característica de la variedad Nugget en estudio.

Tratamiento	Alpha ácidos (%)	Beta ácidos (%)	Alpha/Beta ratio
2018			
80 %	13,50	4,30	3,17
100 %	13,40	4,37	3,07
2019			
80 %	11,73	4,07	2,90
100 %	12,00	4,30	2,80

Cuadro 3. Componentes cualitativos según tratamiento de riego. Campañas 2018-2019.



Figura 5. Conos florales en verde cv. Nugget – Galicia Cosecha 2019.

Conclusiones

La evolución del cultivo del lúpulo en España parece haberse estabilizado en los últimos años, tanto a nivel productivo como cualitativo, si bien se precisa incrementar los rendimientos productivos para mejorar la viabilidad de las explotaciones. El análisis histórico muestra que estamos lejos de la superficie cultivada en el pasado, pero que existe capacidad para recuperar la misma, pues la demanda creciente de lúpulo es una realidad. La mejora de la producción, o modernización de la misma, pasa por estudios específicos del cultivo, que recojan la influencia del clima, el manejo del agua, y el uso de sistemas de control frente a plagas y enfermedades. La tecnificación del campo en el sector puede ser abordada desde el uso de satélites (Losada et al., 2019), como de sensores (Cancela et al., 2017) que faciliten información al agricultor para su posterior empleo por el mismo. El proyecto del

Grupo Operativo "Lúpulos de Calidad" se presenta como una herramienta clave para innovar en el sector, mejorando la sostenibilidad de las explotaciones, como elemento dinamizador del rural en zonas de cultivo tradicional del lúpulo.

Agradecimientos

A LU.TE.GA (Sociedad Cooperativa Gallega) por su colaboración, AGACAL-CIAM, y al Grupo Operativo Lúpulo de Calidad.

Referencias bibliográficas

Alves, F.; Fandiño, M.; Mirás-Avalos, J.M.; Rey, B.J.; Mota, M.; Cancela, J.J. (2019). *Effects of irrigation on hop (Humulus lupulus L.) cv. Nugget in Galicia: yield and quality aspects, Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers Convention, Bischoffsheim, Alsace, France, 07-11 July 2019, pp. 54-58, 2019.*

Bárek, V.; Halajand, P.; Igaz, D. (2009). *The influence of climate change on water demands for irrigation of special plants and vegetables in Slovakia, Bioclimatology and Natural Hazards, Springer, Netherlands, pp. 271-282.*

B.O.E. (1945). *Decreto de 23 de mayo de 1945 por el que se dictan normas para el fomento del cultivo del lúpulo, nº 159, pp. 4765*

Cancela, J.J.; Fandiño, M.; Rey, B.J.; González, X.P. (2017) *Hop water requirements: a review and future goals. IV: Hop cultivation and management. International Hop Growers'Convention. 2017.*

Fandiño, M.; Martínez, E.M.; Rey, B.J.; Valladares, J.; Olmedo-Nadal, J.L.; Mirás-Avalos, J.M.; Cancela, J.J. (2019). *Irrigation scheduling for Humulus lupulus (L.) cv. 'Nugget': climate and soil-plant relations. BrewingScience, 72:188-195.*

Fandiño, M.; Olmedo, J.L.; Martínez, E.M.; Valladares, J.; Paredes, P.; Rey, B.J.; Mota, M.; Cancela, J.J.; Pereira, L.S. (2015). *Assessing and modelling water use and the partition of evapotranspiration of irrigated hop (Humulus lupulus), and relations of transpiration with hops yield and alpha-acids. Industrial Crops and Products 77:204-217.*

Gloser, V.; Baláž, M.; Jupa, R.; Korovetska, H.; Svoboda, P. (2013). *The response of Humulus lupulus to drought: the contribution of structural and functional plants traits, Acta Horticulturae, 1010, pp. 149-154.*

I.H.G.C. - International Hop Growers' Convention (2019). *Economic Commission-Summary Reports, Freising, Germany, Abril 2019. Disponible en: <http://www.hmelj-giz.si/ihgcc/activ/apr19.htm>*

Losada, R.; Cancela, J.J.; Corral, G.E.; González, X.P. (2019). *Use of multispectral images for the characterization and management of hops fields. Geophysical Research Abstracts. European Geosciences Union General Assembly 2019. Vol. 21, EGU2019-9619.*

Matilla Cortés, M. (2009). *Factorías secaderos de lúpulo: Una tipología edificatoria industrial innovadora en España. Proyecto de investigación Univ. de A Coruña.*

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2018a). *Anuario de estadística: MAPAMA. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>*

Ministerio de agricultura, pesca y alimentación (2018b). *El sector del lúpulo, situación actual de mercado. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/lupulo_sectorialjulio2018_tcm30-482129.pdf*

Nakawuka, P.; Peters, T.R.; Kenny, S.; Walsh, D. (2017). *Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley, Washington State. Industrial Crops and Products 98:82-92.*

Pavlovic, V.; Pavlovic, M.; Cerenak, A.; Kosir, I.J.; Ceh, B.; Rozman, C.; Turk, J.; Pazek, K.; Krofta, K.; Gregoric, G. (2012) *Environment and weather influence on quality and market value of hops, Plant Soil and Environment, 58, nº 4, pp. 155-160.*