

**P**ocas veces se dimensiona correctamente la espaldera.

**E**l viento y la lluvia, principales causas del vuelco.

**U**n cable oxidado pierde un 30% de resistencia.

**S**e están experimentando espalderas de baja altura.



Aspecto de una plantación de lúpulo en plena producción.

# LAS ESPALDERAS DEL LUPULO

por: M. Ignacio Guerra Romero\*

## REFERENCIA HISTORICA DE LAS ESPALDERAS DE LUPULO

El lúpulo es una planta herbácea trepadora, por lo que el cultivo necesita de unos tutores, denominados por los agricultores leoneses «trepas». En su estado silvestre, el lúpulo trepa por árboles y arbustos. Winch (1982) recuerda que en los primeros tiempos del cultivo en Europa, se colocaba en cada planta una larga pértiga de madera que servía de tutor a los brotes, pero a partir de 1900 se generalizó el uso de estructuras de entutorado permanente (espalderas). El sistema de entutorado con pértigas de madera, que según Scot & Reynolde (citados por Neve 1991), ya se utilizaba en Inglaterra en el siglo XI, fue utilizado en España, según cita Urquijo (1963), en los primeros tiempos de expansión del cultivo. En algunas zonas leonesas las instalaciones permanentes no se levantaron hasta entrada la década de los 70 (Ferrerías, 1988).

En la Europa de finales del siglo XIX, surgieron las primeras espalderas, constituidas por postes y alambres (*alambradas*). De la alambrada cuelgan los tutores de las plantas, que sustituyen a las antiguas pértigas de madera. Estas espalderas tienen que ser suficientemente resistentes como para soportar más de 100 toneladas por hectárea (10 kg/m<sup>2</sup>). La altura de las alambradas suele variar de unos países a otros, e incluso de unas variedades a otras. En la mayoría de las recientes plantaciones españolas, las espalderas son de unos 6 metros de altura.

Con el fin de permitir el laboreo y mecanización, las plantas de lúpulo se organizan en filas, separadas por calles de 3 metros de ancho, por las que puede circular el tractor. La mecanización del cultivo obliga a no situar ningún poste en medio de las calles. Además al haber numerosas labores que se tienen que hacer en las líneas de plantas, resulta muy conveniente situar los postes de la espaldera en el menor número posible de líneas de plantas.

En las primeras plantaciones que se levantaron en León, los postes de la espaldera estaban distribuidos al tresbolillo por

todas las líneas de plantas. La lenta y progresiva mecanización del cultivo, ha hecho que, buscando mayor funcionalidad, se reordenase la distribución de postes en un menor número de líneas de plantas. Para ello se aumenta su separación cubriendo mayores luces. Así se tiene hoy día que las espalderas más jóvenes tienen menos de 200 postes por hectárea. Esta reducción, ha sido posible gracias a la utilización de materiales más resistentes y de mejor calidad. Se han sustituido los alambres (unifilares) de hierro dulce, por cables de siete hilos de acero galvanizado. También se empieza a utilizar postes de madera nuevos en lugar de reaprovechar los desechados por las compañías eléctricas y de Telefónica.

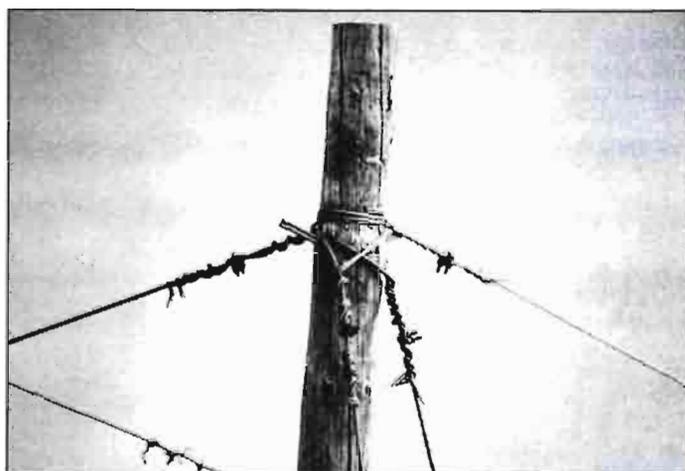
## DESCRIPCION DE LAS ESPALDERAS TRADICIONALES DE LUPULO

Desde que en los años 60 se generalizó en España la construcción de espalderas o «alambradas», hasta nuestros días, el método de trabajo erróneo, consiste en reemplazar un cable roto por otro de diámetro mayor, esta forma habitual de dimensionamiento de los elementos de las alam-

(\*) Dr. Ingeniero Agrónomo  
Dpto de Ingeniería Agraria de la Universidad de León.



Espaldera tradicional de lúpulo en León (alambrada).



Detalle del amarre de un poste de esquina.

bradas, experimental, sin cálculos estáticos, ha hecho que algunas partes de la alambrada estén sobredimensionadas. Por otra parte, la gran estabilidad de que gozan muchas de las espalderas tradicionales (hasta un metro) que mantienen sus cables.

El modelo de espaldera de lúpulo más corriente, consta de postes alineados perpendicularmente a la dirección de las líneas de plantas, y unidos por un cable (cables transversales) atado en la parte superior o cogolla. Los alambres longitudinales (portatutores) se apoyan en los cables transversales y corren sobre las líneas de plantas a unos 6 m de altura. Los postes interiores están colocados verticalmente mientras que los exteriores suelen estar inclinados hacia fuera y convenientemente atirantados al anclaje del suelo. El anclaje o «muerto», como también se denomina, se ejecuta con una traviesa de madera, tipo ferrocarril, enterrada a cierta profundidad y atravesada por una resistente varilla de acero de 1,5 a 2 m de longitud. La separación entre postes es variable dependiendo de su resistencia, de la resistencia de los cables y de las cargas que tienen que soportar. En las alineaciones transversales, esta separación tiene que ser un múltiplo entero del ancho de calle, es decir 3 ó 6 m, y en poquitas ocasiones hasta 9 m. Por su parte, los alambres longitudinales o portatutores cubren luces de 9 ( $\pm 3$ ) m.

### LOS ANCLAJES

Los anclajes de las plantaciones tradicionales están formados por una traviesa de madera, suficientemente enterrada, a la que se fija una varilla metálica o un cable de acero galvanizado, que se ata al tirante de la espaldera. La rotura de los anclajes es una de las causas más frecuentes de fallo en las plantaciones leonesas. Estos fallos son debidos, bien a la corrosión de la varilla en contacto con el suelo, o bien a la

descomposición de la traviesa de madera. La misión del anclaje es la de transmitir al terreno las fuerzas de tracción de la alambrada; ello se consigue enterrando el anclaje lo bastante como para que el terreno sea capaz de equilibrarlas con suficiente grado de seguridad.

### CABLES Y ALAMBRES

Los cables, bien sean de un solo hilo -alambres- o de varios hilos -cables propiamente dichos-, que se pueden encontrar en las actuales «alambradas» de lúpulo, presentan una gran diversidad, tanto en composición y forma como en calidad.

Los *portatutores* o *alambres longitudinales*, son cables de un solo hilo, de hierro dulce, y normalmente estirados en frío, de 4, 5 y hasta 6 mm de diámetro. Los de las alambradas de más reciente implantación suelen estar galvanizados. En caso contrario, rápidamente se recubren de una capa de óxido que limita su longevidad y su resistencia. La resistencia a la rotura de los cables longitudinales o portatutores utilizados en este tipo de espalderas es muy variable, y puede oscilar entre 35 y más de 90 kp/mm<sup>2</sup>. En algunas alambradas es posible encontrar como cable portatutor un «alambre de pinchos», que evita que los tutores, una vez colocados, se puedan deslizar a lo largo de este cable.

Los *cables transversales* o «puentes» sirven de apoyo a los cables anteriores (portatutores) y, a su vez, mantienen la estabilidad de las alineaciones transversales de postes. La responsabilidad de estos cables en la estabilidad de la espaldera es muy grande, de ahí que tanto el tipo de cable como su diámetro mínimo, deben ser seleccionados de forma concienzuda. Estos cables suelen estar formados por un trenzado de varios hilos. El más habitual es el formado por 7 hilos o «venas», convenientemente galvanizado. Si el cable fuese de un solo hilo, su diámetro sería siempre mayor que el de los alambres longitudinales (de 6-7 mm).

Los *tirantes* son los encargados de mantener en equilibrio las alineaciones transversales. Dependiendo de su inclinación, recibirán mayor o menor esfuerzo del cable transversal, por lo que, tanto su diámetro como su calidad, nunca deben ser inferiores a las del correspondiente cable transversal.

### POSTES

Los postes forman parte imprescindible de las espalderas utilizadas en el cultivo del lúpulo. A diferencia de los demás componentes de la espaldera, son los únicos que trabajan a compresión. Tienen como principal misión la de mantener los alambres que sujetan las plantas (alambres portatutores), a una altura adecuada al cultivo. En León, esta altura se ha estabilizado en torno a los 6 metros. Teniendo en cuenta la profundidad de asiento en el terreno y la inclinación que tienen los postes perimetrales en la parcela, su longitud mínima oscila entre 6 y 7 metros.

El material de los postes utilizado en cualquier tipo de espaldera (frutales, viñedos, parrales, lúpulo, etc.), presenta una gran diversidad: madera, hormigón, piedra, metálicos y también plásticos.

Los postes de hormigón tienen la gran ventaja de permanecer inalterables dentro y fuera del terreno. Sin embargo, son pesados, muy quebradizos (de rotura frágil) y difíciles de manejar. Los metálicos por su parte, no pueden superar algunos de sus inconvenientes; el principal es la corrosión, especialmente en la parte en contacto con el suelo. Otro problema que se deriva de su gran resistencia, es la esbeltez: los soportes muy esbeltos suelen deformarse excesivamente, lo que les hace inapropiados para su utilización en este tipo de espalderas tan altas. No obstante, se buscan soluciones a estos dos problemas, y se encontraron algunas que «resuelven» el problema de forma incompleta. Aparecieron en el mercado leonés algunos diseños de postes muy ligeros y de sección varia-

ble, máxima en el centro y mínima en los extremos. Los problemas de corrosión que afectaban a la parte del poste en contacto con el terreno, se solventaron utilizando pequeñas zapatas de hormigón. Sin embargo, esta solución no se mostró del todo eficaz, pues traía consigo otros problemas: mayor dificultad de puesta en obra al tener que hormigonar, y la inevitable aparición de corrosión como consecuencia, no solo de la intemperie, sino también de la acción química de los fitosanitarios utilizados en la pulverización.

Los postes de madera son los más utilizados por su manejabilidad y bajo coste. Tienen como principal inconveniente la aparición de putrefacciones en la base del poste en contacto directo con el suelo, debido a la humedad y a la acción de hongos de la madera. También, aunque es más propio de ambientes marinos, algunos postes pueden presentar grietas longitudi-

que utilizan es fundamentalmente de pino silvestre o laricio, descortezado, secado y tratado químicamente con creosota. Al ser la materia prima de procedencia natural, su forma y dimensiones pueden ser muy variables, por lo que es necesario un proceso de selección a fin de agrupar los postes de forma que respondan a una serie de características mecánicas homogéneas. Telefónica hace una clasificación estandarizada en 6 tipos: A, B, C, D, E y H en función de las dimensiones, y ordenados de mayor a menor resistencia (Normas de Telefónica, Instrucción de Ingeniería N° 331.003 edición 2ª, Noviembre de 1980). Cada clase se caracteriza por un diámetro mínimo en la cogolla, y una determinada carga de rotura correspondiente al módulo de la fuerza que, aplicada a 60 cm de la cogolla, produce el agotamiento del poste (véase **Tabla I**).

## ESPALDERAS DE BAJA ALTURA

La técnica de cultivo del lúpulo en espalderas de baja altura es relativamente reciente en todo el mundo, si bien algunos países como Estados Unidos (Lewis, 1990) ya llevan experimentándola desde 1982. Esta técnica permite la utilización de espalderas de 2,5-3,5 metros de altura, lo que da pie a una sustancial modificación de las técnicas tradicionales de cultivo en aras de conseguir un mayor grado de mecanización, que hoy día se pretende que sea del 100%. También se utiliza un acolchado (plástico negro) en las líneas de plantas para evitar la aparición de malas hierbas. En estas espalderas no se deben colocar cables transversales ni tirantes laterales. Con ello es posible mecanizar la recolección mediante cosechadoras similares a las de los viñedos. La disposición de estas espalderas de baja altura es muy similar a las espalderas característi-



Espaldera de baja altura.



Fallo de una espaldera de lúpulo.

nales bastante profundas.

Una de las principales características de la madera frente al acero y el hormigón es su gran flexibilidad: los postes de madera pueden tener deflexiones enormes (hasta un 10% de la longitud del poste), sin que se produzca la rotura. Este cualidad es particularmente conveniente cuando se producen sobrecargas imprevistas, en cuyo caso los postes ceden elásticamente evitando la rotura de los cables. La mecanización de las parcelas ha propiciado que los postes reciban golpes del tractor y de los aperos. Estos golpes, que en la madera carecen de importancia, ocasionan frecuentes problemas de rotura frágil en los postes de hormigón; y en los metálicos, importantes deformaciones plásticas. Por estas razones, se volvió a generalizar el uso de postes de madera en las espalderas de lúpulo.

En España, los postes de las actuales plantaciones de lúpulo, provienen directa o indirectamente de los proveedores o de los desechos de la C.T.N.E. La madera

**Tabla I.** Fuerzas horizontales (kg) admisibles, aplicadas a 60 cm de la cogolla. Fuente: Tabla N°1 de la norma I.I. N°331.003, 1980 de Telefónica (CTNE).

Clase de poste	Fuerza (kg)
A	466,6
B	366,6
C	300
D	233,3
E	166,6
H	75,7

Otro tipo de materiales como son los polímeros o materiales plásticos, han sido ensayados en viñedos y frutales; sin embargo, actualmente no tiene aplicación en las espalderas de lúpulo. Reúnen las ventajas de la madera y del hormigón, pero su precio es hoy día privativo para este uso agrario. Ante la posibilidad de que la madera se convierta en un recurso escaso, los soportes de materiales plásticos podrían utilizarse con éxito en las espalderas de baja altura.

cas de plantaciones frutales en palmeta. En comparación con el cultivo tradicional (espalderas de entre 5 y 7 metros de altura), los lúpulos en espalderas de baja altura presentan las siguientes ventajas:

\* Espalderas más baratas, estimadas en un 66% del coste de inversión de las espalderas tradicionales (Ampe y Calus, 1993).

\* Según Lewis (1990), se reducen los costes de cultivo, llegando a suponer un 76% de los que tiene el cultivo tradicional.

\* Al ser la espaldera más baja y de menor peso, el terreno muerto perdido para la sujeción de tirantes y anclajes es menor y por tanto, se aprovecha mejor la superficie de la parcela.

\* Al ser la espaldera mucho más baja, es posible reducir el gasto en fitosanitarios un 40%.

\* Se puede mecanizar la recolección con una cosechadora móvil.

\* Otras labores, como la de entutorado (poner los tutores) no es necesario hacerla todos los años.

## SEMILLAS • CULTIVOS

La producción de lúpulo en espalderas de baja altura fue introducida por primera vez en el valle del Yakima, Estados Unidos (Lewis, 1990), y posteriormente en Bulgaria (Russev y Maslarova, 1990) y en Yugoslavia (Kisgeci, 1987). Recientemente ha sido introducida esta técnica de producción en otros países europeos, Alemania, Bélgica, Inglaterra, etc.

### CAUSAS DE FALLO EN LAS ESPALDERAS DE LÚPULO

Estadísticas no publicadas ponen de manifiesto que la acción simultánea de fuertes vientos y lluvias en la época de la recolección, son la principal causa de fallo de las espalderas de lúpulo. El viento empuja lateralmente a las plantaciones, mientras que la lluvia, además de empapar hojas y tallos, reblandece el terreno, con lo que se incrementa peligrosamente el riesgo de vuelco. Según las investigaciones llevadas a cabo por Vegh (1988) en la antigua Checoslovaquia, el fallo se produce porque en los cálculos de la espaldera, no fueron previstas estas sobrecargas. En las espalderas leonesas, hemos encontrado que en la mayoría de los casos, los puntos de rotura se producen en cables muy oxidados, a los que tan solo les resta una resistencia del 70% de la nominal.

A finales de julio de 1995 en Robledo de Torío (León), se derrumbó una plantación de lúpulo de algo más de media hectárea de superficie. Se hizo una minuciosa inspección con el fin de determinar las causas del derrumbamiento. El agente causante de la sobrecarga fue el viento. Los elementos de la alambrada que fallaron fueron todos metálicos: en algunos casos fallaron los tirantes, en otros, la varilla del

anclaje y en otros, el fallo fue debido a los cables transversales. También se observó que no hubo fallos que justificaran el vuelco, ni entre alambres portatutores, ni entre los postes. Se comprobó que el vuelco de la parcela se produjo tras un «efecto dominó» al fallar algunos de los tirantes de la cabecera de barlovento; ello desencadenó la rotura de los demás tirantes, tanto en la cabecera como en uno de los laterales de la espaldera. En todos los cables y alambres rotos, se pudo observar en su punto de rotura, la característica forma de estricción que, como es sabido, se produce tras importantes deformaciones plásticas. Se puede afirmar que los cables no estaban bien calculados para soportar tales sobrecargas. Pero también hay que señalar que todos los cables que fallaron estaban oxidados. Por tanto, una de las principales causas de fallo es -indirectamente- la corrosión y oxidación de las partes metálicas de las alambradas.

### CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente se pueden sacar las siguientes conclusiones referidas a las espalderas de lúpulo leonesas:

Los postes más adecuados son los de madera (pino) convenientemente tratados para evitar o retrasar al menos su descomposición. La creosota es el que da mejores resultados.

Las causas que pueden provocar el vuelco de la espaldera, se producen en la época en que el cultivo está en plena producción, y son debidas, principalmente, a la acción del viento y lluvia. Es muy importante conocer la magnitud de estas acciones para poder calcular y dimensionar adecuadamente la alambrada.

Los cables, cuando se oxidan, experimentan una importante pérdida de resistencia que se ha estimado en un 30% de la nominal. De ahí que para este tipo de estructuras, sea muy conveniente utilizar cables galvanizados o protegidos contra la oxidación y corrosión.

Desde una perspectiva funcional, es adecuado situar los postes de manera que haya el mayor número posible de líneas de plantas sin postes.

### BIBLIOGRAFIA

- AMPE G. & CALUS A. (1993).- Reseach on varietal resistance and the possibilities of low trellis hop growing in Belgian Hop Yards. Proceedings of the 41th International Hop Growers Congress, Poperinge Belgian, pp 91-104.
- FERRERAS, J.(1988).- El cultivo del lúpulo en S. Cipriano del Condado y Situación Actual Después de la entrada en la C.E.E. Trabajo Fin de Carrera, 135 pp. Biblioteca de la E.S.T.I.A., de la Universidad de León, pp 321.
- KISGECI J. (1987).- Training systems for hops. Proceedings of the Technical Commission I.H.G.C. of the 35th International Hop Congress, pp 29-44.
- LEWIS G.K. (1990).- The Hopunion USA. Inc. low Trellis hop production system. Proceedings of the Technical Commission I.H.G.C. of the 38th International Hop Congress. Hereford, U.K., pp 17-37.
- NEVE, R. A. (1991).- Hops. Edit Chapman & Hall. London, pp 286.
- RUSSEV, D. MASLAROVA M. (1990).- Low trellis hop growing in Bulgaria. Proceedings of the Technical Commission I.H.G.C. of the 35th international Hop Congress, Hereford, U.K., p. 39-51.
- URQUIJO, P. (1963).- El cultivo del lúpulo en España. M.A.P.A. Madrid, pp 19.
- VEGH, L. *et al.* (1988).- Safety and reliability of hop Garden Structures. Proc. of Techn. Commission International Hop Grower Congress of XXXVI-The European Hop Growers Convention. Hobart, Australia, pp 70-81.
- WINCH P. H. (1982).- A Catalogue of Wirework Developments. *English Hops*. The journal of the Hops Marketing Board Limited. May 1982, pp 13-14.

## AVISO A LOS SUSCRIPTORES

Nos permitimos recordar a nuestros distinguidos suscriptores que no tienen domiciliado el pago en una entidad bancaria, que con el número de enero se inició para muchos de ellos un nuevo período de suscripción.

La Administración de esta Revista les agradecería tengan la amabilidad de remitirnos el importe de la misma, por un valor de 5.500 pesetas, utilizando cualquiera de los procedimientos que se indican a continuación:

- Transferencia bancaria a la c/c que esta EDITORIAL AGRICOLA ESPAÑOLA, S.A. tiene abierta en Caja Madrid CCC 2038 1170 39 6000270557.
- Giro Postal al domicilio de esta EDITORIAL AGRICOLA ESPAÑOLA, S.A., Caballero de Gracia, 24-3º izquierda. 28013 Madrid.
- Talón bancario.