

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEIS VARIETADES DE LÚPULO *en Andalucía*

El crecimiento del consumo de cerveza, la diversificación que se está produciendo en su producción y la proliferación de cervezas artesanales, plantea la pregunta de si es posible producir el lúpulo demandado por esta industria en nuestro territorio, donde se ubican grandes marcas. Estos ensayos son las primeras pruebas de viabilidad del cultivo en nuestra región.

MARÍA TERESA SORIANO VALLEJO, FRANCISCO JAVIER LÓPEZ MORENO
IFAPA Centro Camino de Purchil (Granada). Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.
Junta de Andalucía

El lúpulo, es un ingrediente esencial en el proceso de fabricación de la mayoría de las cervezas a nivel mundial, tanto artesanales como industriales. Por cada litro de cerveza convencional se aportan apenas entre 1 y 2 gramos de lúpulo seco, pero esta aportación confiere a la cerveza su sabor característico, su amargor y su espuma, además de proporcionar estabilidad al producto y favorecer su conservación por su efecto bactericida. La responsable de todas estas propiedades es la lupulina, sustancia producida en unas glándulas ubicadas en las flores femeninas. Es por ello, que sólo se cultivan las plantas hembra al tratarse de una especie dioica.

El lúpulo, *Humulus lupulus*, pertenece a la familia Cannabaceae, es una planta vivaz que puede vivir entre 15 y 20 años, oriunda de Europa, Asia occidental y Norteamérica. Pero también existe de forma silvestre en la península Ibérica en las márgenes de los ríos, lo que presupone la existencia de material genético para su adaptación a nuestras condiciones.

De porte trepador, no desarrolla apéndices de sujeción, pero trepa de forma helicoidal una vez alcanza un soporte. Sus hojas son lobuladas con 3 a 5 lóbulos según la variedad, y desarrolla unos potentes rizomas que permanecen en el suelo en reposo durante la época invernal. Cuando llega la primavera comienzan a emerger los nuevos brotes a partir de las yemas del rizoma, brotes que crecen de forma vegetativa hasta que el fotoperiodo determina la entrada en floración. Las flores femeninas comienzan a ensanchar formando brácteas con forma de cono, nombre con el que se las conoce.

Una vez que las flores femeninas o conos completan su desarrollo, se cosechan para ser secadas en estufa hasta alcanzar un 10% de humedad y posteriormente son peletizadas, forma en la que se comercializan. En las zonas productoras habituales la recolección es mecanizada así como la separación de las flores del resto de las plantas, utilizando las máquinas “despalilladoras”.

En España se cultiva principalmente en la provincia de León, con amplia tradición y un 91,6% de la superficie

total nacional dedicada a este cultivo. En menor medida, se cultiva también en otras regiones como Cataluña y Galicia, representando el 2,4% y el 2,2% de la superficie nacional, respectivamente. La superficie total en España en 2022 fue de 663 ha con una producción de 1.056 toneladas de flores secas y un valor de la producción de 5.940.000 €. Esta producción representa alrededor del 2,2% de la producción de la Unión Europea, con Alemania a la cabeza, seguida por Chequia, Polonia y Eslovenia. A nivel mundial, la producción española representa el 1%, siendo los principales productores Estados Unidos y Alemania.

El cultivo no cubre la demanda nacional por lo que es necesario importar la mayor parte del lúpulo consumido. Las previsiones son de crecimiento por el consumo creciente de cerveza, por las nuevas cervezas diferenciadas desarrolladas en las cervecerías industriales, y por la aparición de numerosas cervecerías artesanales, que además son consumidoras de un mayor número de variedades de lúpulo para lograr diferentes características orga-

nolépticas. Las variedades cultivadas en España a nivel comercial son cuatro: Nugget con el 91% de la superficie, Columbus con el 6%, Eureka con el 1,7%, Cascade con el 0,75% y Apollo con el 0,6%. También se extiende la variedad aromática Lemondrop.

En los últimos años además se ha intensificado la investigación sobre la utilización del lúpulo en farmacia, parafarmacia y cosmética, debido a la gran diversidad de componentes bioactivos que presenta, desde las resinas (con el alfa ácido como componente principal), pasando por los polifenoles, hasta los aceites esenciales. Se le atribuyen propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antioxidantes, antibacterianas y antifúngicas.

Diseño, plantación y seguimiento del ensayo

El IFAPA (instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica) abordó un proyecto de transferencia entre los años 2020 y 2022, para diversificar los cultivos en Andalucía, estableciendo los primeros ensayos de viabilidad del lúpulo en las fincas experimentales de los centros de Granada y Málaga (Campanillas). Las limitaciones de movilidad por el Covid19 impidieron el establecimiento de los ensayos en localizaciones presumiblemente más adecuadas para esta especie, por lo que se incluyeron ensayos además de al aire libre, bajo malla de sombreo para suavizar las condiciones estivales extremas de nuestra latitud. Los resultados mostraron la viabilidad del cultivo bajo malla en ambas localizaciones, pero sin viabilidad al aire libre en la vega de Granada, con veranos extremadamente secos y calurosos. Todo ello testando una única variedad, Nugget, y con técnicas de cultivo similares a las de la provincia de León.

En el año 2022 se implantó un nuevo ensayo de variedades en la finca experimental del centro IFAPA de Granada, bajo malla, con 6 variedades; Nugget, Cascade, Chinook, Columbus, Perlé y Magnum. El umbráculo con



Ensayo de variedades de lúpulo bajo malla en Granada con entutorado a 3,80 m y descuelgue con gancho holandés.

diseño de raspa y amagado estaba cubierto por una malla de sombreo blanco-negra de 6 x 4 hilos/cm y presentaba las bandas cubiertas por rafia impermeable al viento.

Se estableció un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con parcelas elementales de 6 plantas cada una (Figura 1). La plantación se hizo con esquejes en el caso de Nugget extraídos de plantas propias y con rizomas provenientes de un vivero del norte de España para el resto de variedades. El establecimiento de los esquejes no fue bueno con un alto porcentaje de

marras, por lo que en la primavera de 2022 se replantó esta variedad con rizomas con un 100% de éxito. Por ello, esta variedad Nugget presenta en este ensayo un año de desfase con respecto a las otras cinco.

Se plantó en líneas separadas 1,80 m entre sí y con una distancia entre plantas dentro de la línea de 1 m, resultando un marco de plantación de 0,55 plantas/m². El entutorado se realizó a una altura de 2,80 m limitado por la altura del emparrillado del umbráculo, y se fueron descogando las plantas semanalmente utilizando

ENSAYO VARIEDADES DE LÚPULO EN UMBRÁCULO

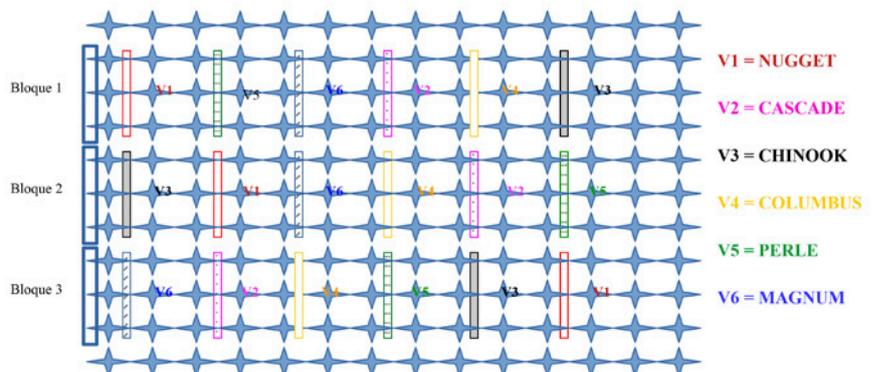


FIGURA 1
Diseño del ensayo en bloques al azar con 3 repeticiones

las perchas o gancho holandés cuando estaban llegando al tope superior, para no limitar su crecimiento.

El riego fue por goteo y a demanda mediante la instalación de tensiómetros y avalado por cálculos semanales de la evapotranspiración del cultivo. La fertilización se hizo por fertirriego a partir de las necesidades de cultivo (Tabla 1) que se han adaptado a nuestro ciclo, a partir de las utilizadas en la zona norte de España.

Se instalaron dos tutores o brazos por planta en forma de V y se dejaron como máximo tres tallos por cada brazo, eliminando el resto. La escarda fue manual en las líneas, estando las calles cubiertas por malla antihierba.

Precocidad

Este carácter se valoró el segundo año (2023) desde la plantación. Las fechas medias de brotación para cada variedad fueron el 28 de marzo para Cascade, el 2 de abril para Magnum, el 7 de abril para Chinook y el 9 de abril para Columbus. La precocidad puede ser un carácter interesante para adelantar la cosecha, evitando la parte final del verano y reduciendo el consumo de agua del ciclo de cultivo.

Las primeras plantas de las variedades Cascade, Columbus y Magnum brotaron hacia el 15 de marzo, mientras que Chinook se retrasó una semana más. La brotación más concentrada la presentó Magnum donde la última planta se registró el 18 de abril. La última planta de Cascade brotó el 27 de abril y las de Columbus y Chinook el 5 mayo. La brotación simultánea puede lograrse mediante la corta de la parte superior del rizoma al principio del ciclo, técnica que a la vez elimina los tallos más precoces para darle homogeneidad a la floración y concentrar la maduración de las flores en el momento de cosecha. Por tanto, este carácter no es tan interesante como la precocidad.

Evaluación del crecimiento de las plantas

El primer año la variedad Cascade no presentó pérdida de plantas, mientras que la variedad Columbus presentó un 5% de marras y las variedades Chi-

TABLA 1
Necesidades del cultivo de lúpulo a lo largo del ciclo en Kg/ha para 15,7 Tn de producción

MES DE CULTIVO	N	P	K	CA
Abril	45	5	25	5
Mayo	45	5	25	5
Junio	83	23	95	16
Julio	33	10	40	5
Agosto	33	10	40	5

TABLA 2
Valores de longitud de los brazos, peso fresco y número de flores cosechadas el primer año de ensayo 2022 para las 6 variedades testadas, todas provenientes de rizomas a excepción de Nugget que provino de estaquillas. Números seguidos de distinta letra indican diferencias significativas (P<0,005).

VARIEDAD	LONGITUD BRAZO1	LONGITUD BRAZO2	LONGITUD MÁXIMA	PESO FRESCO DE FLORES	NÚMERO DE FLORES
Nugget	1,40BC	1,07BC	1,60B	5,6B	112C
Cascade	3,50A	2,90A	3,83A	172,9A	5339A
Chinook	2,97A	2,17AB	3,13A	43,43B	1118C
Columbus	3,15A	2,20AB	3,40A	132,2A	3089B
Perlé	1,23C	0,47C	1,27B	6,4B	178C
Magnum	2,50AB	2,00ABC	3,13A	22,8B	788C

nook y Magnum tuvieron un 11%. Por el contrario, la variedad Perlé presentó ya este año la pérdida del 50% de las plantas. La variedad Nugget como ya se ha comentado, fue la única obtenida por esquejes de los cuales la mitad también se perdieron este primer año. La longitud máxima alcanzada por las plantas fue muy similar para todas las variedades (Tabla 2) a excepción de la variedad Perlé y de la variedad Nugget, con una brotación muy limitada en ambos casos.

En cuanto al peso fresco de flores cosechadas y el número de flores, la diferenciación entre variedades es mayor, destacando las variedades Cascade y Columbus con valores significativamente superiores al resto.

En el segundo año de ensayo, 2023, se repusieron las plantas de la variedad Nugget con rizomas y se valoró también el crecimiento de una variedad silvestre procedente de un vivero del centro de la península. La pérdida de plantas fue del 5% para Nugget, Cascade y Columbus, del 11% para

Chinook y del 22% para Magnum. En el caso de la variedad Perlé únicamente brotó una planta por lo que se descartó directamente y no entró en los análisis de datos.

La variedad silvestre presentó el crecimiento más vigoroso llegando a valores promedio de longitud de los dos brazos de 6,96 m y 7,63 m al final del ciclo (Gráfico 1). La variedad Cascade también presentó un rápido crecimiento inicial con una pendiente de la curva muy similar que luego se ralentizó, alcanzando valores de 5,50 m y 7,54 m. Las variedades Chinook y Nugget, (ésta última incluso siendo su primer ciclo de cultivo) presentaron valores similares con 3,91 m y 4,46 m la primera, y 5,82 m y 3,93 m la segunda. Las variedades Magnum con 4,97 m y 4,10 m, y Columbus con 3,06 m y 3,31 m fueron las de menor crecimiento longitudinal.

En cuanto al número de hojas (Gráfico 2), la variedad silvestre con 109 y 96 hojas en el tallo más largo de cada brazo y la variedad Columbus con 57

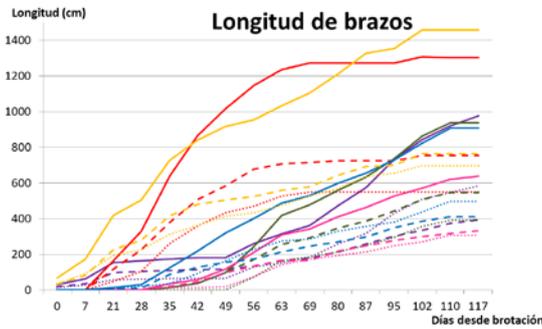


GRÁFICO 1
Valores registrados para la longitud de los brazos de forma individual y la longitud total como suma de ambos brazos para las 6 variedades evaluadas, todas en el segundo año de cultivo a excepción de V1 que se encontraba en el primero. V1 = Nugget, V2 = Cascade, V3 = Chinook, V4 = Columbus, V5 = variedad silvestre, V6 = Magnum. Ciclo 2023

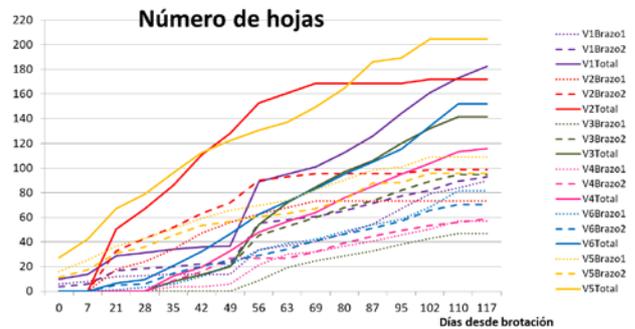


GRÁFICO 2
Valores registrados para el número de hojas de los brazos de forma individual y el número total como suma de ambos brazos para las 6 variedades evaluadas, todas en el segundo año de cultivo a excepción de V1 que se encontraba en el primero. V1 = Nugget, V2 = Cascade, V3 = Chinook, V4 = Columbus, V5 = variedad silvestre, V6 = Magnum. Ciclo 2023

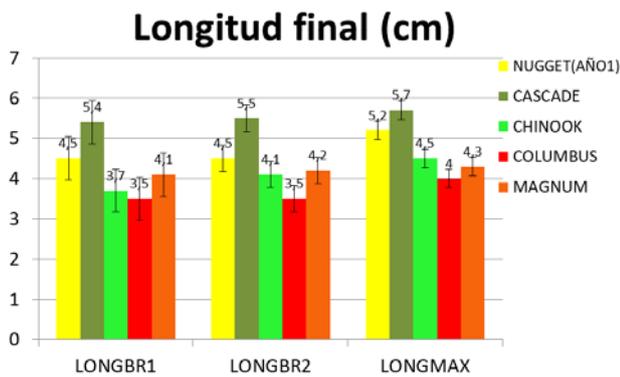


GRÁFICO 3
Valores medios de todas las plantas del ensayo para la longitud final alcanzada por cada brazo y para la longitud máxima de planta, en las cinco variedades probadas. Ciclo 2023.

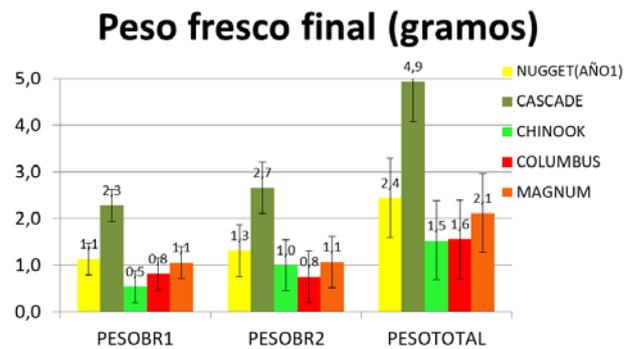


GRÁFICO 4
Peso medio fresco final para todas las plantas del ensayo en cada uno de los brazos y total para la planta en las cinco variedades probadas. Ciclo 2023

y 59 hojas, continuaron ocupando el primer y último lugar, respectivamente, también en este parámetro. La variedad Nugget con 90 y 93 hojas, sin embargo, superó a la variedad Cascade con 73 y 99 hojas, indicando el gran potencial de Nugget ya en su primer año de cultivo. Les siguieron las variedades Magnum con 81 y 70 hojas y Chinook con 47 y 95 hojas. En lo referente a la longitud máxima alcanzada por las plantas (**Gráfico 3**), Cascade con 5,67 m y Nugget con 5,17 (ésta en su primero año) tuvieron valores significativamente superiores al resto de variedades que alcanzaron 4,53 m Chinook, 4,33 m Magnum y 4,38 m Columbus.

El valor de peso fresco final (**Gráfico 4**) para Cascade con 4,9 kg/planta fue significativamente superior al del resto de variedades que alcanzaron 2,4 kg/planta Nugget (primero año), 2,1 kg/planta Magnum, y muy igualadas Columbus con 1,6 kg/planta y Chinook con 1,5 kg/planta. La relación entre el peso y la longitud máxima alcanzada, proporciona evidencias de la gran ramificación lateral que presentaba la variedad Cascade.

Evaluación cuantitativa de la cosecha

La variedad Nugget al encontrarse en su primer año, no tuvo apenas formación de flores ni, por tanto, pro-

ducción (**Gráfico 5**), aunque como hemos visto, desarrolló un importante aparato vegetativo con una alta tasa fotosintética y, por tanto, una elevada producción de asimilados para acumular en su sistema radicular de cara a la brotación del año siguiente. Acortar el periodo de cosecha al máximo es esencial para poder mecanizar la labor. Si observamos el **Gráfico 5**, el inicio de la cosecha de la variedad Cascade podría haberse retrasado 20 días sin afectar apenas al rendimiento, obteniéndose la mayor parte de la producción entre los 20 y 61 desde el inicio de la cosecha. A partir del día 61 la velocidad de producción de flores disminuye, pero se siguen

formando hasta la cosecha final el 6 de septiembre, por lo que acortar el periodo supondría una pérdida no despreciable de producción (cerca de 1.000 kg/ha). Esta variedad presentó una gran cantidad de ramas laterales una vez alcanzada la longitud final, ramas en las que se fueron desarrollando flores a lo largo de todo el ciclo, de ahí el elevado periodo de cosecha que presenta. Algunos trabajos desarrollados en clima subtropical en América muestran este mismo comportamiento de las variedades debido a la longitud del fotoperiodo y a la temperatura.

En el resto de variedades, la cosecha podría haber comenzado el día 53 desde el inicio, es decir, el 25 de julio sin pérdidas importantes. En las variedades Magnum y Columbus incluso podría haberse realizado una sola cosecha sin apenas mermas a los 68 días del inicio, es decir el 10 de agosto. Esto supone un mes de adelanto con respecto a la cosecha habitual de las zonas productoras de España. La variedad Chinook fue la más tardía y todavía presentaba una alta tasa de producción al final de la cosecha el 6 de septiembre.

Observando los valores finales de producción de la **Tabla 3**, destaca la variedad Cascade por su alta productividad con 6.565,3 g/ha en peso fresco

TABLA 3

Valores medios de peso fresco de flores cosechado, número de flores, peso seco de flores y porcentaje de humedad de la cosecha para las 5 variedades probadas en el ciclo 2023 en el segundo año desde plantación a excepción de Nugget que se encontraba en el primer año.

VARIEDAD	PESO FRESCO DE FLORES	NÚMERO DE FLORES	PESO SECO DE FLORES	% HUMEDAD
Nugget (año 1)	111,1 B	347.444B	40,1B	63,9
Cascade	6.565,3A	14.304.389A	1.543,1A	76,5
Chinook	986,7B	1.772.083B	221,5B	77,1
Columbus	1398,7B	2.234.556B	354,1B	74,7
Magnum	629,8B	1.409.083B	190,5B	69,7

y 1.543,1 g en peso seco con diferencias significativas con respecto al resto de variedades. Le sigue muy de lejos Columbus con 1.398,7 g en fresco y 354,1 g en seco, la variedad Chinook que no llega a 1 kg en fresco y 221,5 g en seco y por último la de menor producción es Magnum con 629,8 g en fresco y 190,5 g en seco.

La bibliografía aconseja la recolección de las flores cuando presentan un porcentaje de humedad alrededor del 80%. En este ensayo en las primeras recolecciones las flores se encontraban en su valor de humedad óptimo (**Gráfico 6**), mientras que al final del ciclo, a excepción de la variedad Chinook, el valor estaba algo por debajo, sobre todo para Magnum y Nugget, debido a los elevados valores de défi-

cit de presión de vapor registrados a partir del 15 de julio que aceleraban la pérdida de humedad de las flores. A partir de esta fecha, hubiera sido favorable para una mejor calidad de la producción adelantar los momentos de cosecha y la cosecha final, con la excepción de la variedad Chinook que resulta más tardía.

Finalmente, si calculamos los índices de cosecha tanto para flor fresca como para flor seca (**Gráfico 7**), que sería el parámetro más determinante de la cantidad de asimilados que la planta dedica a la producción de flor, destacan los índices de cosecha de la variedad Cascade, 1,34 y 0,31 para peso fresco y seco, respectivamente, y los de la variedad Columbus 0,87 y 0,22. En años posteriores es previsible

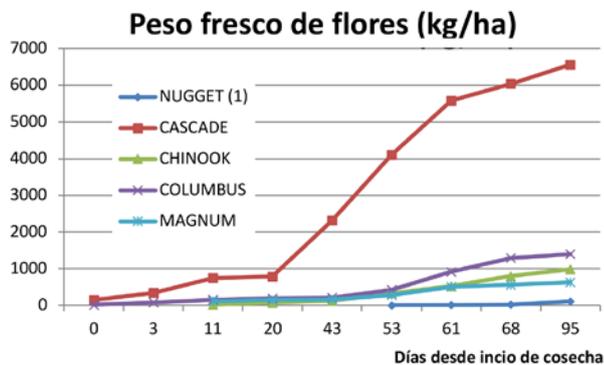


GRÁFICO 5

Valores acumulados del peso fresco de flores cosechadas en kg/ha desde el inicio de cosecha el 2 de junio (punto 0) al día final de cosecha el 6 de septiembre (punto 95), para todas las variedades en su segundo año desde plantación excepto la variedad Nugget que se encontraba en su primer año

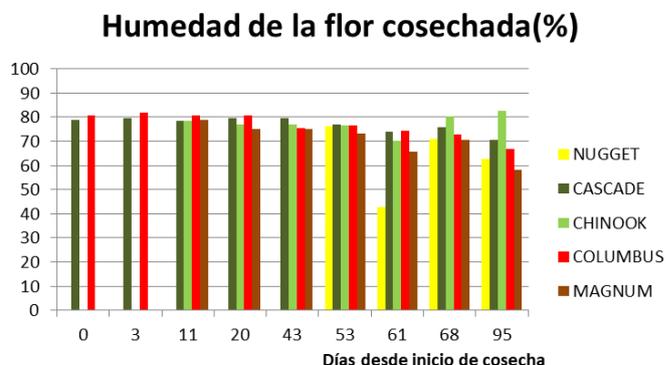


GRÁFICO 6

Porcentajes de humedad de la flor en el momento de recolección a lo largo del periodo de cosecha para las variedades ensayadas. Día 0 = 2 de junio

INDICES DE COSECHA

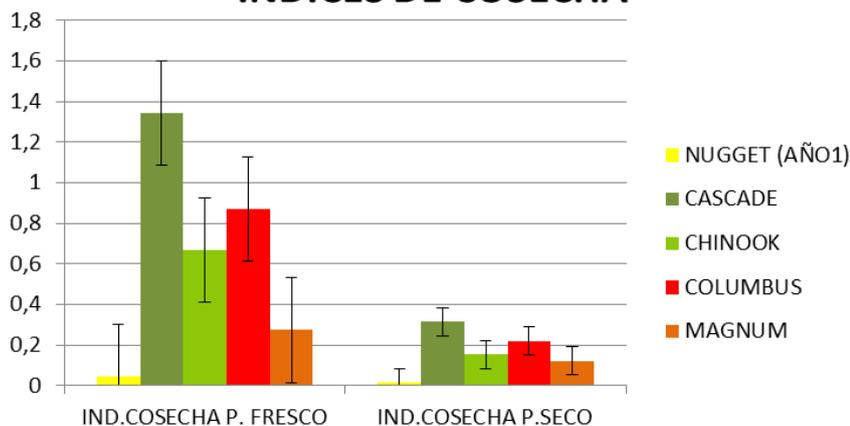


GRÁFICO 7

Índices de cosecha para peso fresco (izquierda) y peso seco (derecha) obtenidos para las 6 variedades ensayadas.

que estos índices se incrementen progresivamente hasta un valor máximo hacia el quinto o sexto año de vida de la planta.

Calidad de la cosecha

Aunque no se llevaron a cabo repeticiones de los análisis, la reproducción de la tendencia en los valores de los principales parámetros estudiados en ambos años (con la excepción de la variedad Magnum), da cierto grado de fiabilidad a los mismos (Tabla

4). Destaca la variedad Chinook por su alto grado en α -ácidos (9,6 y 8,8 para 2022 y 2023) y aceites esenciales (0,10 y 0,11) con respecto al resto de variedades en ambos años de estudio. El precio percibido por el productor es proporcional a la cantidad de los primeros, que aportan las principales características al lúpulo como ingrediente de la cerveza. Por el contrario, la variedad Cascade presenta los mínimos valores (2,6 y 3,2 para α -ácidos y 0,01 en ambos ciclos para aceites esen-

ciales), muy por debajo de los valores habituales de las zonas productoras. La variedad Magnum es la que alcanza el mayor valor en 2023 para los tres parámetros (10,3 en α -ácidos, 6 en β -ácidos y 0,10 en aceites esenciales), mientras que Nugget y Columbus tienen valores intermedios (por encima de 7 para α -ácidos).

Consumo hídrico

Dado el escenario actual de reducción de la disponibilidad de agua para los cultivos, es de gran interés identificar cultivos con bajas demandas. El valor total del agua de riego en el ciclo 2023 fue de 2.465,9 m³/ha. Es interesante que los primeros meses del ciclo del lúpulo cuando las plantas comienzan a brotar son los más lluviosos del año en estas ubicaciones (Tabla 5). Aun teniendo en cuenta que el cultivo bajo malla supone un ahorro del 20% del consumo respecto al aire libre de acuerdo a nuestros estudios anteriores con diversos cultivos en el mismo umbráculo, este valor sigue siendo muy inferior al de otras hortalizas de verano (tomates, pimientos, calabacín, calabaza, etc.). Además, hemos comprobado la posibilidad de acortar el ciclo para completarlo en nuestras condiciones en la primera quincena de agosto, evitando, por tanto, un periodo de elevadas exigencias hídricas.

Agradecimientos

A Concepción Casero, Antonio Manuel Caballero y Esmeralda Delgado por su participación directa en la consecución del ensayo. Al personal de campo del centro IFAPA Camino de Purchil de Granada.

Este trabajo ha sido cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, en el proyecto TRA. TRA2019.028: "Nuevos cultivos para diversificar las producciones en los agrosistemas andaluces".

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com

TABLA 4

Valores de los parámetros de calidad de las flores cosechadas en porcentaje para las 5 variedades del ensayo

	α -ÁCIDOS		β -ÁCIDOS		ACEITES ESENCIALES	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Nugget	6,6	7,1	1,4	4,2	0,05	0,03
Cascade	2,6	3,2	3,6	5,3	0,01	0,01
Chinook	9,6	8,8	1,7	3,5	0,10	0,11
Columbus	8,6	7,6	3,4	5,5	0,05	0,05
Magnum	5,6	10,3	3,3	6,0	0,01	0,10

TABLA 5

Valores de consumo de agua del cultivo a lo largo del ciclo 2023

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TOTAL
Lluvia(m ³ /ha)	81	0	399	476	0	8	883
Riego (m ³ /ha)	366,2	351,8	295,9	385,9	726,4	340,5	2.456,9