HOJAS DIVULGADORAS

LA CEBADA CERVECERA

Núm. 19-20/87 HD

(calidad, cultivo y nociones sobre fabricación de malta y cerveza)

JOSE LUIS MOLINA CANO

La Cruz del Campo, S. A. Av. de Andalucia, 1 41007 Sevilla



INDICE

١.	Introducción					
	1.1. 1.2.	La cebada, materia prima principal para la fabricación de la cerveza La producción de cebada en España y los demás países miembros de la EBC (Convención Cervecera Europea)	:			
2.	Nocio	ones sobre la fabricación de la malta y la cerveza				
	2.1. 2.2. 2.3.	Introducción	10			
2. 3. ·4. 5.	La ca	ilidad cervecera de la cebada	22			
	3.1. 3.2.	Conceptos de calidad maltera y cervecera	22 26			
2. 3. ·-4. 5.	El cu	ltivo de la cebada cervecera	21			
	4.1. 4.2. 4.3. 4.4. 4.5. 4.6.	Elección de la variedad Preparación del terreno y abonado de fondo Siembra Abonado de cobertera Tratamientos durante el cultivo Recolección y almacenamiento	25 25 28 29 29 30			
5.	Plaga	Plagas y enfermedades				
	5.1. 5.2.	Plagas Enfermedades	31 32			
6.	Las v	ariedades de cebada cervecera y su calidad	37			
7.	Biblio	grafia recomendada	39			

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi colega Simón Hassan el haber redactado el Apartado 6. Agradezco, asimismo, a la señorita Soledad del Valle su excelente trabajo de mecanografia con el ordenador.

LA CEBADA CERVECERA

Calidad, cultivo y nociones sobre fabricación de malta y cerveza

1. INTRODUCCION

1.1. La cebada, materia prima principal para la fabricación de la cerveza

Puede decirse, sin temor a exagerar, que la cebada es la materia prima principal para la fabricación de la cerveza, porque, en términos económicos, la malta (cebada germinada y tostada, ver apartado 2.2) incide 8,5 veces más que el lúpulo en el coste del litro de cerveza. Las otras dos materias primas son levadura y agua.

Cualquier variedad de cebada no es apta para fabricar cerveza de calidad, solamente lo son las variedades llamadas cerveceras, que pertenecen en general al grupo de variedades de dos carreras de primavera (fig. 1). Naturalmente, sólo unas pocas de entre las variedades de dos carreras de primavera poseen alta calidad cervecera.

En ciertos países europeos, fundamentalmente Francia, se usan a veces en cervecería ciertas variedades de seis carreras de invierno, pero esto se debe al precio netamente inferior que éstas alcanzan en el mercado, debido a que bajo las condiciones húmedas de esos países estas variedades pueden producir mayor rendimiento en grano que las de primavera. Es cierto, sin embargo, que la calidad de la cerveza obtenida con ellas es menor (ver apartado 3.1). Al no darse en España las circunstancias climáticas adecuadas para que se manifiesten las diferencias



Fig. 1.—Espiga de una variedad española de cebada cervecera.

de rendimiento a que hemos aludido antes, se usan casi exclusivamente variedades de dos carreras de primavera.

La cebada comenzó a cultivarse hace unos diez mil años en la zona que va desde el valle del Eufrates y Tigris (Siria, Irán, Irak) hasta el norte de Africa (Marruecos). Es, pues, un cultivo adaptado a las condiciones agroclimáticas de tipo mediterráneo, aunque como consecuencia de los más de cien años de mejora genética científica y quizá más de un milenio de mejora empírica realizada por los propios agricultores, se cultive hasta en la parte central de Finlandia, Suecia y Noruega.

No es sorprendente, a la luz de lo anterior, que el origen de la cerveza se remonte a la época de los Asirios y, posteriormente, al Egipto antiguo: naturalmente, ellos ya cultivaban la materia prima principal para fabricarla. Análogamente, podemos decir que en España se dan las condiciones agroclimáticas más adecuadas para la producción de cebada cervecera.



1.2. La producción de cebada en España y los demás países miembros de la EBC (Convención Cervecera Europea).

La superficie total mundial dedicada al cultivo de la cebada fue en 1986 (véase tabla 1) de algo más de 78,5 millones de hectáreas, que produjeron más de 184 millones de toneladas de grano, con un rendimiento medio de 2,4 t/ha. El país con mayor superficie fue la Unión Soviética, con más de 30 millones de hectáreas y una producción de grano de 56 millones de toneladas, siendo el rendimiento medio de 1,9 t/ha.

Dentro del contexto europeo, los 16 países miembros de la EBC (Convención Cervecera Europea) cultivaron 14,5 millones de hectáreas, produciendo 53,5 millones de toneladas de grano, alcanzándose ese año una producción media de 3,7 t/ha. Ese año se cultivaron en España 4,3 millones de hectáreas, que, debido a las desfavorables condiciones climáticas, produjeron

Tabla I. SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LA CEBADA EN ESPA-ÑA, PAISES MIEMBROS DE LA EBC (CONVENCION CERVECERA EUROPEA) Y MUNDO EN 1986

Pais	Superficie (miles de ha)	Producción (miles de t)	Rendimiento (t/ha)
España	4.334	7.331	1,7
Austria	333	1.331	4,0
Bélgica-Lux.	142	850	6.0
Dinamarca	1.079	5.241	4.9
Finlandia	646	1.650	2.6
Francia	2.091	10.095	4,8
Rep. Fed. de Alem.	1.952	9.393	4,8
Hungria	270	900	4.8 3.3
Irlanda	286	1.500	5.2 3.6
Italia	466	1.660	3.6
Paises Bajos	39	262	6.7 3.3 0.8 5.2
Noruega	169	550	3.3
Portugal	79	63	0.8
Reino Unido	1.992	10.010	5.2
Suecia	672	2.267	3.4
Suiza	52	281	5.4
Paises EBC	14.532	53.564	3.7
Norteamérica	10.038	28.501	2.8
Australia	2.488	3.680	1,5
Unión Soviética	30.052	56.000	1.9
Total mundial	78.665	184.479	2,4

Fuente: Anuario de la FAO. 1986.

sólo 7,3 millones de toneladas; es decir, el rendimiento medio fue de 1,7 t/ha. En condiciones normales se producen en España alrededor de 10 millones de toneladas de cebada, con un rendimiento medio de unas 2,4 t/ha.

En la misma tabla I puede observarse que los países con una producción unitaria más elevada son los de clima atlántico y los de Europa Central, en donde las producciones oscilan entre 4 y 6 t/ha. Hay que hacer aquí la salvedad que las 6,7 t/ha de Holanda en 1966 fueron consecuencia de un año excepcionalmente bueno y de la pequeña superficie que sirvió de base a la estimación.

La evolución de las superficies cultivadas de cebada entre 1981 y 1986 en los países de la EBC se refleja en la tabla 2. Podemos ver, en primer lugar, que España es el primer país cultivador de este cereal, pues en 1986 casi dobló las superficies correspondientes a Francia (segundo país) y dobló las de la República Federal de Alemania (tercero) y Reino Unido (cuarto).

Por lo que respecta a la evolución de las superfícies en esos cinco años, puede decirse que España es el único país con

Tabla 2. EVOLUCION DE LA SUPERFICIE TOTAL DE CEBADA EN LOS PAISES DE LA EBC DE 1981 A 1986 (EN MILES de HECTAREAS)

	Año					
Pais	1981	1982	1983	1984	1985	1986
España	3.508	3.555	3.634	3.943	4.155	4.334
Austria	362	340	340	340	3.34	332
Belgica-Lux.	152	132	144	144	114	129
Dinamarca	2.044	2.021	2.035	1.991	1.955	1.947
Finlandia	602	540	550	566	646	589
Francia	2.572	2.409	2.148	2.117	2.242	2.285
R. F. de Alemania	2.044	2.021	2.035	1.991	1.955	1.947
Hungria	286	286	280	270	279	253
Irlanda	329	276	270	261	287	286
Italia	334	338	340	340	470	463
P. Bajos	53	44	47	34	39	42
Noruega	200	170	181	171	171	174
Portugal	80	7.3	61	87	82	80
Reino Unido	2.326	2.221	2.143	1.929	1.965	1.922
Suecia	729	680	680	646	689	640
Suiza	50	48	57	52	53	55
TOTAL EBC	15.671	15.154	14.939	14.882	15.436	15.478

Fuente: European Brewery Convention, Barley and Malt Committee, Report on Field Trials 1986.



crecimiento sostenido de las mismas, disminuyendo o manteniéndose estable, por el contrario, la superficie de los demás paises.

Aunque España produzca 10 millones de toneladas de cebada, sólo alrededor del 5 por 100 (unas 500.000 toneladas) se dedica a la fabricación nacional de cerveza. Como quiera que de esta producción total más de la mitad es de cebada de primavera, de la cual el 40 por 100 corresponde a variedades cerveceras, pueden cifrarse nuestros excedentes exportadores de esta materia prima alrededor de 1,5 millones de toneladas. Estos excedentes van a ir disminuyendo en los próximos años debido al aumento de necesidades de la industria nacional, pero, aun así, la cantidad exportable puede seguir siendo muy significativa. El destino previsible de nuestras exportaciones han de ser los demás países del Mercado Común, en donde las superficies de cebada cervecera disminuyen año a año como consecuencia del avance imparable de las cebadas de invierno, no utilizables en general por la industria.

La consecuencia de todo lo dicho es que la cebada cervecera, al alcanzar mayores precios en el mercado, va a ser un cultivo de gran interés para los agricultores españoles.

Nociones sobre la fabricación de la malta y la cerveza

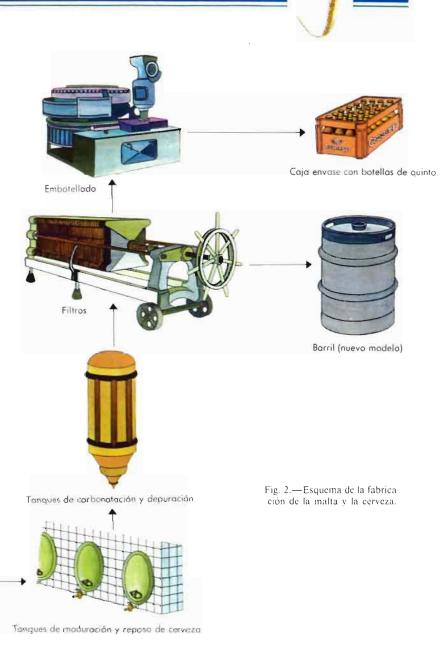
2.1. Introducción

Consideramos importante explicar, si bien someramente, cómo se fabrican la malta y la cerveza, a fin de que sean más fáciles de comprender los conceptos relativos a la calidad de la cebada cervecera.

La cerveza es una bebida alcohólica algo especial; del vino se diferencia por su menor contenido alcohólico y mayor contenido en extracto no fermentado, mientras que lo que la distingue de todas las bebidas en general es la espuma persistente que se forma al desprenderse el CO₂ que contiene.

El proceso de fabricación de la cerveza en principio es muy simple: la materia prima es la cebada que, mediante un proceso





previo de germinación, la hemos transformado en malta. El mosto producido a partir de la malta fermenta; el azúcar se transforma en alcohol y anhídrido carbónico y no queda sino acondicionar debidamente el líquido para obtener la cerveza (figura 2, páginas 8 y 9).

2.2. Fabricación de la malta

Una vez limpio y calibrado el grano se puede maltear, operación que no es más que una germinación controlada. El proceso completo de malteo se puede dividir en:

- Remojo. Para que el grano de cebada comience a germinar se deben cumplir las condiciones siguientes:
 - Humedad suficiente.
 - Temperatura conveniente.
 - Presencia de oxígeno.

pero esto sólo no es suficiente, pues además de proporcionar al grano el agua necesaria a una temperatura determinada, hay que tener la precaución de no asfixiarlo, a la vez que se eliminan los inhibidores de la germinación, sustancias naturales que se encuentran en la cascarilla del grano.

La temperatura del agua también puede ocasionar problemas; una temperatura elevada favorece la absorción de agua, pero favorece a la vez el desarrollo incontrolado de todos los microorganismos que se encuentran en el grano que, al proliferar intensamente, absorben el oxígeno disuelto, lo que ocasiona la asfixia del grano. Si el remojo se hace a temperatura baja, el agua penetra muy lentamente, por lo que hay que buscar el punto de equilibrio, que se encuentra entre los 12-14° C. En cuanto al tiempo necesario para que el grano alcance la humedad necesaria, 42-44 por 100, varia entre las 36 y 48 horas, dependiendo de la temperatura del agua, de la finura de la cascarilla y de la estructura interna del grano.

• Germinación. Una vez que el grano ha absorbido la cantidad necesaria de agua, dispone de oxígeno y está a la



temperatura conveniente, el embrión pasa del estado de vida latente a un estado de actividad e induce la secreción de enzimas que se difunden por todo el endospermo y desdoblan el almidón, las proteínas, los fosfatos orgánicos, las grasas, etcétera. En la base de grano comienzan a aparecer las raicillas, mientras que se va desarrollando la plúmula, que se dirige hacia el extremo y en el interior empieza a producirse la disolución de las paredes celulares. Como consecuencia de esta disolución, el endospermo se vuelve friable (que se aplasta con facilidad al apretarlo contra una superficie dura), y a este fenómeno se le denomina desagregación de la malta.

Es imprescindible que al terminar la germinación de la malta esté completamente desagregado, pues las enzimas no habrán podido penetrar en las partes en que no lo esté y, por consiguiente, no se habrán podido producir algunos desdoblamientos como el de las materias nitrogenadas. Esto provocará la presencia de materias no totalmente desdobladas en el mosto, lo que conlleva, a su vez, una cerveza imperfecta de gusto e inestable. Por esta razón, es de suma importancia que la malta germine regularmente, para evitar que aparezcan partes no desagregadas en los granos que han germinado mal o no lo han hecho completamente.

El desarrollo del embrión durante la germinación, la formación de raicillas que posteriormente se pierden y la combustión de una parte de los hidratos de carbono como consecuencia de la respiración del grano, provocan una merma que se debe reducir a lo indispensable. Por esta razón, el maltero deberá escoger el momento de detener la germinación; si ésta es demasiado corta, la merma será pequeña, pero la desagregación puede no ser suficiente, y si es demasiado larga, la malta estará bien desagregada, pero la merma será antieconómica. La formación de enzimas depende en gran parte de la variedad de cebada; los principales son amilasas α y β, hemicelulasa, proteinasas, peptidasas, oxidasas, peroxidasas, catalasa y fitasa.

• Tostado. Una vez que la malta está bien desagregada, hay que detener la germinación, ya que en caso contrario la actividad vital del grano no cesa y continúan su acción las diferentes

enzimas. Para detener por completo la acción de éstas, la humedad se debe llevar por debajo del 5 por 100, lo que, por otra parte, favorece también la conservación de la malta. Esta desecación se consigue mediante una elevación de la temperatura.

Otro objetivo que se persigue con el tostado es la obtención de diferentes tipos de malta; según el modo de calentamiento y la temperatura que se alcance, se puede modificar el aroma y el color de la malta.

La malta recién germinada, o malta verde, llega al tostadero con una humedad del 45 por 100, que hay que reducir al 5 por 100 o menos, y esto no supone más que un problema técnico que habrá que resolver con la mayor economía posible. Pero el problema de la obtención de un tipo determinado de malta es más complejo; el gusto de ésta proviene de una serie de reacciones que se producen a alta temperatura entre sus diversos componentes y, sobre todo, entre los productos de su desdoblamiento, fundamentalmente entre los azúcares y los aminoácidos con la obtención de melanoidinas, productos coloreados y aromáticos. Estos productos se siguen produciendo en la primera fase del secado, cuando la humedad es todavía alta y la acción de las enzimas es, por tanto, importante. Por consiguiente, un secado lento producirá una malta más aromática que un secado rápido, aunque a la hora de conjugar humedad y temperatura hay que tener muy en cuenta que las enzimas resisten las altas temperaturas tanto mejor cuanto más elevada es la humedad, por lo que, en el momento de elevar la temperatura, la malta debe estar seca si no queremos obtener una malta con un contenido en enzimas demasiado bajo. En la práctica no podremos elevar la temperatura por encima de los 50° C mientras la humedad esté por encima del 10 por 100.

En el tostado se pueden distinguir dos fases: la fase de desecación, en la que los desdoblamientos enzimáticos prosiguen, y que se puede considerar como una continuación de la germinación, y el llamado golpe de fuego, en la que no se producen más que reacciones químicas y quimicofísicas entre los componentes de la malta. Por tanto, el uso inteligente de



estas dos fases es fundamental para obtener maltas más o menos aromáticas, más o menos coloreadas y más o menos enzimáticas.

2.3. Fabricación de la cerveza

El cocimiento es la operación que tiene por objeto la extracción acuosa de los principios útiles de la malta, del lúpulo y, en su caso, de los granos crudos, para preparar, a partir de ellos, el mosto.

Esta extracción no es una simple extracción química, pues la mayor parte de los componentes del mosto se forman durante el braceado por la acción de las enzimas: las amilasas desdoblan el almidón en dextrina y maltosa, las enzimas proteolíticas desdoblan las proteínas complejas en materias nitrogenadas solubles, la fitasa desdobla la fitina en inositol y fosfatos, etcétera. Todas estas transformaciones comenzaron ya en el malteado y continúan durante el braceado, solamente que a una velocidad mucho mayor, gracias a la presencia de una gran cantidad de agua y a que la temperatura es mucho más favorable.

Pero al mismo tiempo que estos desdoblamientos hay otras reacciones no tan convenientes e incluso indeseables: su regulación se consigue variando la temperatura, manteniendo ésta durante más o menos tiempo, modificando el pH y variando la proporción de granos crudos.

De todas estas transformaciones, la más importante es el desdoblamiento del almidón en maltosa y dextrina, que tiene lugar de acuerdo con las siguientes reacciones:

$$(C_6 H_{10} O_5) n \longrightarrow x (C_6 H_{10} O_5) - \frac{n}{x}$$

$$(C_6 H_{10} O_5) n + \frac{n}{2} H_2 O \longrightarrow \frac{n}{2} (C_{12} H_{22} O_{11})$$

Esta transformación se la denomina con el nombre de sacarificación.

- Molienda. La primera operación, previa al cocimiento, es la molienda del grano de malta. Si no se tratase más que de obtener el máximo de extracto, bastaría con reducirlo a harina muy fina. Pero después de la extracción hay que filtrar el mosto para separar el orujo y lavar éste para extraer de él el mosto que lo embebe; con una molienda muy fina, la capa de orujo seria prácticamente impermeable y, además de ralentizar mucho la filtración, perderiamos más extracto del que se habria ganado con una molienda más fina. Una molturación correcta debe evitar en todo lo posible desgarrar la cascarilla de la malta, pues de este modo el mosto podrá escurrir fácilmente entre sus intersticios permitiendo un lavado fácil y rápido del orujo. La forma más simple de conseguirlo es triturándolo con un molino de rodillos, con lo que la cascarilla no se rompe mucho, mientras que el endospermo queda reducido a una harina fina. Para ello hacen falta dos condiciones:
- Que la malta esté bien desagregada para que no aparezcan partículas más duras que el resto, que quedarían sin extraer, y además
- Bien calibrada, para que la trituración de los distintos granos de malta sea uniforme.
- Braceado. Una vez convertido el grano de malta en harina comienza el braceado, operación que tiene por objeto convertir la malta en un líquido dulzón denominado mosto. Esta operación se lleva a cabo en un depósito denominado caldera de mezcla, en el que la mezcla de harina y agua se calienta hasta conseguir la sacarificación del almidón.

Los procedimientos para conseguir la sacarificación son muy variados y dependen del tipo de cerveza que se quiera obtener y de la utilización o no de adjuntos, pero fundamentalmente se reducen a tres:

- a) Métodos por infusión. La mezcla se calienta progresivamente sin someter a ebullición parte alguna de ella.
- b) Métodos por cocción. El aumento de la temperatura se consigue llevando a ebullición una parte de la masa, que se



mezcla posteriormente con la totalidad haciendo subir la temperatura. Esta operación se puede repetir tantas veces como se quiera.

c) Métodos mixtos, en los que se utilizan ambos métodos de calentamiento:

El almidón de los granos crudos no sacarifica tan fácilmente como el de la malta y además se empasta a una temperatura superior a la de la destrucción de la amilasa sacarificante, por lo que se les debe someter a un tratamiento especial.

Todo este proceso es fundamental para establecer las características del mosto y, por consiguiente, de la cerveza; como cada enzima tiene una temperatura óptima de actuación, es fácil prolongar más o menos su acción, o incluso inhibir alguna de ellas, utilizando diferentes diagramas para la subida de las temperaturas. De esta forma es posible obtener mostos con más o menos dextrinas, más o menos azúcares fermentables o con distintas proporciones de éstos, y mostos con una proteolisis más o menos avanzada.

• Filtración. Una vez que se ha producido la sacarificación, coexisten dos productos distintos en la caldera de mezcla: el mosto y una masa sólida, pastosa, denominada orujo o bagazo, que hay que separar mediante una filtración; operación que se hace en dos fases: escurrido del mosto y lavado del bagazo para extraer el mosto que aún lo impregna.

Ambas operaciones se pueden hacer con dos tipos distintos de filtro: la cuba filtro o cuba de filtración, que es un depósito con un doble fondo perforado, que utiliza como capa filtrante el propio bagazo, y el filtro prensa o filtro de mosto, que utiliza como medio de filtración una tela rectangular. El sistema de trabajo, según se utilice uno u otro tipo de filtro, es distinto, aunque la calidad del mosto que se obtiene es muy similar. Ambos tienen ventajas e inconvenientes y con los dos hay que tener la precaución de no apurar demasiado el lavado del bagazo, pues se corre el peligro de arrastrar al mosto los taninos y otras materias amargas contenidas en la cascarilla de la malta, capaces de dar un gusto acre a la cerveza terminada.

• Ebullición y lupulado. El mosto claro y las aguas de lavado se recogen juntos en un nuevo depósito o caldera donde, previa adición del lúpulo, se les somete a un proceso de ebullición de una duración aproximada de dos horas, que a veces puede ser menor, cuyo objetivo principal es estabilizar el mosto y aromatizarlo, además de desarrollar plenamente su sabor. La estabilización es a la vez biológica, pues se destruye cualquier microorganismo presente; bioquímica, porque se destruye la amilasa residual, que de otra manera proseguiría su acción; coloidal, al eliminar las proteínas coloidales inestables mediante una coagulación térmica y organoléptica por eliminación de compuestos sápidos volátiles y formación de compuestos reductores que contribuyen a la estabilidad del sabor de la cerveza.

Todos estos objetivos se consiguen conjugando diversos factores:

- Físicos, como la duración en intensidad de la ebullición, y
- Químicos, como el pH y la presencia de oxígeno.

El lúpulo no se suele agregar todo de una vez; generalmente los más amargos y menos finos se añaden hora u hora y media antes del final de la ebullición, mientras que los más finos y aromáticos se suelen agregar unos veinte minutos antes de dicho final para disminuir en lo posible la pérdida de los aceites esenciales, ya que estos son muy volátiles.

• Enfriamiento de mosto. El último paso antes de la siguiente fase, la fermentación, es el enfriamiento del mosto: operación en la que no solamente se disminuye la temperatura de éste desde la ebullición hasta la de siembra de la levadura, sino que se elimina todo el turbio que se ha formado al coagular las materias nitrogenadas, así como los restos que haya dejado el lúpulo si se ha agregado tal cual o molido.

Desde este momento y hasta que la cerveza terminada se envase, la máxima preocupación del cervecero será evitar cualquier infección microbiana, y el momento más peligroso es precisamente aquel en que el mosto pasa por el intervalo de temperaturas 40-20° C, que es el más favorable para la multiplicación de la mayoría de los microorganismos. Por esta razón, y aunque la forma clásica de enfriar el mosto era en recipientes



abiertos de muy poca profundidad, actualmente se está haciendo con la ayuda de un enfriador de placas que asegura la total esterilidad.

Para eliminar el turbio hay muchos procedimientos: filtro de placas, centrífuga o, más recientemente, mediante un ingenioso artificio denominado «remolino» o depósito de corriente giratoria, que no es más que un simple depósito de forma cilíndrica en el que el mosto entra de forma tangencial a través de un orificio situado a un tercio de la altura total del depósito. Al bombear el mosto, se induce un movimiento giratorio en toda la masa similar al que se produce en una taza de café al agitar con la cucharilla, con la consecuencia de que el turbio se compacta y se acumula en el fondo del recipiente formando un pequeño montículo que se puede retirar fácilmente.

La operación termina con una oxigenación; el oxígeno es necesario para la multiplicación de la levadura y, si se trabaja en recipientes cerrados, no puede haber una aireación suficiente, por lo que es necesario inyectar aire estéril en el mosto a la salida del enfriador.

Todo el proceso descrito hasta ahora ha tenido por objeto preparar un mosto de una composición determinada de antemano o, dicho de manera más simple, producir azúcar. Pero con la fermentación llegamos al momento más delicado de la fabricación de la cerveza, la transformación de este azúcar en alcohol y CO₂, de acuerdo con la conocida fórmula de Gay-Lussac:

$$C_6 H_{12} O_6 \longrightarrow 2C_2 H_5 OH + 2CO_2$$

Esta transformación tiene lugar con producción simultánea de un sinnúmero de compuestos químicos: alcoholes superiores, ácidos orgánicos volátiles, aldehidos, ésteres, etc., que son los que, en definitiva, van a conferir a cada cerveza su gusto particular. Todo este proceso, de enorme complejidad, se desajusta con relativa facilidad; unas veces, la levadura se adapta perfectamente al medio y otras degenera; a veces flocula y otras veces de mantiene en suspensión. En definitiva, la levadura es un ser vivo muy exigente en su nutrición y muy variable en su

metabolismo y sus reacciones son a veces imprevisibles. Por ello, y pese a la importancia que desde los tiempos de Pasteur se ha dado a su estudio, la causa final de estos cambios permanece todavía oscura y muy difícil de determinar en cada caso particular.

Pese a su complejidad, la fermentación depende fundamentalmente de tres parámetros: la levadura, la composición del mosto y las condiciones del proceso: tiempo, temperatura, presión, agitación, forma y volumen del depósito donde se va a desarrollar el proceso, etc. La levadura cervecera pertenece al genero *Saccharomyces*; desde finales del pasado siglo, en cervecería, salvo contadas excepciones, no se utiliza sino la técnica del cultivo puro, esto es, la levadura se desarrolla en el laboratorio a partir de un pequeño número de células y se obtiene así una variedad o cepa perfectamente definida. En cuanto al mosto, aporta los nutrientes a la levadura y ésta los utilizará de acuerdo con las condiciones del proceso.

Como se dijo al principio, según la levadura que se utilice se pueden considerar dos grandes tipos de cerveza, las de fermentación alta (ale) y las de fermentación baja: a este último tipo responden la totalidad de las cervezas que se producen en España.

La fermentación baja se desarrolla a una temperatura entre 5 y 10° C, para lo cual los depósitos pueden situarse en una bodega fría, o bien se pueden enfriar individualmente. Esta fermentación, por lo general, se realiza en dos etapas: la llamada fermentación principal, en la que se transforma el 90 por 100 de los azúcares fermentables, y la fermentación secundaria o guarda.

La temperatura de inoculación de la levadura es de unos 5° C, pero posteriormente el propio calor desprendido por la fermentación la hace subir. La temperatura normal en fermentación baja es de 8° C; si se aumenta, la fermentación se acelera, pero se corre el peligro de alterar las características de la cerveza, ya que la producción de compuestos volátiles está muy influida por la temperatura de fermentación.

Una vez concluida la fermentación principal, la cerveza se



trasiega a otro depósito, donde se mantiene a una temperatura de 0° C un período de tiempo más o menos largo, la guarda durante la cual se producen los siguientes fenómenos:

- Se decanta la levadura que no lo había hecho al terminar la fermentación principal, así como las partículas amorfas que enturbian la cerveza.
- Se satura ésta de CO₂, bien por la fermentación del 10 por 100 de azúcar que había quedado, o bien artificialmente.
- Se afina su gusto.
- Se precipita el turbio al frío, este proceso implica alcanzar temperaturas muy próximas a los cero grados centígrados, lo que impide que la cerveza se enturbie posteriormente.

La cerveza no se clarifica naturalmente por simple decantación: incluso después de una guarda larga permanece ligeramente velada, lo que, de acuerdo con los gustos actuales del mercado, la hace impropia para su consumo. Por eso antes de envasarla debe sufrir una clarificación que se lleva a cabo mediante una filtración. Como medio de filtración se utilizaba antiguamente la masa filtrante, mezcla de fibra de algodón y amianto, pero hace ya mucho tiempo que se sustituyó por el kieselguhr o tierra de infusorios o, si se quiere obtener una esterilidad absoluta, por placas de celulosa o membranas de acetato. El tipo de filtro puede ser de placas, de bujías o cualquier otro que impida la desaturación de la cerveza y, en cualquier caso, hay que tomar la precaución de mantener la temperatura de filtración ligeramente por debajo de los cero grados centígrados para impedir la redisolución del turbio al frío que se formó durante la guarda.

La cerveza terminada se debe poner a disposición del consumidor no sólo con todas sus cualidades intactas, sino asegurándole que estas cualidades se van a conservar durante un razonable periodo de tiempo. Para conseguir lo primero, resulta fundamental no desaturar la cerveza en el proceso de envasado. Para asegurar lo segundo, el cervecero debe evitar fundamentalmente la oxidación y las infecciones.

Cualquier recipiente que vayamos a utilizar para recibir la cerveza no se llena por completo; hace falta dejar un espacio vacío, y si se deja aire en ese espacio, el oxígeno se irá disolviendo poco a poco en la cerveza, oxidándola.

Esta oxidación tiene consecuencias nefastas para la cerveza por muchas razones: las materias amargas del lúpulo, así como los taninos presentes, toman un gusto amargo y acre al oxidarse; los compuestos volátiles responsables de su aroma se oxidan fácilmente, desnaturalizándose; los polifenoles, al oxidarse, se combinan con las materias nitrogenadas presentes y precipitan fácilmente, enturbiando la cerveza, etc.

Las infecciones, además de enturbiar la cerveza, le suelen comunicar un gusto más o menos desagradable, que la hace impropia para el consumo, aunque, y eso interesa señalarlo, ninguno de los microorganismos capaces de desarrollarse en ella son nocivos para la salud por varias razones: pH ácido; contenido, aunque bajo, de alcohol; cierta acción antiséptica del lúpulo y, por último, las condiciones de anaerobiosis en que se encuentra.

Si la filtración es correcta, la cerveza debe salir del filtro de kieselguhr sin ningún tipo de contaminación microbiana y con unas pocas células de levadura por mililitro. Estas células de levadura son capaces de desarrollarse en la cerveza envasada, y para evitarlo podemos usar un filtro esterilizante o proceder a su pasteurización.

Dado su pH bajo, bastan unos pocos minutos a 60° C para esterilizar la cerveza. Para eliminar el peligro de reinfección, el sistema clásico consiste en introducir botellas llenas en un baño de agua cuya temperatura se eleva hasta alcanzar los 60° C; esta temperatura se mantiene durante unos 20-30 minutos para permitir que alcance el interior de las botellas. Este método es muy costoso, pues el pasteurizador es un aparato caro, ocupa mucho espacio, la rotura de botellas es elevada y el consumo de vapor es alto; además, el oxígeno del aire que queda en el cuello de la botella se combina rápidamente con la cerveza a estas temperaturas altas, por lo que el gusto se deteriora.

La pasteurización flash o pasteurización al paso elimina



todos estos inconvenientes: la cerveza se calienta a 68-69° C durante solamente treinta segundos y se enfría de nuevo en un aparato similar al enfriador de placas que se vio al hablar del enfriamiento del mosto, con lo cual la oxidación es prácticamente nula y el gasto de energía es mucho menor. Por contra, este tipo de pasteurización nos obliga a trabajar en condiciones de total asepsia para evitar infecciones.

En lugar de enfriar de nuevo, se puede llenar en caliente. De esta forma desaparece el peligro de reinfección, pero surgen otros problemas adicionales derivados la mayoría del hecho de que a esa temperatura la presión de la cerveza puede subir hasta 7-8 atmósferas, lo que exige llenadoras más robustas y, por tanto, más caras, además de incrementarse mucho la rotura de botellas.

En barriles, la pasteurización clásica es prácticamente inviable por la serie de problemas que presenta. Con el llenado en caliente ocurre lo mismo, por lo que habrá que recurrir, bien a la filtración esterilizante, bien a la pasteurización flash, aunque ambas soluciones exigen el llenado aséptico.

Podemos pensar que el cervecero ha terminado su trabajo una vez que ha envasado la cerveza, y ello es así cuando lo hace en botellas o en latas, en que su distribución presenta los mismos problemas, normalmente ajenos al fabricante, que cualquier otro producto alimenticio. En el caso del barril no es así; un vaso mal servido podrá estropear la mejor cerveza si ésta no está a la temperatura adecuada y no conserva todo su carbónico. Para conseguir lo primero, la cerveza se hace pasar a través de un serpentin colocado en un baño de agua que se enfria con una máquina frigorifica; la longitud del serpentin y la potencia del compresor estarán en función de la temperatura ambiente y del caudal máximo de la cerveza en horas punta. Para evitar la desaturación y la producción incontrolada de espuma, habrá que mantener una contrapresión con CO2 en todo el circuito, que será igual a la suma de la presión interna del barril, la pérdida de carga del serpentín y la diferencia de nivel entre el barril y el grifo si el primero, como suele ocurrir, se encuentra en un sótano.

3. LA CALIDAD CERVECERA DE LA CEBADA

3.1. Conceptos de calidad maltera y cervecera

Las materias primas principales para la fabricación de la cerveza son: malta de cebada, agua, levadura y lúpulo. La malta de cebada es la fuente principal de hidratos de carbono del mosto, aunque no la única, pues en la mayor parte de los países del mundo pueden usarse, además, fuentes alternativas, como sémola de maíz, granos partidos de arroz, etc.

Desde este punto de vista hay dos procesos claramente diferenciados: la transformación de cebada en malta y la fabricación de la cerveza propiamente dicha.

La malta es la cebada germinada y tostada para conseguir:

- a) Hacer los gránulos de almidón accesibles a las enzimas amilolíticas que, a su vez, se generan durante la germinación del grano. Esta accesibilidad se consigue mediante la digestión enzimática de las paredes celulares, constituidas fundamentalmente por hidratos de carbono de alto peso molecular, y de la matriz proteínica que contiene los gránulos de almidón. Esta digestión se realiza mediante la acción de enzimas liberadas, a su vez, durante el proceso de germinación.
- b) El cese de todos los procesos anteriores, a través del secado y tostado, sin alterar las propiedades enzimáticas de la malta así producida.

La fabricación de cerveza consiste, en esencia, en producir, mediante infusión de la harina de malta, un mosto azucarado que, posteriormente lupulado, fermentará la levadura Saccharomyces carlsbergensis.

Es, pues, lógico considerar dos aspectos en la calidad de la cebada: el maltero y el cervecero, que, obviamente, no son intercambiables, sino complementarios.

Antes de pasar a discutir las diferentes facetas de la calidad quisiéramos puntualizar que influyen sobre los parámetros que la definen, además, el tipo de cerveza que se quiera producir; por ejemplo, Pilsen, Munich, etc., y el protocolo de fabricación que



se siga. Me voy a referir, por tanto, a la malta para cerveza tipo Pilsen fabricada según el sistema más usual seguido en España.

Quisiéramos señalar, además, que muchos de los caracteres que enumeraremos a continuación, o bien están correlacionados o son consecuencia de otros, siendo, sin embargo, convencionales a la hora de definir la calidad.

Una variedad de cebada de alta calidad maltera debe poseer una serie de características físicas y bioquímicas. Entre las primeras (tabla 3) se cuentan: un grano grueso y redondeado de tamaño uniforme (figs. 3 y 4) —he aquí uno de los problemas de las cebadas de seis carreras— de color amarillo claro, con una cascarilla (glumillas) fina y rizada y libre de infecciones de microorganismos. Entre los bioquímicos: baja capacidad de letargo y buena capacidad de absorción de agua. Debe ser capaz de germinar uniformemente y en un tiempo mínimo, produciendo la mayor cantidad de malta posible por unidad de peso de cebada. El grano de malta así producido debe estar máxima y uniformemente desagregado; es decir, los gránulos de almidón deben haber quedado completamente liberados de su envuelta hidrocarbonada y proteínica para hacerse accesibles a la acción de las amilasas durante el braceado; esto se nota en que la textura del endospermo es «friable»; es decir, se aplasta con facilidad al apretarlo contra una superficie dura.

Una medida química de lo anterior puede ser la relación

Tabla 3. CALIDAD MALTERA EN LA CEBADA

I. ASPECTOS FISICOS DEL GRANO

- * Tamaño grueso y uniforme.
- ★ Forma redondeada.
- ★ Cascarilla (glumillas) fina y rizada.
- ★ Color amarillo claro.
- ★ Libre de infecciones de microorganismos.

2. ASPECTOS BIOQUIMICOS

- r Ausencia de letargo.
- ★ Buena capacidad de absorción de agua.
- ★ Germinación rápida y uniforme.
- Máximo rendimiento en malta (mínimas pérdidas de peso por respiración, raicillas y plúmula).
- Desagregación (digestión enzimàtica de las paredes celulares y matriz proteinica) máxima y uniforme. Elevada actividad proteolítica y citolítica.
- ★ Indice de Kolbach (relación porcentua) entre nitrógeno total del grano de malta y nitrógeno del mosto) elevado y equilibrado.



Fig. 3.—Granos de cebada cervecera.



Fig. 4.—Granos de cebada pienso de seis carreras.



porcentual entre el nitrógeno total de la malta y la parte del mismo que se solubiliza, pasando al mosto.

La calidad cervecera propiamente dicha de una malta podemos analizarla desde dos puntos de vista, asimismo, complementarios (tabla 4). Desde el punto de vista económico, la malta deberá producir un elevado rendimiento en extracto (máximo volumen de mosto obtenido por kilo de malta). Factores correlacionados negativamente con el extracto son los porcentajes de proteina total y de cascarilla (glumillas) del grano de malta.

Tabla 4. CALIDAD CERVECERA EN LA CEBADA

1. ASPECTOS ECONOMICOS

- Rendimiento en extracto elevado (máximo volumen de mosto obtenido por kilo de malta). Desfavorable en las cebadas hexásticas.
- Porcentaje de proteina total moderamente bajo (correlacionado negativamente con el extracto).
- Porcentaje de glumillas en peso, minimo (asimismo correlacionado negativamente con el extracto).
- Actividad suficiente de las enzimas amilolíticas (a y \(\beta \) amilasas).
- Atenuación limite elevada (buena fermentabilidad del mosto).

2. ASPECTOS CUALITATIVOS EN SENTIDO ESTRICTO

- Baja viscosidad del mosto (facilidad de filtración).
- Bajo contenido en β glucanos del mosto (idem). Elevado contenido de aminoácidos en el mosto (para alimentación de la levadura).
 - Mosto de color claro.
- Mosto con bajo contenido de polifenoles (estabilidad coloidal de la cerveza,
- Ausencia de sabores y olores extraños en el mosto.
- Color, olor y gusto correctos de la cerveza terminada.

Haber desarrollado durante la germinación la suficiente cantidad de enzimas amilolíticas (α y β amilasas) para degradar completamente el almidón durante el braceado (infusión).

Producir un mosto cuya fermentabilidad sea máxima y con la cantidad suficiente de aminoácidos en solución para que la alimentación de la levadura sea óptima.

Desde un punto de vista estrictamente cualitativo, la malta debe estar lo suficientemente desagregada y tener un bajo contenido de β glucanos para que la viscosidad del mosto sea baja v la filtración del mismo, en consecuencia, fácil.

El mosto debe ser de color claro, con bajo contenido de polifenoles (aumentando asi la estabilidad coloidal y, en consecuencia, la vida de la cerveza) y ausencia de sabores y olores extraños.

La cerveza terminada debe tener color, olor y gusto correctos.

3.2. El índice de calidad cervecera

La evaluación de la calidad cervecera, tal como la hemos definido en el apartado anterior, se realiza a través de una serie de parámetros analíticos que se determinan en la cebada, la malta y el mosto. Esta evaluación produce, pues, tablas de datos bastante complejas para el no versado en la materia, cuya interpretación global es difícil. Para obviar esta difícultad, el Comité de Cebada y Malta de la EBC ha desarrollado, bajo la dirección del autor de esta Hoja Divulgadora, un índice de calidad, que denominamos Q, capaz de medir, con una sola cifra entera, del 1 al 9, la calidad global de una variedad.

Los cinco parámetros que se utilizan para construir el índice que con sus valores testigo figuran en la tabla 5, se han ponderado según su importancia relativa.

Tabla 5. CARACTERES USADOS PARA CONSTRUIR EL INDICE DE CALIDAD Q, JUNTO CON SUS VALORES DE REFERENCIA, DESVIACIONES TIPICAS Y COEFI-CIENTES DE PONDERACION

Carácter	Valor de referencia	Desviación típica	Coeficiente de ponderación
Rendimiento del extracto	79.87	1,70	0.45
Indice de Kolbach	39.58	4,48	0.10
Atenuación límite	79.80	2,96	0.15
Viscosidad	1.601	0,134	0.25
Poder diastático	251.9	57.8	0.05

Este indice, cuya validez estadística ha quedado demostrada, permite clasificar las variedades de la siguiente forma:

Valor de Q	Observaciones
1 < Q < 5	Cebada pienso.
5 < Q < 7	Cebadas cerveceras de calidad moderada.
7 < Q < 9	Cebadas cerveceras de alta calidad.



4. EL CULTIVO DE LA CEBADA CERVECERA

4.1. Elección de la variedad

Este es el punto crucial en todo el proceso agrícola, pues una variedad no cervecera nunca podrá producir grano usable por la industria. En consecuencia, hay que usar variedades de calidad cervecera contrastada, que son aquellas que la Convención Cervecera Europea recomienda a través de sus publicaciones. Como quiera que estas publicaciones no llegan a los agricultores, pero si a los organismos estatales responsables de la inscripción de variedades en la lista oficial (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero) y de la recomendación de las mismas (organismos competentes de las Comunidades Autónomas), es a ellos a los que el agricultor habrá de dirigirse. También los técnicos de los servicios agrícolas de ciertas empresas cerveceras pueden asesorar a los agricultores en la elección de la variedad.

Aparte de poseer calidad cervecera, la variedad deberá estar adaptada a las condiciones agroclimáticas de la zona de cultivo. Aunque no pueden darse normas generales, podríamos afirmar que las dos características principales que hacen a una variedad apta para ser cultivada en la mayoría de las tierras cebaderas españolas son la precocidad y rusticidad, entendiéndose aqui por rusticidad la adaptación a suelos medios o pobres y la tolerancia a la sequía y el frío invernal. En determinadas zonas pueden ser limitantes ciertas enfermedades, a las que la variedad elegida debería ser resistente (ver apartado 5).

4.2. Preparación del terreno y abonado de fondo

La cebada cervecera, como cualquier cereal, exige un lecho de siembra adecuado. Es recomendable alzar el cultivo anterior cuanto antes, para obtener una buena meteorización del suelo, y dar posteriormente los pases de grada suficientes para mullir la capa superior del mismo.

El abonado de fondo se realizará antes de dar el último pase

de grada, que deberá ser perpendicular a la dirección de siembra.

Como dosis recomendables de abono de fondo podemos sugerir: de 30 a 40 kg/ha de N, y 80 a 90 tanto de P_2O_5 como de K_2O , aunque la dosis de fósforo y potasa deberá estar de acuerdo con la riqueza del suelo en relación con estos elementos nutritivos.

Si se prevén problemas de Avena loca u otras gramíneas adventicias, podrán realizarse tratamientos de presiembra con compuestos a base de Trialatos.

4.3. Siembra

Habrá de realizarse siempre con sembradora en líneas a chorrillo, absteniéndose, pues, del uso de las abonadoras centrífugas tan extendido por desgracia. El uso de estas últimas sólo conduce a un despilfarro de semilla y a una desigual profundidad de siembra, lo que tiene como consecuencia la obtención de poblaciones de plantas con densidad muy irregular. Es necesario regular las botas de la sembradora, de manera que la semilla quede localizada a una profundidad de entre uno y tres centímetros. Siembras más profundas tienen como consecuencia poblaciones de plantas ralas y débiles, incidiendo directamente en una cosecha más escasa.

Es recomendable con generalidad sembrar semilla certificada, controlada oficialmente por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. El uso de grano para siembra, como el que preparan muchos productores clandestinos, sólo conduce a cultivos enfermos y con una pureza varietal baja, que producirán un grano rechazable por parte de la industria cervecera.

Como las variedades cerveceras tienen en general grano de buen tamaño, convendrá usar dosis de siembra de entre 150 y 170 kg/ha, dependiendo de la capacidad de ahijamiento de la variedad y la fecha de siembra; si la variedad ahija poco y/o la siembra es tardía, habrá que acercarse a los 170 kg/ha.

Las fechas de siembra de las cebadas cerveceras van desde finales de noviembre (Mancha, Andalucía y Extremadura) a



finales de febrero e incluso mediados de marzo (zonas frías de la Meseta y Norte). Es, sin embargo, conveniente tener en cuenta los requerimientos de la variedad que vayamos a sembrar y pedir asesoramiento a los técnicos competentes de la casa vendedora o a la Administración.

4.4. Abonado de cobertera

Habrá de aplicarse *muy precozmente*, ya a comienzos del ahijado. Los abonados de cobertera tardíos no elevan la producción de grano, pero sí incrementan el porcentaje de proteína del mismo y disminuyen su calibre, factores totalmente adversos para el uso cervecero de la cebada.

Se recomiendan dosis de 30 a 40 kg/ha de N, en forma, preferiblemente de Nitrato Amónico Cálcico. No es aconsejable aplicar Urea, porque al extenderse mucho en el tiempo su cesión al suelo en forma asimilable seguiría absorbiéndose por la planta hasta fases muy tardías de su desarrollo, con las consecuencias negativas antes apuntadas.

4.5. Tratamientos durante el cultivo

En lo que a herbicidas se refiere, y si existen gramineas adventicias (avena loca, ballico, alpiste, etc.) en el terreno, pueden recomendarse compuestos a base de Difenzoquat, Flamprop-Isopropyl o Metil-Diclofop.

Para tratamientos antidicotiledóneas (plantas de «hoja ancha»), se pueden usar herbicidas formulados con MCPA o Ioxynil+MCPP entre otros. Los tratamientos a base de 2,4-D son peligrosos para la cebada, a menos que se apliquen antes del comienzo del encañado. En todos los casos de tratamiento herbicida conviene asesorarse por los técnicos de la casa vendedora del producto, o mejor aún, requerir los servicios de una casa de tratamientos agrícolas para que ejecute la aplicación.

Existen hoy día fungicidas sistémicos que aplicados a la cebada durante el cultivo controlan las principales enfermedades criptogámicas; sus precios son, sin embargo, tan elevados, que

en la casi generalidad de las condiciones de cultivo españolas no compensa económicamente su uso. No vamos, por tanto, a recomendar ningún producto de este tipo para uso rutinario, aunque en el apartado 5.2, se recomiendan en condiciones especiales.

Algo paralelo cabría decir de los reguladores de crecimiento, usados rutinariamente, por ejemplo, en Francia: aquí no es económico su uso, no recomendándose por ello ninguno.

4.6. Recolección y almacenamiento

Para la perfecta comprensión de este apartado conviene recordar que la cebada cervecera es una semilla que *tiene que germinar* completamente en la maltería; por tanto, cualquier hecho que pueda alterar la capacidad germinativa es negativo.

Es importante la determinación del momento exacto de la recolección, que es aquél en que la humedad del grano es inferior al 12 por 100, lo cual puede comprobarse empíricamente mordiéndolo y viendo que se parte limpiamente sin ningún aplastamiento.

Es, asimismo, importante la regulación del mecanismo de trilla de la cosechadora, de tal forma que se eviten tanto la rotura del grano como los daños al embrión, que perjudican gravemente su posterior germinación.

Como las partidas de cebada cervecera deben tener una gran pureza varietal, se debería limpiar la cosechadora mediante la eliminación de la primera tolva de cebada cosechada.

El acondicionamiento del almacén es de la mayor importancia al objeto de evitar:

- a) Las mezclas varietales.
- b) La disminución de la capacidad germinativa de la cebada.

Lo primero se consigue utilizando un almacén para cada variedad o, si esto es imposible, construyendo barreras con sacos llenos de grano que hagan de separación entre las diferentes variedades.



Lo segundo, almacenando grano con menos de 12 por 100 de humedad en un almacén sin filtraciones de agua por suelo, paredes o techo, y vigilando periódicamente la humedad y temperatura del grano y la ausencia de insectos parásitos en el mismo. Es, así siempre, imprescindible desinfectar el almacén antes de llenarlo y durante el tiempo en que la cebada permanece en él, aunque siempre teniendo en cuenta que los tratamientos gaseosos pueden rebajar el poder germinativo de la misma.

5. PLAGAS Y ENFERMEDADES

5.1. Plagas

Aunque el ataque de los nematodos (como Heterodera avenae) a la cebada es poco frecuente, en el caso de que se tenga una parcela infectada lo más conveniente es evitar sembrar cereales durante varios años, ya que la desinfección del suelo es extremadamente cara y escasas las variedades portadoras de resistencia genética. Los síntomas del ataque de nematodos se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas formando rodales en los que las plantas se desarrollan con mucha dificultad, enanizándose y amarilleando; si no mueren en esta fase, ahijan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas.

Los pulgones (Rhopalosiphum padi, Sitobion avenae y Schizapis graminum) si producen importantes daños en la cebada, sobre todo el citado en primer lugar, que es el principal transmisor del Virus del Enanismo Amarillo (BYDV). El control es, sin embargo, sencillo, debiendo aplicarse, en cuanto se vean los primeros individuos, insecticidas a base de Dimetoato o Pirimicarb.

La larva del insecto *Lema melanopa* se alimenta del parénquima de las hojas de la cebada produciendo aparentes pérdidas de masa fotosintética; sin embargo, su escasa incidencia sobre el rendimiento no justificaría tratamientos insecticidas.

La misma poca importancia, en cuanto al nivel de daños que ocasionan, podria adjudicarse al Minador del Tallo (Cephus

pygmaeus) y a la Nefasia (Cnephasia pumicana). Ambos producen la muerte de la espiga porque seccionan el tallo. No son precisos en general los tratamientos.

5.2. Enfermedades

La Rincosporiosis, inducida por el hongo *Rhinchosporium secalis*, produce en las hojas y tallos manchas necróticas de forma oval y tamaño que puede llegar a 1 × 2,5 cm (fig. 5). Cuando el ataque es fuerte, puede destruirse toda la masa fotosintética produciendo la muerte de la planta. La enfermedad se manifiesta en forma de rodales en el campo, que pueden llegar a cubrir la parcela entera, en cuyo caso la pérdida de cosecha puede ser muy elevada. Las condiciones ambientales más adecuadas para el desarrollo de la enfermedad son las de los climas atlánticos, con inviernos suaves y humedad elevada; por eso la Rincosporiosis constituye una enfermedad importante en las regiones occidentales de la Península, particularmente en Andalucía Occidental y Badajoz. La transmisión de la enfermedad se



Fig. 5.—Rincosporiosis (Rhynchosporium secalis). (Foto I.T.C.F.).



realiza a través de ciertas plantas huéspedes (gramíneas adventicias), residuos de la cosecha anterior que permanecen en el suelo, y por la semilla de la cebada. El control más eficaz se realiza destruyendo (quemando) los rastrojos, desinfectando la semilla con compuestos órgano-mercúricos y adoptando una rotación de cultivos adecuada. También son muy útiles, aunque ya dijimos que extremadamente caros, los fungicidas sistémicos a base de Tridermof+Carbendazim y Propiconazol pulverizados dos veces durante el período vegetativo.

Naturalmente, tanto la Rincosporiosis como algunas otras enfermedades que citaremos a continuación (Oidio, Helminthosporium teres, Puccinia striiformis, Puccinia hordei, Ustilago nuda y Ustilago hordei) pueden ser controladas de la manera más económica, evitando además los problemas de contaminación derivados del uso de agroquímicos, mediante el uso de variedades genéticamente resistentes.

El Oidio (inducido por el hongo Erysiphe graminis) tiene incidencia fundamentalmente en climas húmedos y frios y en los regadíos. Se manifiesta por la aparición de pústulas cubiertas de micelio blanquecino o ligeramente tostado (fig. 6), que cubren normalmente las hojas inferiores, pero que pueden llegar a cubrir la planta entera. Las pérdidas de cosecha como consecuencia del Oidio pueden ser en ciertas zonas del Norte de España de medias a elevadas. Las esporas del Oidio, producidas por el hongo invernante sobre gramíneas espontáneas, vuelan largas distancias conducidas por corrientes de aire, produciéndose así una dispersión rápida de la enfermedad. Aparte del uso de variedades resistentes, son eficaces los tratamientos de semilla con Etirimol o Triadimenol y pulverización durante el período vegetativo con Tridemorf+Carbendazim o Propiconazol.

Existen dos tipos de Helmintosporiosis con in portancia en España: el estriado de las hojas (Helminthosporium gramineum) y el moteado de las hojas (Helminthosporium teres). La incidencia del primero es mucho más escasa que la del segundo y se manifiesta por la aparición de estrias amarillas sobre las hojas, que pueden tener una longitud igual a la del limbo (fig. 7), que posteriormente se transforman en necrosis, quedando las hojas

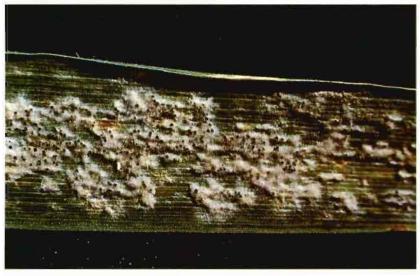


Fig. 6.—Oidio (Erysiphe graminis). (Foto I.T.C.F.).



Fig. 7.—Estriado de las hojas (Helminthosporium gramineum). (Foto I.T.C.F.)

como deshilachadas. El mejor medio de control es el tratamiento de semillas con Mancozeb, Maneb, Carboxina, Oxiquinoleato de Cobre o productos mercuriales.

El Helminthosporium teres produce daños que pueden llegar a ser elevados en las zonas occidentales de la Peninsula, sobre todo en Badajoz y Andalucía Occidental. Se manifiesta por lesiones sobre las hojas que pueden tener formas muy diferentes, por ejemplo: necrosis de forma de H alargada, o de pequeños rectángulos o de estrias o moteados de forma oblonga (fig. 8). En general, salvo en la forma de estrías, las lesiones suelen ser pequeñas, 1 × 3 mm aproximadamente. Cuando el ataque es fuerte puede quedar destruido todo el follaje de la planta, produciéndose entonces importantes pérdidas de cosecha. Aparte del uso de variedades resistentes, el único medio de control consiste en realizar dos pulverizaciones con Propiconazol durante el período vegetativo. La propagación de la enfermedad se realiza a través de la semilla, residuos de la cosecha anterior o mediante las esporas del hongo producidas sobre ciertas gramineas espontáneas.

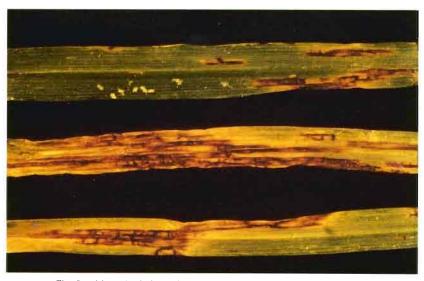


Fig. 8.—Moteado de las hojas (Helminthosporium teres). (Foto I.T.C.F.).

Los carbones, vestido (Ustilago hordei) y desnudo (Ustilago nuda), aunque son muy llamativos por su espectacularidad, no tienen una incidencia suficientemente importante, quizá por el uso bastante extendido de la desinfección con Carboxina o Triadimenol de las semillas de base.

Algo parecido, aunque incluso aquí la incidencia sea aún menor, cabría decir de las royas, amarilla *Puccinia striiformis* y parda *Puccinia hordei*, sólo se presentan muy esporádicamente y con ataques de escasa importancia sobre la cebada cervecera.

Aunque existen varios virus descritos como parásitos de la cebada, a saber, BYDV o Virus del Enanismo Amarillo, BSMV o Virus del Mosaico Estriado y BYMV o Virus del Mosaico Amarillo, solamente hablaremos del primero, BYDV, que es el que tiene una importancia grande e incluso creciente en nuestro país.

El Virus del Enanismo Amarillo (BYDV), cuya inoculación a las plantas se produce a través de las especies de pulgones antes descritas, puede producir en España pérdidas de cosecha de moderadas a elevadas. Aunque existen ciertas zonas en donde se sabe que viene apareciendo con bastante frecuencia desde hace bastantes años (por ejemplo, Valle del Ebro, Zona del Urgell, en Lérida, Andalucia Occidental, Extremadura, etc.) puede decirse que está ya extendido por toda España.

Los síntomas de la infección en las plantas de cebada, que comienzan la fase de encañado, son: fuerte enanismo, ahijado excesivo o muy escaso, y amarilleamiento de las hojas que comenzando por el ápice se extiende a todo el limbo (fig. 9); pueden aparecer, asimismo, estrías amarillas en las hojas. En estas plantas enanizadas disminuye el número de tallos fértiles, y se retrasa el espigado y la madurez, apareciendo granos abortados y arrugados. Las infecciones más tardías son mucho menos nocivas.

La fuente principal del virus la constituyen las gramíneas silvestres sobre las que invernan los pulgones, que, posteriormente, forman la primera oleada de vectores al instalarse muy pronto sobre la cebada, cuando ésta está en una temprana fase de su desarrollo. Es éste el momento más adecuado para dar un

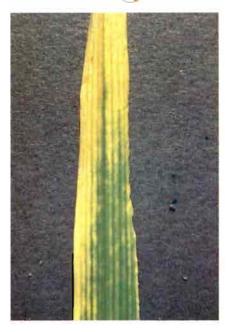


Fig. 9,—Virosis del enanismo amarillo (B.Y.D.V.). (Foto del autor).

primer tratamiento que evite la multiplicación sobre la cebada de las descendencias de estos individuos colonizadores.

Si este primer tratamiento no se hace a tiempo, pueden aparecer síntomas de BYDV sobre la cebada al cabo de diez o veinte días. Los productos a utilizar son los que ya describimos al hablar de los pulgones porque no hay ningún tratamiento que pueda detener el avance del virus una vez inoculado a las plantas. Se conocen ya algunas fuentes de resistencia genética al BYDV.

6. LAS VARIEDADES DE CEBADA CERVECERA Y SU CALIDAD

Vamos a dar ahora una relación de variedades de cebada que pueden usarse en cervecería y cuya calidad oscila de moderada a muy elevada (véase Tabla 6). Estos datos proceden de los Informes Anuales del Comité de Cebada y Malta de la Convención Cervecera Europea, del Instituto Nacional de Botánica Agricola de Inglaterra y de análisis propios y se refieren a aquellas variedades que ocupan grandes extensiones en España y a aquellas otras de reciente introducción pero de calidad prometedora.

Tabla 6. CALIDAD CERVECERA EXPRESADA POR EL INDICE DE CALIDAD Q, DE ALGUNAS VARIEDADES DE CEBADA CULTIVADAS EN ESPAÑA

Variedad	Genealogia	Obtentor/Pais	Tipo	N.º Ca- rreras	Q Calidad
Beka	Betghe XIII × Kenifel	Secobra/Francia	Primavera	2	9 Excelente
Hassan	Delta × Agio × Kenia × var. Arabe	Cebeco/Holanda	Primavera	2	7 Buena
T. Union	Selección en Unión	Secobra/Francia	Primavera	2	8 Muy buena
	(Weih.CP x Donaria) x Firlbecks [1]	Firlbeck/R. F. Al.	Primavera	2	8 Muy buena
	L92 x Minerva x Emir x Zephyr	Van der Have/Holanda	Primavera		7 Buena
Kvm	Georgie x Hanna	Nickerson R. P. B./Inglaterra	Primavera	2	7 Buena
Zaida	Union x Adora	La Cruz del Campo/España	Primavera	2	8 Muy buena
Arabella	Delisa x Carina	La Cruz del Campo/España	Primavera		8 Muy buena
Irene	Delisa x Carina	La Cruz del Campo/España	Primavera	2	8 Muy buena
Almudena	Mutante inducido en Menuet	La Cruz del Campo, España	Primavera	2	7 Buena
Dobla	Union × Nymphe	San Miguel/España	Invierno	6	6 Moderada
Plaisant	Ager × Nymphe	GAE/Francia	Invierno	6	6 Moderada



7. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Libros de tipo general

Briggs, D. E. (1978), «Barley». Chapman & Hall, Londres, 612 págs. Cook, A. H. (1962). «Barley and Malt». Academic Press, Nueva York y Londres, 740 págs.

Libros sobre fabricación de malta y cerveza

Broderick, A. H. (1977). Editor. «El cervecero en la práctica». Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas, Venezuela, 550 págs.

Calidad maltera y cervecera de la cebada

Molina Cano, J. L. (1986). «Mejora de cebadas cerveceras». Cerveza y Malta, número 89.

Molina Cano, J. L.; B. Madsen, M. J.; Atherton, B. W.; Drost, J.; Larsen, R.; Schildbach, J. P.; Simiand y K. Voglar (1986). «Un indice estadístico para la evaluación global de la calidad maltera y cervecera de la cebada». Cerveza y Malta, número 92.

Plagas y enfermedades

Mathre, D. E. (1982). Editor «Compendium of Barley Diseases». The American Phytopatological Society, St. Paul (MN), Estados Unidos, 78 pags.

Gareth Jones, D., y B. C. Clifford (1983). "Cereal Diseases", 2nd Edition. John Wiley & Sons, Londres y Nueva York, 309 pags.

Información general sobre ensayos agronómicos y de calidad de cebadas cerveceras en Europa

European Brewery Convention (EBC), Barley & Malt Group. «Reports». Idem «Advances in Malting Barley».

Ambas son publicaciones anuales que pueden solicitarse gratuitamente a:

Secretariat of the European Brewery Convention, P.O. Box 510, 2380 BB Zoeterwoude, Holanda.





MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGRARIAS

Servicio de Extensión Agraria Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».