



Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY

CALIDAD INDUSTRIAL DE LA CEBADA CERVECERA

Gerardo Arias

* Ing. Agr. Ph.D. Técnico principal del Proyecto, INIA La Estanzuela
Actualmente, Coordinador de Investigaciones en Cebada, EMBRAPA, CNIT Passo Fundo, Brasil

Título: CALIDAD INDUSTRIAL DE LA CEBADA CERVECERA

Autor: Gerardo Arias

Serie Técnica N° 18

© 1991. INIA

Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay

ISBN: 9974-556-17-1

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

CONTENIDO

PARTE 1: ANALISIS DE CEBADA Y MALTA

1. Introducción	9
2. Calidad de la cebada	10
2.1 Calidad comercial	10
2.2 Caracteres subjetivos	11
2.2.1 Color y brillo de la cebada	11
2.2.2 Olor	12
2.2.3 Porcentaje de cáscaras	12
2.2.4 Forma del grano	13
2.2.5 Aspecto del grano de cebada al corte	14
2.3 Caracteres objetivos	15
2.3.1 Humedad	15
2.3.2 Pureza varietal	15
2.3.3 Poder germinativo	16
2.3.4 Peso del grano	18
2.3.5 Peso hectolítrico	18
2.3.6 Clasificación por tamaño	19
2.3.7 Porcentaje de proteína	20
2.3.8 Homogeneidad	22
3. Calidad de la malta	23
3.1 Extracto	23
3.1.1 Definición de extracto	23
3.1.2 Evaluación del extracto	24
3.1.3 Predicción de extracto	24
3.1.3.1 Por proteína y peso del grano	24
3.1.3.2 Por energía de molienda	26
3.2 Enzimas amilolíticas	26
3.2.1 Poder diastásico	26
3.2.2 Sacarificación	27
3.3 Disolución citolítica	27
3.3.1 Diferencia de extracto	27
3.3.2 Viscosidad del mosto	28
3.3.3 Dureza de la malta	29
3.3.4 Pérdida de dureza durante el malteo	29

3.4 Disolución proteolítica	30
3.4.1 Porcentaje de proteína de la malta	30
3.4.2 Índice de Kolbach	30
3.4.3 Nitrógeno soluble en el mosto	30
3.5 Otros análisis	31
3.5.1 Índice de Hartong a 45 °C (VZ 45)	31
3.5.2 Características del mosto	32
3.5.3 Atenuación final	32
3.6 Merma del malteado	32
3.7 Micromalteo	33
4. Calidad cervecera	34
5. Predicción de calidad a partir de la cebada	35
6. Tipificación de cultivares de cebada	35
6.1 Identificación de cultivares	36
6.2 Definición de tipo cervecero	36
7. Resumen	37
8. Bibliografía	37

PARTE 2: EVALUACION DE ANALISIS DE MALTA

1. Introducción	41
2. Índice de calidad del EBC	42
3. Índice de calidad del NIBEM	42
4. Índice de calidad de Alemania	43
5. Índice de calidad del Brasil	44
5.1 Valor de rendimiento	44
5.2 Índice de Hartong a 45 °C (VZ 45)	47
5.3 Tenor de proteína	47
5.4 Nitrógeno soluble en el mosto	48
5.5 Color de cocción	50
6. Otras características importantes	51
7. Índice de calidad de Uruguay	51
8. Mejoramiento de cebada para calidad industrial	52
9. Resumen	53
10. Bibliografía	54

CUADROS Y FIGURAS

PARTE 1: ANALISIS DE CEBADA Y MALTA

Figura 1. Modificación del grano de cebada durante el malteado	12
Figura 2. Diferentes formas de grano obtenidas en cruzamientos entre un cultivar de grano redondeado y otro alargado	14
Cuadro 1. Variación de las diferentes fracciones de proteínas de la cebada en función del porcentaje total de proteínas. Osborne citado por Bishop.....	21
Cuadro 2. Relación entre proteínas y extracto. Resultados obtenidos por Haase (1903), Lüers (1950) y por el cultivar Villa en 1968-70	25

PARTE 2: EVALUACION DE ANALISIS DE MALTA

Cuadro 1. Índice de calidad del EBC	42
Cuadro 2. Índice de calidad del NIBEM	42
Cuadro 3. Sociedad Alemana de Cebada Cervecera. Grados de Calidad APS	43
Cuadro 4. Índice de calidad del Brasil	43
Cuadro 5. Índice de calidad del Brasil. Valor de Rendimiento (VR)	44
Cuadro 6. Índice de calidad del Brasil. Valor de Rendimiento. Ejemplos de la misma malta	45
Cuadro 7. Índice de calidad del Brasil. Valor de Rendimiento. Ejemplos de tres diferentes maltas con la misma humedad (4%)	45
Cuadro 8. Índice de calidad del Brasil. Índice de Hartong a 45 °C (VZ 45)	47
Cuadro 9. Evaluación del Índice de Hartong 45 °C	47
Cuadro 10. Índice de calidad del Brasil. Proteína de la malta. Porcentaje en sustancia seca	48
Cuadro 11. Índice de calidad del Brasil. Nitrógeno soluble en el mosto (mg/100 g de malta s.s.)	48
Cuadro 12. Nitrógeno soluble en el mosto. Sociedad Alemana de Cebada Cervecera.....	48
Cuadro 13. Índice de Kobach (%)	49
Cuadro 14. Índice de calidad del Brasil. Nitrógeno soluble. Ejemplos de maltas con diferentes proteínas e índices de Kolbach	49
Cuadro 15. Índice de calidad del Brasil. Color de cocción (Kochfarbe). Unidades EBC	50
Cuadro 16. Influencia del genotipo, el medio y la tecnología en la calidad de la malta, según L. Narziss	53

PRESENTACION

El presente trabajo tuvo sus comienzos con las conferencias pronunciadas por el autor en las Segundas Jornadas Norteñas de Cebada Cervecera realizadas en Montevideo el 17 de Junio de 1989 y en la Primera Reunión Anual de Investigadores de Cebada, realizada en La Estanzuela el 18 de Abril de 1990.

Los técnicos que trabajan en investigación y extensión de cebada cervecera de las empresas privadas y del INIA, sugirieron que se editase una monografía sobre la calidad industrial de la cebada cervecera. Con este motivo se intentó hacer una revisión y ampliación de las conferencias para publicar un resumen de los principales aspectos de la calidad industrial de la cebada y de la malta.

Agradecemos a todos los que colaboraron en la lectura y corrección del presente texto entre los que destacamos al Dr. Walter Baethgen y al Ing. Agr. Flavio Capettini del Proyecto FAO/PNUD/INIA "Mejoramiento de Cebada" de INIA La Estanzuela, a la Ing. Quím. Lilián Troche, Jefa del Laboratorio Tecnológico, y al Ing. Agr. Eduardo de la Rosa, Jefe del Servicio de Semillas de INIA La Estanzuela.

También colaboraron en la corrección de los textos sugiriendo modificaciones y ampliaciones el Maestro Maltero Gero Holz e Ing. Quím. Eduardo Dapuzo de CYMPAY, el Ing. Quím. Francisco Lezama del Establecimiento Maltería de FNC, el Ing. Quím. Rafael Maiante de Maltería Uruguay S.A. y el Ing. Agr. Domingo Luizzi de OMUSA.

CALIDAD INDUSTRIAL DE LA CEBADA CERVECERA

PARTE 1: ANALISIS DE CEBADA Y MALTA⁽¹⁾

Dr. Gerardo Arias

1. INTRODUCCION

La cebada cultivada en el Uruguay ha sido destinada casi exclusivamente a la elaboración de malta para uso cervecero, aunque también se destinan algunos lotes a la fabricación de malta para Whisky.

Esto genera un especial interés en el tema de la calidad industrial de la cebada cervecera, especialmente si consideramos que el 90% de la misma es destinada a la exportación. Como el país produce volúmenes pequeños en relación al mercado mundial, una alta calidad es la mejor garantía que el país, la industria y los agricultores pueden tener para el mantenimiento y expansión de las actuales exportaciones.

¿En qué consiste exactamente la calidad de la cebada cervecera? ¿Qué características son tomadas en cuenta para definir calidad? ¿Qué medidas se pueden adoptar para mejorar la calidad de la producción? y finalmente: ¿Es posible realizar grandes avances mediante el mejoramiento genético?

A todas estas preguntas se han dado diversas respuestas. Bendelow en 1981 estimó que la calidad de la malta es difícil de definir, ya que varía con los diferentes procesos de fabricación de cerveza y con los tipos de cerveza en diversos países. Afirma también que, aún dentro de un país, es difícil definir normas únicas de calidad.

Según Narziss (1976) las variaciones de la mayoría de los parámetros de calidad pueden ser corregidas dentro de ciertos límites. Esto implica modificaciones durante el malteado o la fabricación de la cerveza que aumentan los costos.

En materia de calidad se pueden considerar tres aspectos: calidad comercial, calidad

(1) Conferencia pronunciada en las Segundas Jornadas Norteñas de Cebada Cervecera, el 17.06.89 en Montevideo, revisada y ampliada para esta publicación.

maltera y calidad cervecera de la cebada. No consideraremos aquí ni la malta para whisky ni el uso en panadería de la cebada malteada.

2. CALIDAD DE LA CEBADA

Definir la calidad de la cebada cervecera ha sido motivo de constantes debates. Para aunar criterios, los malteros y cerveceros europeos comenzaron a reunirse en congresos internacionales a fines del siglo pasado con el fin de uniformizar los métodos de análisis de cebada, malta y cerveza. Finalmente se constituyó la Convención Europea de Cervecería, o EBC (European Brewery Convention), con el fin de coordinar el trabajo científico de los países miembros, en los campos técnicos de maltería y cervecería. Uno de los medios para esto consistió en la realización de Congresos cada dos años, realizándose el primero en 1947 en Scheveningen. Se crearon comités permanentes del EBC, como el Comité de Análisis quien fija las normas de análisis para los países miembros. Muchos países productores de cebada cervecera que no son miembros siguen estas normas, como el Uruguay, Brasil y Argentina. En Estados Unidos, las normas fueron fijadas por el ASBC (American Society of Brewery Chemists).

En diversos países se instalaron con anterioridad o posteriormente institutos para fomentar el cultivo de cebada de buena calidad como la SECOBRA de Francia en 1903 (Société pour l'Encouragement de l'Orge de Brasserie) que se dedicó principalmente al mejoramiento genético y el NIBEM de Holanda (Instituto Holandés de la Cebada, Malta y Cerveza), que fueron financiados por toda la industria del país. Interesa destacar el caso de Dinamarca donde una sola cervecería, la Carlsberg, ha realizado investigación desde el siglo pasado hasta nuestros días en el área de tecnología de malta y cerveza y mejoramiento de cebada y levadura.

2.1 Calidad comercial

Podemos definir la calidad comercial de cebada cervecera como las normas a las que está sujeta su comercialización y que se refieren a características objetivas y subjetivas de la cebada que están relacionadas en mayor o menor grado con el comportamiento que presentará en la maltería.

Estas normas varían en los diferentes países, reguladas en la mayor parte de los casos por decretos gubernamentales que fijan los tipos, con sus límites y tolerancias para porcentaje de proteína, semillas de malezas, pureza varietal, granos quebrados, brotados, descascados, porcentaje inferior a la zaranda 2,2 mm, etcétera.

Las normas de comercialización distinguen siempre las variedades cerveceras de las forrajeras. Estas normas son válidas solamente para un grupo de cultivares que ha sido aceptado como apto para la fabricación de malta y es el único que se puede denominar cebada cervecera.

En el Uruguay no hay normas oficiales de comercialización y las malterías aplican diversos criterios. Ultimamente dos de ellas están determinando el porcentaje de proteína de cada lote adquirido mediante el uso de equipos NIT (Near Infrared Transmittance). Esto trae la posibilidad de aplicar precios diferenciales.

Para los fines de la calidad comercial bastaría con que la cebada cumpliera apenas los requisitos de ser sana, seca, limpia, y presentara los adecuados porcentajes de proteína, poder germinativo y clasificación comercial para tener una buena calidad comercial. En realidad se necesita mucho más que eso y las normas comerciales deberán adaptarse a los cambios que los requerimientos de los compradores y los nuevos datos obtenidos por la investigación aporten en los próximos años.

2.2 Caracteres subjetivos

Tradicionalmente, los malteros se basaron en métodos subjetivos para la adquisición de cebada, expresando la apreciación de diversos caracteres en escalas de puntos que ayudaban a dar una nota final a cada lote. Entre los caracteres observados figuran: color, brillo, olor, forma del grano, finura de las cáscaras, harinosidad, dureza, etcétera.

2.2.1 Color y brillo de la cebada

Lo primero que se considera en una muestra de cebada para comercializar o para mejoramiento es el aspecto general, especialmente el color, que debe ser amarillo pajizo con un cierto brillo. Esto indica buenas condiciones sanitarias de maduración y cosecha.

La influencia de factores climáticos adversos como el exceso de lluvias al final de la maduración provoca una decoloración más o menos intensa y la aparición de coloración negra en la base del grano que indica presencia de hongos que perjudican la germinación y la calidad del malteado (*Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Alternaria* sp.). Una mayor decoloración y alta incidencia de punta negra puede motivar el rechazo del lote en algunos países. En Australia en el estado de Queensland un porcentaje del 5% de punta negra es motivo de descalificación aunque los otros estados aceptan hasta un máximo de 12%.

Algunas variedades de cebada pueden presentar diferentes colores en las glumas: negro, rojo, etc., pero todas las cebadas cerveceras carecen de estas coloraciones. Por eso, suelen usarse como marcadores de cebada forrajera para evitar mezclas con las destinadas a cervecería. La aleurona puede también tener diversas coloraciones. Las cebadas cerveceras canadienses deben tener aleurona azul. La variedad brasileña MN 599 tiene aleurona azul y en maduración los granos presentan un aspecto verdoso que puede parecer decoloración.

Muchas variedades cerveceras presentan antocianina a lo largo de las nervaduras de las glumelas, que se transforman en líneas negras en el grano maduro.

El brillo es un buen índice de las condiciones de maduración, cosecha y adecuado manejo del almacenamiento. El mejor brillo se obtiene en los años más secos.

2.2.2 Olor

El olor debe ser el propio de este cereal, definido y sano. En Alemania se menciona un "olor de humedad", en aquellos lotes con porcentajes elevados de la misma. En Brasil, donde es necesario secar más del 50% de la cosecha, se separan los lotes que tienen olor de secado para hacer test de germinación mediante tetrazolium a fin de determinar si no se perjudicó el poder germinativo.

El olor de moho junto a la decoloración es indicio de que el lote ha sufrido condiciones adversas durante la cosecha o el almacenamiento y puede motivar su rechazo.

2.2.3 Porcentaje de cáscaras

El porcentaje de las cáscaras (glumelas) y la forma del grano de la cebada tiene una gran influencia en el rendimiento en extracto de la malta obtenida. Las cáscaras pueden representar del 7 al 13% de la sustancia seca de la cebada, lo que va a reflejarse directamente en el rendimiento en extracto, ya que se solubiliza muy poca materia seca en el mosto y la casi totalidad se separa después del braseado, ayudando al filtrado del mismo. Las sustancias que se solubilizan en el mosto son perjudiciales al gusto o a la estabilidad de la cerveza. Por eso un bajo porcentaje de cáscaras beneficia la calidad. Las buenas cebadas cerveceras tienen solamente de 7 a 9% de glumelas.

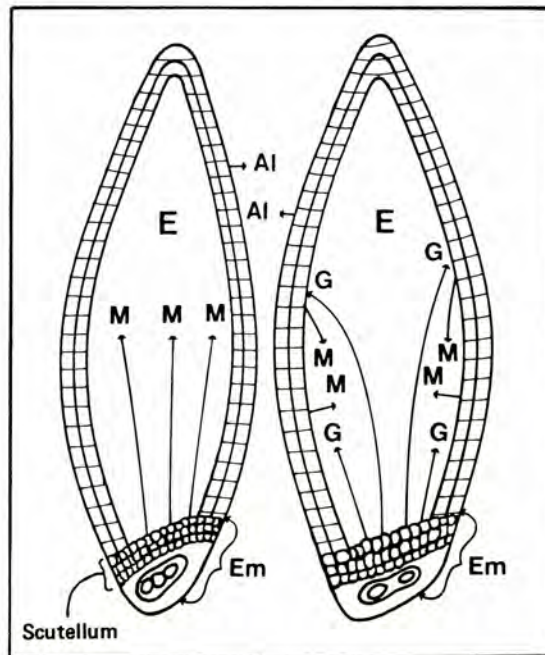


Figura 1. Modificación del grano de cebada durante el malteo.

Al: capa de aleurona; E: endosperma; Em: embrión;

G: ácido giberélico; M: modificación.

Durante la maduración las glumelas se adhieren al grano que al perder humedad y secarse disminuye su volumen. Cuando las cáscaras de la cebada son finas y elásticas acompañan esta disminución de volumen formando una serie de arrugas transversales. Esto permite hacer una evaluación visual de la finura de las glumelas que está muy directamente relacionada con el porcentaje de cáscaras en la sustancia seca total. La mayor o menor expresión de estas arrugas depende de las condiciones de maduración y es variable en diferentes localidades o años.

Ya en 1752, Lisle citado por Beaven (1947), informaba sobre la comercialización de cebada cervecera en Inglaterra entre 1666 y 1727 y destacaba la importancia de las arrugas de las cáscaras "cuanto más, mejor".

Las cáscaras deben ser finas y elásticas para evitar que se rompan durante la trilla en la que deben sufrir el menor daño posible. También deben estar bien adheridas al grano. Todos estos requisitos se pueden apreciar visualmente. En el Estado de Queensland en Australia se admite un máximo del 5% de cebada con daños en las cáscaras.

Para evaluar la finura de las glumelas se debe observar solamente la cara dorsal del grano ya que la ventral siempre está arrugada en las cebadas cerveceras y no considerar la parte que recubre al embrión, que permanece lisa.

2.2.4 Forma del grano

La forma del grano también tiene una importancia relevante sobre la calidad industrial. En primer lugar porque, debido a la relación entre la superficie y el volumen, cuanto más redondeado sea el grano de cebada y más cerrado el surco central, mayor será el porcentaje de almidón y menor el de cáscaras. En segundo lugar, porque durante el malteo, la transformación del grano se produce a partir del scutellum (Figura 1). Por este motivo un grano alargado tendrá siempre una disolución desuniforme.

A la izquierda de la figura podemos apreciar el concepto antiguo de que la transformación se producía a partir del embrión hacia la parte distal del grano. A la derecha un concepto más moderno, mostrando cómo el ácido giberélico producido por el scutellum se traslada a través del endosperma y va a inducir en la capa de aleurona la producción de diversas enzimas.

Cuanto más redondeados sean los granos, más uniforme va a ser la distribución de las enzimas y la transformación, mejorando no solamente el extracto, sino también la mayoría de las características relacionadas con la disolución.

En la Figura 2 se muestran granos de diferente forma obtenidos del material segregante de un cruzamiento entre una cebada de grano redondeado con otra de grano alargado. Esta variación ha sido observada en La Estanzuela en material segregante de cruzamientos con la variedad FNC I 22, que posee una excelente forma de grano.

La finura de las cáscaras y la forma del grano no son en sí factores de calidad sino apenas índices de la misma. Sin embargo, antes de poder disponer de modernos métodos de análisis y basados en estas simples evaluaciones, juntamente con el análisis de proteína, los malteros han comprado sus lotes de cebada y los mejoradores han realizado la selección para obtener mejor calidad.

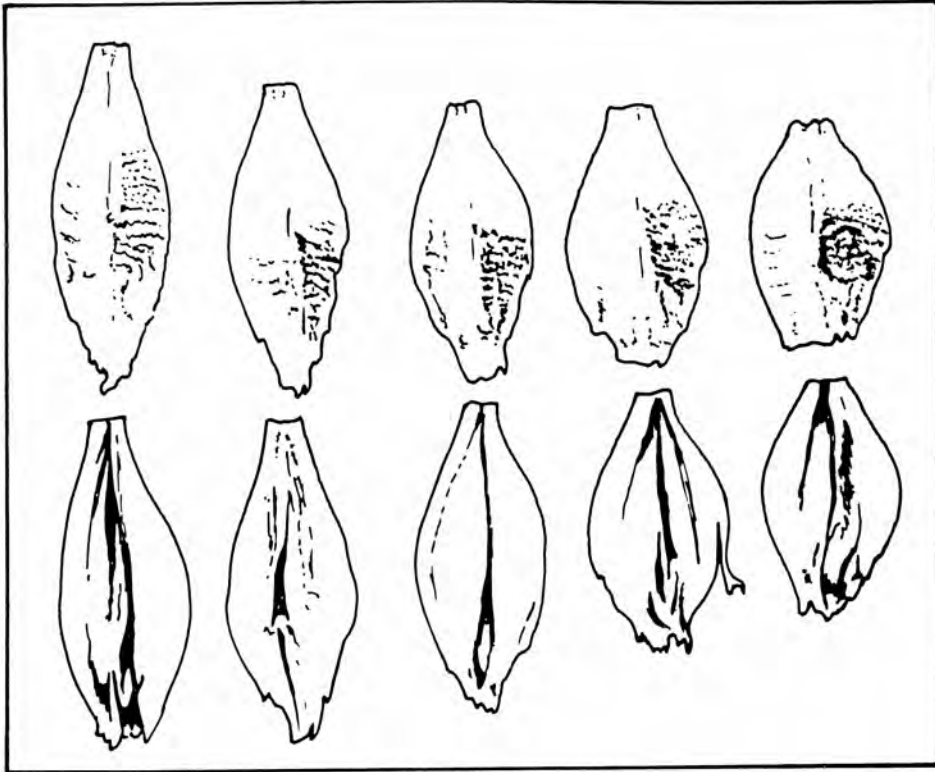


Figura 2. Diferentes formas de grano obtenidas de cruzamientos entre un cultivar redondeado y otro alargado.

2.2.5 Aspecto del grano de cebada al corte

Los compradores de cebada siempre consideraron el aspecto que presentan los granos al corte: si son en su mayoría harinosos o si presentan un aspecto vítreo total o parcial, semivítreo o manchado. El grano vítreo puede ser una característica pasajera y desaparecer después de remojo y secado nuevamente. Esto sería causado por condiciones del clima durante maduración y no se considera negativo. Los granos vítreos permanentes se vinculan con diversas causas, entre ellas, acumulación de proteínas y/o beta-glucanos.

Para este procedimiento se efectúa un corte de unos cincuenta granos usando el farinótomo de Pohl o el de Grobecker y se cuentan los granos vítreos, semivítreos y harinosos. El corte puede ser transversal o longitudinal.

La evaluación del aspecto del grano al corte informa sobre el comportamiento que cabe esperar de una cebada durante el malteo.

2.3 Caracteres objetivos

Estas características se pueden medir mediante análisis físicos o químicos y se usan para definir la calidad comercial de la cebada cervecera. Ya en 1903, G. Haase sugirió complementar las escalas de puntos usadas en la comercialización de cebada por análisis objetivos proponiendo: peso hectolítrico, clasificación por zarandas, peso de mil granos y porcentaje de proteína.

2.3.1 Humedad

El porcentaje de humedad de una cebada es muy importante para la comercialización, ya que está directamente relacionado con las posibilidades de almacenamiento y futura conservación de los lotes. Los compradores establecen descuentos por humedad y costos de secado.

Para conservar la cebada por períodos cortos puede almacenarse a 13% de humedad. Para plazos más largos no deberá pasar de 12%. Por supuesto que para ser almacenada no puede contener sustancias extrañas o granos de cebada con humedad superior a las mencionadas, ya que podrían deteriorarse y arruinar todo el lote. La mezcla de cebadas de diferentes humedades es, por este motivo, totalmente desaconsejable.

La conservación de la cebada en óptimas condiciones para el malteado, implica mantener el poder germinativo en más de 95% durante más de un año. Para evitar que el grano almacenado se deteriore es indispensable contar con silos que tengan ventilación y control de la temperatura y transilar a menudo.

El límite de humedad establecido como eje de comercialización varía de país a país. En Europa varía entre un 15 y un 16%. En Brasil es del 13%, ya que los lotes de cebada son secados para llevarlos a un 12% para su conservación. En Uruguay se acepta hasta un 13,5% de humedad. A partir del 14% se hacen descuentos.

2.3.2 Pureza varietal

Para realizar un buen malteo es muy importante que se trabaje con lotes de alta pureza varietal, ya que los diversos genotipos se comportan en forma diferente durante el malteado, especialmente en la absorción de agua durante el remojo. En caso de que las variedades mezcladas difieran mucho en su comportamiento, el resultado es muy negativo, y no es posible obtener una malta homogénea. El resultado final será inferior al de cualquiera de las variedades consideradas, malteadas por separado.

Si bien es difícil hacer una determinación varietal de la cebada en grano, hoy día es posible hacerlo mediante la electroforesis de las hordeínas. En Europa se está comercializando malta con elevada pureza varietal.

El control de la pureza varietal ha sido uno de los motivos del lanzamiento comercial de la variedad brasileña MN 599 con aleurona azul, que permite apreciar la pureza varietal en los lotes adquiridos. En Brasil las normas de comercialización establecen un mínimo de 95% de pureza varietal.

La mezcla de variedades es mucho más grave cuando se trata de cultivares no cerveceros o forrajeros.

Un país como Uruguay que exporta entre el 90 y el 95% de la producción de malta y cebada cervecera debe cuidar el mantenimiento del nivel de calidad alcanzado.

Para alcanzar este fin es indispensable controlar el cultivo de variedades no cerveceras que carezcan de un gen marcador que impida su mezcla con las de alta calidad destinadas a exportación.

La cebada para alimentación animal en Uruguay deberá ser la cebada cervecera con elevada proteína, ya que todas las otras características de una buena cebada cervecera (alto contenido de almidón, bajo tenor en beta-glucanos, etc.) también son necesarias para la nutrición animal. La cebada usada para pastoreo deberá tener también calidad industrial cervecera.

En Europa se ha experimentado con el malteo de mezclas de variedades que tienen comportamiento similar. Esto está vinculado a la estrategia de sembrar mezclas de variedades. En Gran Bretaña fue lanzada comercialmente la variedad Tacapo en 1982, que era la mezcla mecánica de las variedades Tasman, Carnival y Potter.

2.3.3 Poder germinativo

Es la principal característica de una cebada cervecera, ya que todos los granos deberían germinar durante el malteo. Los que no germinan no colaborarán en la producción de enzimas ni transformarán y serán más atacados por los microorganismos durante la germinación.

Los granos que no germinen jamás serán malta sino adjuntos (o grano crudo), depreciando el producto final. Los granos quebrados son casi tan negativos como los que no germinan, pues una mitad no lo hace y la otra mitad lo hace en forma muy irregular. Por este motivo se separan siempre los granos quebrados mediante un trieur.

La **energía germinativa** se determina a los tres días y no debe diferir mucho de la capacidad germinativa obtenida mediante el tetrazolium. A los cinco días se efectúa otro recuento que se denomina **poder germinativo**, que ya no tiene la misma relevancia que años atrás, cuando el malteado superaba bastante los cinco días. Existen diversos germinadores para realizar estos análisis, como el de Aubry y el de Schönjahn. Pero últimamente se prefiere el de Schönfeld, que mantiene los granos en unos embudos de vidrio que imitan las condiciones del remojo.

Estos análisis de germinación realizados por la industria maltera difieren de los que hacen los laboratorios de semillas. Mientras que las malterías consideran germinado al grano que comienza a emitir raicillas, los análisis de semilla exigen el desarrollo del acróspiro. La temperatura es de 16 °C en los análisis de las malterías y de 20 °C en los de semillas.

Una buena cebada cervecera debe tener la mejor energía germinativa posible, ya que en el malteado la rapidez con que se inicia la germinación es de importancia capital. En Europa se considera un 95% como el límite mínimo para la cebada cervecera común y un 98% para la de alta calidad. En Brasil, la mayoría de la cebada se cosecha con un tenor de humedad que hace necesario secarla. Por esa razón se estableció un límite mínimo más bajo: 92%.

La cebada recién cosechada no germina en su totalidad debido a la **dormancia**, pero su **capacidad germinativa** puede ser determinada por medio del 2,3,5 cloruro de trifeníl tetrazol (tetrazolium). No debe ser inferior al 95%.

Muchas cebadas modernas tienen poca dormancia y a pesar de presentar alto poder germinativo no es posible maltear la mayoría de estas variedades porque en ese momento presentan muy poco vigor a causa de una segunda dormancia y la malta producida tiene una disolución muy baja. La cebada debe ser almacenada por un período de post-maduración de 30 a 90 días para alcanzar su máximo poder y vigor germinativo.

En aquellas regiones en las que no hay problemas de germinación en la espiga, es preferible que las cebadas cerveceras tengan poca dormancia para no demorar demasiado el comienzo del malteo. Algo de dormancia parece ser necesario ya que, en años con exceso de lluvia durante la cosecha, puede presentarse germinación en la espiga lo cual es negativo para la fabricación de malta. Los granos ya germinados no volverán a germinar y serán más fácilmente atacados por microorganismos.

Sensibilidad al agua

Es el comportamiento que algunos lotes de cebada muestran al entrar en contacto con exceso de agua. Se manifiesta por una menor energía germinativa que la determinada por los análisis y poco vigor germinativo.

Esta característica se manifestó en la práctica de las malterías al constatarse que algunos lotes de cebada tenían una germinación muy lenta y menor que la obtenida en los ensayos de germinación.

Esta sensibilidad está relacionada en un 15% con el genotipo y en un 55% con el medio ambiente (Reiner, 1969). Depende, en gran parte, de las condiciones de maduración. La presencia de microorganismos desempeña también un papel importante.

La sensibilidad al agua de una cebada está en relación estrecha con la dormancia. Las cebadas que no han alcanzado su madurez germinativa presentan alta sensibilidad al agua. Pollock en 1967 propuso el siguiente test para determinar la sensibilidad al agua:

Test de Pollock:

Se colocan 100 granos de la muestra de cebada en una placa de Petri con 4 ml de agua y 100 en otra con 8 ml. Después de 72 h se determina la diferencia de germinación entre las dos placas y se evalúa de la siguiente forma:

Muy poco sensible	menos del 10%
Poco sensible	10 - 25%
Sensible	26 - 45%
Muy sensible	más del 45%

La industria maltera ha desarrollado tecnologías para superar este problema.

2.3.4 Peso del grano

El peso del grano es uno de los componentes del rendimiento. Está relacionado directamente con la cantidad de almidón y por lo tanto tiene relación con la calidad. En 1923 Tschermak encontró una correlación positiva entre peso del grano, almidón y extracto. En 1930 Bishop definió una fórmula para determinar el extracto de la malta obtenida a partir del contenido en nitrógeno y el peso de mil granos de la cebada utilizada:

$$E = A - 10,5 N + 0,20 G$$

E es el Extracto (%), N el contenido en nitrógeno (%) de los granos y G el peso de mil granos (mg).

La fórmula original multiplicaba el peso de mil granos por el factor 0,20 que posteriormente fue reducido a 0,14 y en 1953 las normas del EBC lo redujo a 0,1. En 1985 Arias intentó adaptar esta fórmula a variedades brasileñas y encontró factores variables de 0,01, 0,05 y un valor máximo de 0,1, para seis cultivares de cebada cervecera brasileños.

No debemos confundir peso del grano con su tamaño y forma. Un grano pesado, pero alargado, puede tener un bajo porcentaje de granos sobre el tamiz 2,5 mm. Un grano con buena clasificación por tamices, puede tener un peso medio. En Europa y América del Norte se considera que los granos demasiado grandes no son los mejores en maltería, ya que se prolonga la germinación y la disolución es desuniforme. El peso de mil granos de las variedades europeas se sitúa generalmente entre 40 y 42 g.

En la comercialización de cebada interesa más el tamaño que el peso. Ulonska lo confirma en 1983 cuando constata que no hay relación directa entre el peso del grano y la calidad y sí la hay entre tamaño y calidad.

2.3.5 Peso hectolítrico

El peso hectolítrico tiene una importancia mucho menor en la comercialización de cebada cervecera de la que tiene en la de trigo o granos forrajeros. El motivo es que el peso hectolítrico aumenta si la trilla fue muy fuerte y eliminó totalmente las aristas y parte de las cáscaras. Los

granos sin cáscaras absorben humedad muy rápidamente durante el remojo. Esto ocasiona una germinación desuniforme y perjudica la malta producida.

En 1881 Schulze sostuvo que no hay relación estrecha entre el peso hectolítrico y sustancia seca, almidón o proteína. En 1947 Beaven afirmó, basado en ensayos de Rothamstead y la experiencia de los malteros de Inglaterra desde fines del siglo anterior, que cebadas de mala calidad puede tener un peso hectolítrico alto y las de buena uno más bajo.

En 1950 Lüers dijo que, fuera de un determinado rango, aparecen más caracteres negativos y en 1976 Narziss afirmó que, si bien las cebadas pueden tener pesos entre 66 y 75 kg por hectolitro, las buenas cebadas cerveceras tienen valores que se sitúan entre 68 y 72 kg por hectolitro.

Actualmente se considera que el peso hectolítrico está relacionado con la calidad ya que el almidón tiene un peso específico más alto que las cáscaras y, por lo tanto, indican un menor porcentaje de ellas y más harina. Sin embargo, los resultados no deben ser analizados aisladamente, sino junto con la clasificación y comparando solamente variedades de una misma procedencia en el mismo año (Reiner *et al.*, 1985).

2.3.6 Clasificación por tamaño

La clasificación por tamaño, o mallaje, es determinada con zarandas o tamices de 2,8 mm; 2,5 mm y 2,2 mm. Las normas de comercialización en Europa y varios países de América del Sur, que siguen las normas del EBC se refieren siempre a estas zarandas. En Estados Unidos y Canadá, se usan tamices similares de acuerdo a las normas ASBC.

El motivo de esta clasificación es que, en maltería, se deben remojar y germinar siempre en forma separada los granos mayores de 2,5 mm, pues éstos se comportan en forma completamente distinta a la fracción 2,2 - 2,5 mm. La fracción superior a 2,8 mm se comporta igual a la de 2,5 - 2,8 mm y por este motivo se maltean siempre juntas. Estas dos fracciones juntas tienen diversos nombres según los países. Por lo general se denomina cebada de primera calidad o cebada de primera y es la fracción exportable de la cebada cervecera. La malta exportada es la fabricada con cebada mayor de 2,5 mm. La fracción 2,2 - 2,5 mm tiene generalmente más proteína, más porcentaje de glumelas y menos extracto. En el Uruguay esta fracción se usa en la fabricación de malta para consumo interno. La cebada inferior a 2,2 mm tiene muy poco almidón y es siempre vendida como forraje.

En Brasil, las condiciones de comercialización de cebada cervecera establecen tres tipos de cebada, conforme a la clasificación por zarandas. Solamente los dos primeros tipos pueden considerarse cebada cervecera: Tipo 1 con más de 2,5 mm; Tipo 2 de 2,2 a 2,5 mm y Tipo 3, o refugio, con menos de 2,2 mm, que se paga como forrajera.

En el Uruguay es muy importante que la cebada producida presente un elevado porcentaje de granos que superen la zaranda 2,5 mm, ya que ésta es, como ya mencionamos, la fracción exportable como cebada cervecera o como malta. Al exportar el 90% de la producción, y como no hay usos alternativos redituables para las de menor tamaño, nos vemos forzados a seleccionar variedades que, en nuestras condiciones, presenten de 85 a 90% de

primera calidad (superior a la zaranda 2,5 mm). Esta clasificación debe ser lo más estable posible, es decir, que se vea muy poco afectada por variaciones climáticas o por enfermedades, para evitar que aparezcan, algunos años, grandes lotes de cebada no exportable.

La importancia de la fracción superior a 2,8 mm ha sido muy debatida. En 1974 Reiner encontró que la relación Extracto/Proteína está muy influenciada por la importancia de esta fracción. En 1975 Reiner sostuvo que en los años anteriores a esa fecha, el mejoramiento había elevado considerablemente el porcentaje superior a 2,8 mm de las cebadas cerveceras europeas, lo que se reflejaba en la calidad.

En Brasil, A. Göcks, mejorador de cebada de Maltaria Navegantes S.A., está seleccionando, desde 1964, variedades que tengan una mejor clasificación, mediante un mayor porcentaje de la fracción superior a 2,8 mm. De esta forma Göcks seleccionó las primeras cebadas cerveceras brasileñas de alta clasificación (FM 424 y FM 434). En 1985, Arias, trabajando con estos cultivares y con los de Antártica que presentan clasificaciones inferiores, no encontró relación entre el mayor porcentaje de la fracción superior a 2,8 mm y el extracto.

2.3.7 Porcentaje de proteína

Las sustancias nitrogenadas tienen una gran importancia en la calidad de la malta que se fabrica:

Tienen una influencia positiva en:

- A) *El gusto de la cerveza.*
- B) *El mantenimiento de la estabilidad de la espuma.*
- C) *La nutrición de las levaduras.*

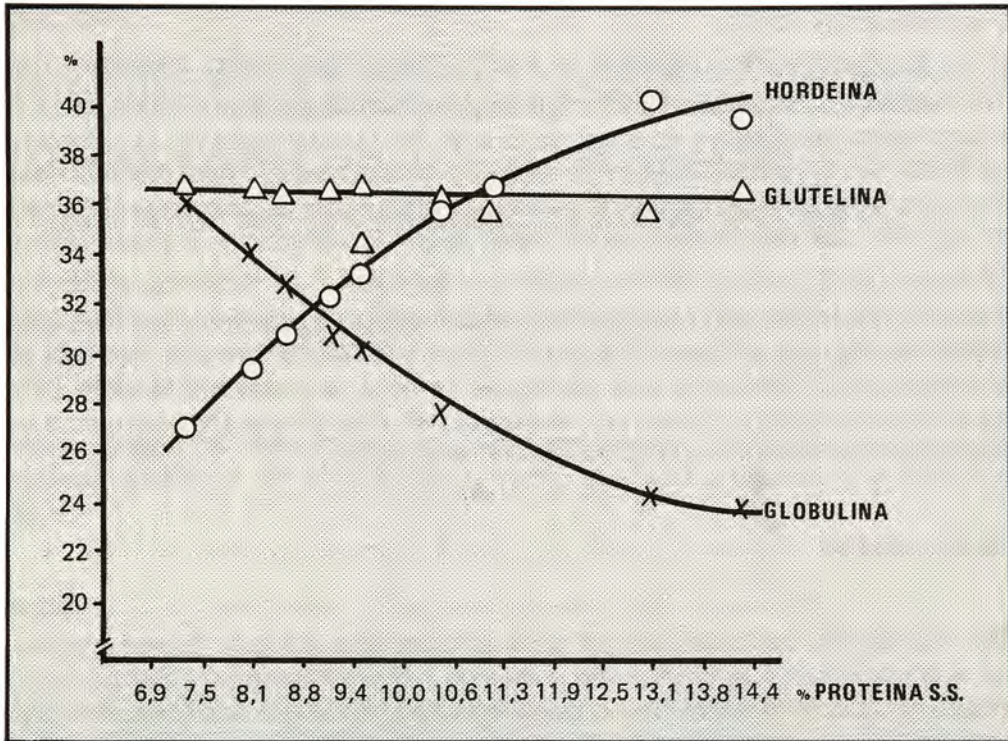
Por estos motivos se establece que una cebada no puede tener menos de 8,5% de proteína. Algunos llevan el nivel mínimo a 9%.

Pero las proteínas en exceso tienen una influencia muy negativa en la calidad industrial de la cebada cervecera.

A) En el malteado: niveles altos de proteína causan una germinación errática y aumentan las pérdidas o merma del malteo.

Una misma variedad de cebada dará maltas con extracto más bajo cuanto más elevado sea al tenor de proteína. Se puede decir que el extracto está en relación directa con el almidón del grano y en relación inversa con el tenor proteico. También debemos distinguir las diferentes fracciones de las proteínas, de las cuales, la fracción soluble en alcohol, o sea la hordeína, es la que prevalece cuando aumentan los porcentajes de proteína y representa la mayor parte de la proteína de reserva. Los excedentes se depositan en el endosperma, en las células adyacentes a la capa de aleurona.

La importancia de las diversas fracciones de proteína ya había sido destacada por Cluss (citado por E. Haase en 1910) y por Bishop que en 1928 destacó la importancia de las fracciones de Osborne (Cuadro 1). Cuando más elevados son los porcentajes de proteína, mayor es la proporción de las prolaminas.



Cuadro 1. Variación de las diferentes fracciones de las proteínas de la cebada en función del porcentaje total de proteínas. Osborne citado por Bishop (1922).

B) **En el mosto:** un porcentaje muy elevado de proteínas aumenta la proporción de las proteínas de alto peso molecular solubles en el mosto, trae dificultades de filtrado, aumenta la intensidad del color y perjudica el gusto.

C) **En la cerveza:** niveles altos de nitrógeno soluble en el mosto, se combinan con los polifenoles ocasionando enturbiamiento en frío de la cerveza.

En los países productores de cebada cervecera, las normas de comercialización fijan un límite máximo de proteína, por encima del cual el producto no puede ser comercializado como cebada cervecera.

El límite máximo de proteína aceptable para cebada cervecera es muy variable en los distintos países. En Uruguay y Brasil se ha mencionado tradicionalmente el 12% en sustancia seca. Actualmente el límite fijado por FNC es de 11,5%. En Australia, que es un gran exportador, el límite máximo varía según los Estados desde 11,25 en Western Australia hasta 11,8 en Victoria y South Australia. En Alemania el límite máximo para la cebada cervecera superior es 10,0%, para la fina de 10,1 a 10,7% y para la media de 10,8 a 11,4%. Los importadores alemanes exigen un máximo de 10,5%.

El contenido porcentual del nitrógeno en sustancia seca en las cebadas se determina mediante Kjeldahl y se expresa en porcentaje de proteína multiplicándolo por 6,25. La forma en que se extrae la muestra influye en el resultado final. En la mayor parte de las determinaciones se toma la muestra sin clasificar. Muchas veces se saca la muestra para Kjeldahl después de clasificada descartando el refugo que no se maltea y otras veces de cebada ya clasificada sobre el tamiz 2,5 mm. Los resultados pueden variar según la variedad y la proporción de cada fracción.

Debido a la relación volumen/superficie, el porcentaje de proteína disminuye cuanto más redondeado es el grano y, por lo tanto, mayor su contenido de almidón. Por este motivo la cebada mayor de 2,8 mm es la que generalmente tiene la proteína más baja. La proteína aumenta progresivamente en cada fracción alcanzando el tenor más alto en la menor a 2,2 mm. Pero existen cultivares en las que no se observa este efecto.

2.3.8 Homogeneidad

Los fabricantes de malta exigen generalmente una elevada homogeneidad en las cebadas que adquieren y, antiguamente, existía un índice de homogeneidad para la clasificación por tamices. Es cierto que la mezcla de lotes diferentes, aunque sean de la misma variedad, puede ser muy negativa, si tienen contenidos muy diferentes de humedad o de proteína. El promedio obtenido puede ser aceptable pero el lote resultante es peor. Esto es especialmente válido si se mezclan lotes que han sufrido condiciones climáticas diversas como sequía y lluvias.

Sin embargo, las cebadas cosechadas de un mismo cultivo no son tan homogéneas como se podría pensar. Nielsen en 1936 y Fischbeck en 1968 advierten que existen límites naturales en esta homogeneidad. Nielsen encontró diferencias de un 25% en el contenido de nitrógeno de los granos de la misma espiga y Fischbeck determinó que el porcentaje de granos que superaba la zaranda de 2,8 mm era 33% menor en otras espigas de la misma planta y que las diferencias dentro de un cultivo eran aún mayores.

3. CALIDAD DE LA MALTA

Hay diversos tipos de maltas cerveceras de acuerdo a diferentes procesos: Malta Pilsen, Munich, Viena, Kulmbach, malta negra o maltas caramelizadas. De todos estos tipos el más común y el más comercializado es la malta Pilsen, que es la que vamos a tomar en cuenta para esta publicación.

Para evaluar la calidad de la malta Pilsen se consideran diversos tipos de análisis, algunos de los cuales son muy similares a los de la cebada (Pawlowski & Schild, 1961).

A) **Caracteres subjetivos:** color, olor, aspecto del corte mediante el farinómetro.

B) **Análisis físicos:** peso hectolítrico, peso de mil granos, clasificación por zarandas.

C) **Análisis químicos:** se pueden agrupar en los que se refieren directamente al factor económico como el Extracto, los relacionados con las enzimas amilolíticas, la disolución citolítica, la disolución proteolítica, las características del mosto, los relacionados con la atenuación final, etcétera.

Todas estas determinaciones van a dar resultados que varían de acuerdo a las características genéticas de la variedad utilizada, el medio ambiente y la tecnología del malteado.

3.1 Extracto

El Extracto se determina después de un molido estandarizado (Extracto molido fino) y de acuerdo a un método denominado "Método del Congreso" (establecido en un congreso de cerveceros en Viena en 1889) se obtiene el mosto de laboratorio.

3.1.1 Definición de Extracto

El Extracto es la principal característica de una malta. Se lo puede definir como el porcentaje de sustancia seca de la malta que se disuelve en el mosto durante el braseado (la primera parte de la fabricación de la cerveza). Está directamente relacionado con el rendimiento en litros de mosto y, por lo tanto, con la cantidad de un determinado tipo de cerveza que un fabricante puede obtener con una malta. Es un dato de primera importancia económica para el cervecero, así como el potencial de rendimiento en kilos por hectárea de una variedad, lo es para el agricultor.

Entre 90 y 92% del extracto soluble en el mosto está constituido por Carbohidratos, de los cuales la mitad corresponde al disacárido maltosa y un 25% a dextrinas. El restante 8 a 10% consiste en péptidos, aminoácidos, ácido nucleico y productos de su hidrólisis y, en menor proporción, lípidos, vitaminas y minerales (Scriban, 1975).

3.1.2. Evaluación del Extracto

La Sociedad Alemana de Cebada Cervecera (Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 1983), clasifica el extracto molido fino de las maltas de acuerdo a la siguiente escala:

Muy bueno	más de 82,0%
Bueno	80,6 - 82,0%
Aceptable	79,0 - 80,5%
Insuficiente	menos de 79,0%

3.1.3 Predicción de extracto

La gran importancia del extracto de la malta condujo a los investigadores a intentar predecirlos en la cebada sin maltear.

3.1.3.1 Por proteína y tamaño

Desde el siglo pasado es conocida la relación negativa que existe entre el porcentaje de proteína de una cebada y su rendimiento en extracto de la malta. Ya en 1857 Lawes y Gilbert, citados por Beaven, relacionaron baja calidad con elevado tenor proteico.

En 1903, G. Haase, propietario de una cervecería de Silesia que tenía un campo experimental propio, criticó el sistema empírico de puntaje de la cebada de su época y propuso que se le agregaran análisis objetivos. Entre ellos el porcentaje de proteína.

Los valores encontrados por Haase daban un extracto de apenas 79% con una cebada de 9% de proteína y uno de 78% para una cebada de 10%. A esta relación entre Proteína y Extracto se le llamó en su tiempo "Ley de Haase".

En 1930, Bishop estableció una fórmula para deducir el Extracto a partir del peso y del contenido en nitrógeno de los granos:

$$E = A - 10,5 N + 0,20 G$$

E es igual al Extracto (%) a determinar, A es una constante varietal que, según Bishop, variaba de 101 a 116. N es el contenido en nitrógeno (%) de los granos y G el peso (mg) de mil granos. Kolbach en 1932 la modificó para las condiciones de Alemania:

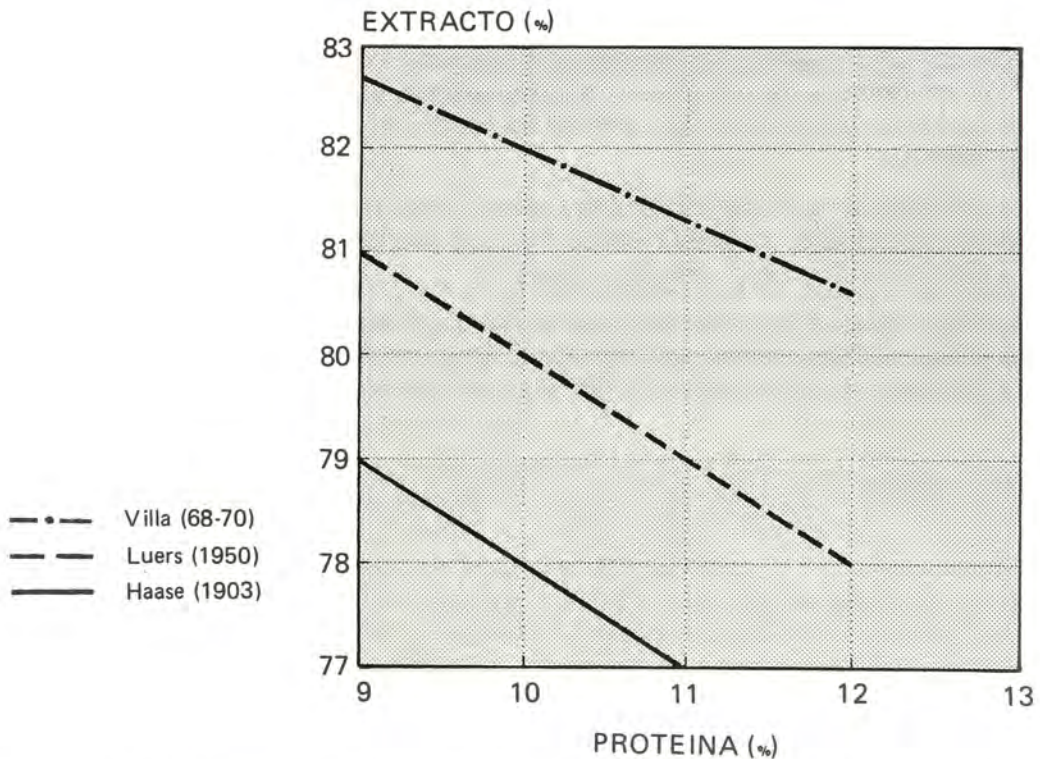
$$E = 88,1 - 9,0 N + 0,14 G$$

En 1934 y 1948 Bishop modificó dicha fórmula.

Los estudios de Bishop de 1934 muestran que las proteínas del endosperma de la cebada interaccionan con algunos carbohidratos impidiendo que sean solubilizados en el extracto. Bishop sugirió que estas proteínas y carbohidratos insolubles son responsables de las diferencias entre variedades que intentó precisar con la constante varietal.

En 1950 Lüers estableció la regla de la regularidad. Según ella cada 1% de aumento del porcentaje de proteína, el extracto disminuía en un 1%. Los valores obtenidos por Lüers ya no son los mismos de Haase (Cuadro 2). Schmidt *et al.* (1975) determinaron que en valores superiores al 10% el extracto obtenido era menor que el predicho por la fórmula. En el Cuadro 2 se comparan los datos obtenidos por Haase en 1903, Lüers en 1950 y la variedad alemana Breuns Villa en el trienio 68-70 observa el avance genético obtenido en la relación Proteína/Extracto alcanzadas en Alemania durante esos 70 años.

RESULTADOS DE ALEMANIA Proteína vs. Extracto



Cuadro 2. Relación entre proteínas y extracto. Resultados obtenidos por Haase (1903), Lüers (1950) y por el cultivar Villa en 1970 (Baumer, 1973).

3.1.3.2 Por energía de molienda

En 1976 Allison *et al.* midieron la energía eléctrica consumida en la molienda de una cantidad determinada de cebada a través de un tamiz de 1 mm y en 1979 propusieron un equipo para medir esta energía que relaciona con el extracto determinado en la malta de esas cebadas.

En 1986 Allison relacionó el aumento de energía consumida con un endosperma de estructura menos compacta en el que hormonas y enzimas pueden difundirse mejor. Estudiando la energía consumida en la molienda de modernos cultivares y las variedades que las originaron, encontró que la variedad Kneiffel estaría en el origen de esta característica en muchas variedades modernas.

3.2 Enzimas amilolíticas

De todas las enzimas producidas durante el malteo, las principales son las que degradan el almidón. Su presencia en la malta está asociada a una rápida y adecuada transformación del almidón durante el braseado. Entre éstas destacamos las alfa- y beta-amilasas.

La alfa-amilasa no está presente en el grano de cebada y se produce durante la germinación. Cuando el grano alcanza un adecuado contenido de humedad, el Scutellum produce ácido giberélico que transita por el endosperma en dirección a la capa de aleurona (Figura 1). Allí produce la producción de alfa-amilasa y otras enzimas (beta-glucanasa, proteasa, fosfatasa, etcétera). La alfa-amilasa así producida divide la molécula de almidón en unidades menores.

Los primeros trabajos con alfa-amilasa fueron conducidos por Sandstead *et al.* en 1939. El Subcomité de Análisis del ASBC realizó estudios intensivos entre 1949 y 1952. En 1975 Analytica EBC III recomendó el método ASBC-EBC.

La beta-amilasa está presente en el grano de cebada y es activada durante la germinación. Durante la sacarificación, la beta-amilasa transforma el almidón en maltosa y dextrinas. Para ello requiere que la alfa-amilasa haya iniciado la transformación del almidón.

3.2.1 Poder diastásico

Los primeros estudios sobre el poder diastásico fueron realizados por Brown y Heron en 1879 y en 1886 por Lintner quien creó la escala denominada grados Lintner (°L), que es utilizada en Estados Unidos y Canadá. Es a partir de los trabajos de Windisch y Kolbach en 1925 que se establecieron las unidades Windisch Kolbach utilizadas por el EBC y que miden fundamentalmente la actividad de la beta-amilasa, como expresa la siguiente relación:

$$\text{Beta-amilasa} = \text{Poder Diastásico (WK)} - 1,2 \text{ alfa-amilasa (ASBC)}$$

El Poder Diastásico está correlacionada en forma positiva con el porcentaje de proteína, el que, a su vez, está correlacionado en forma negativa con el extracto de la malta. En general, las variedades con extracto muy alto, como las cebadas europeas, tienen bajo poder diastásico y las de elevado poder diastásico, como las de Estados Unidos o Canadá, tienen extractos menores. Muchas veces, al seleccionar exageradamente para bajas proteínas, se obtuvo un bajo poder diastásico. En 1964 Fischbeck advirtió que ya no era posible continuar seleccionando para baja proteína en Alemania, porque se estaba conduciendo a la selección de plantas poco eficientes.

La actividad de la alfa-amilasa se evalúa con el método ASBC y se sitúa generalmente entre 40 y 70 Unidades ASBC. El EBC recomienda también el método espectrofotométrico. Cuanto más elevado sea el contenido en alfa-amilasa, mejor será la transformación del almidón.

3.2.2 Sacarificación

El tiempo de sacarificación se mide durante la realización del método del congreso. Cuando se alcanzan los 70 °C, se prueba, cada cinco minutos, una gota de la solución con una solución de yodo (2,5 g de yodo + 5 g de yoduro de potasio en 1 l de agua).

Actualmente esta determinación no se considera de mucha relevancia en relación a la práctica cervecera. Es una medida más bien aproximada de la hidrólisis del almidón. La mayoría de las maltas tienen de 10 a 15 minutos. Solamente una malta muy mal modificada tendrá una sacarificación superior a veinte minutos.

3.3 Disolución citolítica

Para una completa transformación de la malta también es necesario una buena disolución de las paredes celulares. Aquí juegan un rol especial los carbohidratos denominados beta-glucanos, sustancias gomosas que, junto con celulosa y proteínas, forman las paredes celulares. En la cebada el porcentaje de beta-glucanos supera el 60%; es mucho mayor que en otros cereales como avena, trigo, arroz y maíz.

En Europa se han constatado diferencias significativas en el contenido de beta-glucanos en cultivares de cebada cervecera. El Comité de Análisis del EBC ha aprobado el uso de dos métodos para la evaluación de los beta-glucanos: el enzimático de Biocon y el Calcofluor de la Carlsberg. También se usa el método de azul de metileno.

3.3.1 Diferencia de extracto

Para determinar el grado de disolución citolítica se evalúa la diferencia de extractos obtenidos por la misma malta con dos tipos de molido, utilizando un molino de laboratorio DLFU Bühler-Miag. El Extracto Molido Fino (EMF) se determina a partir de una malta molida en forma

tal de obtener el 90% de harina. El Extracto Molido Grueso (EMG) se determina a partir de una molienda que obtenga un 25% de harina. Los porcentajes de harina son controlados mediante el Plansichter.

El estudio de la diferencia entre los extractos obtenidos con molido fino y grueso fue propuesto en el Congreso de Berlín en 1903 y se considera un buen indicador de la permeabilidad del endosperma amiláceo. Es influenciada por el contenido de enzimas (citólíticas, amilolíticas y proteolíticas) el que es definido genéticamente, dependiendo de las condiciones de desarrollo del grano y cosecha.

La siguiente escala (Narziss, 1976), evalúa la disolución citolítica mediante la diferencia entre extracto molido fino y molido grueso:

Muy buena	menos de 1,3%
Buena	1,3 - 1,9%
Aceptable	2,0 - 2,6%
Insuficiente	más de 2,6%

3.3.2 Viscosidad del mosto

El estudio de la viscosidad del mosto obtenido en laboratorio como índice de la disolución citolítica fue iniciado por Piratzky en 1936. Se expresaba en centipoisen (cP). Actualmente se usan los milipascales por segundo (mPa. s). La viscosidad del agua es igual a 1,00 (mPa. s).

La viscosidad está relacionada a la estabilidad y filtrabilidad del mosto y de la cerveza, así como al mantenimiento de la espuma. Está directamente relacionada al contenido en beta-glucanos y a la actividad de la beta-glucanasa producida durante el malteo. La beta-glucanasa degrada los beta-glucanos a compuestos glucosídicos de menor peso molecular. La mayor o menor actividad de esta enzima, tiene también influencia varietal.

En 1976 Narziss evaluó la viscosidad del mosto de laboratorio de acuerdo a la siguiente escala:

Muy buena	menos de 1,53 mPa. s
Buena	1,53 - 1,61 mPa. s
Aceptable	1,62 - 1,67 mPa. s
Inaceptable	más de 1,67 mPa.s

3.3.3 Dureza de la malta

La dureza de la cebada se refleja en la dureza de la malta y, como en la cebada, está relacionada con la harinosidad de los granos. La determinación del porcentaje de granos harinosos, vítreos y semivítreos, siempre fue tenida en cuenta para valorar las maltas.

Esta proporción de granos harinosos se puede evaluar en forma más objetiva y precisa mediante la determinación de la dureza de la cebada y de la malta. Para este fin se ha utilizado el molino Brabender.

Enders en 1939 y Paukner en 1951 estudiaron la dureza de la malta utilizando el farinógrafo de Brabender.

En 1963 Chapon desarrolló el Murbidímetro y en 1978, el Friabilímetro, que desplazó al anterior y encontró aceptación general.

El resultado del friabilímetro correlaciona muy bien con la citólisis. Detecta el comportamiento de todos los granos, como el caso de los granos que no germinan. Depende ampliamente de la variedad, es inferior en las cebadas invernales e influenciada por las condiciones del año durante el desarrollo del grano y la cosecha.

La dureza de la malta determinada con el friabilímetro puede evaluarse de acuerdo con la siguiente escala:

Muy buena	81 - 100
Buena	71 - 80
Aceptable	65 - 70
Insuficiente	menos de 65

El uso del friabilímetro también permite determinar el contenido de granos vítreos usando la escala de Kretschmar:

Poco	0 - 1,9
Medio	2,0 - 2,9
Alto	3,0 - 4,0
Muy alto	más de 4,0

3.3.4 Pérdida de dureza durante el malteo

La medida de la energía consumida durante la molienda de la malta es también una buena determinación de su disolución citolítica. Si el proceso de secado ha sido el mismo y la

humedad de las muestras es igual este método sirve para evaluar la disolución de diferentes cultivares.

La energía de molienda de la malta es menor que la de la cebada antes de maltear y, esta reducción, es un criterio más para evaluar la calidad de diversos genotipos.

3.4 Disolución proteolítica

El porcentaje de proteína de la malta está, en la mayoría de los casos, bien caracterizada por el índice de Kolbach. Este debe ser complementado por el porcentaje de proteína y del nitrógeno soluble en el mosto, ya que estos tres valores están interrelacionados y no pueden ser tomados en forma aislada. El índice de Hartong a 45 °C y el nitrógeno amino complementan el índice de Kolbach.

3.4.1 Porcentaje de proteína de la malta

El porcentaje de proteína de la malta puede ser algo inferior al de la cebada, principalmente por la pérdida de las raicillas, que tienen un elevado tenor proteico (20-22%). Generalmente se sitúa entre un 0,1 y 0,5% menos que la cebada original. Por lo tanto, el tenor proteico de una malta nos da solamente una idea aproximada de la proteína original.

3.4.2 Índice de Kolbach

El Índice de Kolbach expresa el porcentaje del nitrógeno de la malta que se solubiliza en el mosto y también se denomina Índice de Disolución del Nitrógeno.

Los primeros estudios sobre la relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno soluble fueron realizados por Fernbach en el Instituto Pasteur en 1899 donde se constató que el índice predominante en esa época era del 33%. Los estudios fueron retomados por Bishop en 1931. Pero es recién después de los trabajos de Kolbach en 1933 que se reconoce la importancia de este índice, el cual ha tomado su nombre.

Dependiendo del tenor proteico, una mayor o menor disolución dará valores muy diversos de nitrógeno soluble. Las variedades modernas, especialmente las descendencias de Trumpf, presentan un alto índice de Kolbach.

3.4.3 Nitrógeno soluble en el mosto

Cuando se habla del mosto se hace referencia de nitrógeno y no de proteína, ya que no se puede denominar proteínas a la mayoría de los compuestos nitrogenados solubilizados.

El nitrógeno soluble en el mosto, se expresa en mg por 100 g de malta sustancia seca. Debe estar situado dentro de determinados límites por debajo de los cuales es insuficiente para la nutrición de las levaduras. Cuando el nitrógeno soluble supera los límites especificados, aumenta la proporción de compuestos de alto peso molecular. Esto tiene efectos negativos en la estabilidad, filtrabilidad y color mencionados anteriormente. Es difícil corregir, en la cervecía, los efectos de una exagerada solubilización de sustancias nitrogenadas.

Una información más precisa sobre la composición del nitrógeno soluble se obtiene con la determinación de las fracciones según Lundin. Se separa una fracción A, de alto peso molecular precipitable con tanino, una fracción B, de peso molecular medio, precipitable con ácido molibdénico y la fracción C de bajo peso molecular. En el grupo de bajo peso molecular, a su vez, se puede determinar el formol-nitrógeno y el alfa-amino nitrógeno, también conocido como FAN (Free Amino Nitrogen) que debe ser superior a 140 mg/100 g.

Estas dos fracciones de nitrógeno de bajo peso molecular deben estar debidamente representadas para que se desarrolle normalmente la fermentación primaria, la secundaria y para que se encuentren en menor proporción cuanto más elevado sea el nitrógeno soluble.

3.5 Otros análisis

En la malta se realizan muchas otras determinaciones como el desarrollo de la plúmula, y análisis químicos, de polifenoles, beta-glucanos, pentosanas, pH, etc., que no vamos a tratar aquí. Los análisis que más nos interesan son los siguientes:

3.5.1. Índice de Hartong a 45 °C (VZ 45)

Hartong y Kretschmer elaboraron un test por el cual se obtienen mostos de laboratorio a cuatro diferentes temperaturas: 20 °C, 45 °C, 65 °C y 80 °C, durante una hora. El extracto obtenido en estas condiciones se relaciona con el que se obtiene mediante el Método del Congreso. Esta relación se expresa en un número relativo (Verhältniszahl = VZ). Con los cuatro números relativos, se obtiene el Número de Hartong.

El índice de Hartong a 45 °C (VZ 45) está relacionado con la capacidad enzimática de las proteasas y de las enzimas que trabajan a baja temperatura, con excepción de la alfa-amilasa. Este índice también está relacionado con la friabilidad de la malta así como con el contenido de alfa-amino-nitrógeno. Tiene gran influencia en la estabilidad de la cerveza que se puede obtener de esa malta.

La mezcla de variedades de diferente calidad industrial da índices de Hartong 45 °C inferiores a los mismos lotes malteados por separado.

Se considera que debe superar el índice standard (36). El Índice de Calidad del Brasil establece un puntaje mínimo de 2 puntos para el Índice de 35, un máximo de 16 para el Índice 42 y un mínimo de 2 puntos para el valor de 49.

3.5.2 Características del mosto

La obtención del mosto de laboratorio por el Método del Congreso es el punto de partida de muchos análisis. Por ejemplo, de la evaluación de sus características organolépticas: color, sabor, opacidad y olor.

El color del mosto se mide en unidades EBC mediante discos de colores padronizados de acuerdo con las normas publicadas en Analytica EBC, ya que la turbidez del mosto dificulta el uso de sistemas fotométricos. El Color de Cocción o color según Kolbach Zastrow, está más relacionado con el color que tendrá la cerveza. Esta nueva técnica fue propuesta en 1963.

3.5.3 Atenuación final

Es un método que permite determinar la fracción fermentable del extracto a partir del mosto de laboratorio y se expresa en porcentaje del extracto total. Los primeros trabajos fueron realizados por Richardson en 1784 y Balling en 1945.

La Sociedad Alemana de Cebada Cervecera, evalúa los resultados de atenuación final de acuerdo a la escala siguiente:

Muy buena	más de 82,0%
Buena	80,6 - 82,0%
Aceptable	79,1 - 80,5%
Insuficiente	menos de 79,1%

Actualmente la atenuación final no se incluye en las especificaciones de malta, pero hay diferencia genética entre cultivares. Meredith y Sallans (1943) la destacan en la selección de cebada cervecera.

3.6 Merma del malteado

Todas las transformaciones producidas en el transcurso del malteo ocasionan pérdidas de sustancia seca de la cebada procesada. En general se expresa en materia seca ya que existe una merma debida a las diferentes humedades inicial y final. La humedad de la cebada remojada es aproximadamente de un 12% y la de la malta de un 4%. Esta diferencia ocasiona una merma del 8% por lo menos.

Esta pérdida, que a veces se expresa con la palabra alemana Schwand, se debe, principalmente, al consumo de sustancia seca que se transformó en raicillas durante el malteo, y se separan por limpieza del producto final y a las pérdidas ocasionadas por las transformaciones biológicas sufridas por la cebada durante el malteado, también llamadas merma por respiración.

La merma en sustancia seca se sitúa entre el 7 y el 10% y depende, fundamentalmente, de las condiciones en que se realizó la germinación. De ella depende la mayor o menor transformación de la malta. Valores inferiores indican que la malta no sufrió una transformación adecuada y superiores que la disolución fue muy alta. También hay diferencia entre cultivares.

La merma no puede ser considerada como un índice de calidad porque no figura en los análisis de malta que regulan la comercialización. Pero es, junto con la duración del malteo, de suma importancia para el fabricante, por su incidencia en los costos.

3.7 Micromalteo

Evaluar el complejo de caracteres de la calidad maltera de una cebada antes de maltear es bastante difícil ya que una serie de enzimas como la alfa-amilasa y la beta-glucanasa se producen recién a partir de la germinación y las condiciones en que se realiza el malteo influyen mucho en el resultado final. De este modo lo mejor siempre ha sido realizar un malteo de prueba.

Para poder estudiar los diferentes lotes de cebada antes de su elaboración industrial, o para el estudio de nuevos cultivares o material de mejoramiento de los que hay poca cantidad de grano, se desarrollaron los sistemas de micromalteo que permite trabajar con pequeñas cantidades.

Los primeros equipos para realizar micromaltesos fueron creados por Kraus y Ulsch en Weihenstephan, Alemania, en 1894. Alrededor del 1900 se desarrolló, en Inglaterra, el denominado "stock malting system" que menciona Beaven en 1947. Consistía en colocar pequeñas muestras en unas medias de tela en la remojadora y germinación.

En 1935 Dickson *et al.* informaron sobre un equipo de micromalteo que es instalado en la Universidad de Wisconsin, USA, y en 1943, el Comité voor Brouwgerst de Rotterdam (hoy NIBEM, Instituto Holandés para la cebada, la malta y la cerveza), instaló una micromaltería neumática.

En 1951 se instaló nuevamente en Weihenstephan, en la Cátedra del Profesor Schuster, un sistema de micromalteo que utiliza un kilo de muestra. Se investiga para mejorar la eficiencia de estos equipos, reduciendo el tamaño y aumentando la cantidad de muestras utilizadas. El sistema de micromalteo desarrollado por Reiner en 1964, utilizaba solamente 20 gramos de muestra. El que fue puesto a punto por Ulonska Fritz y Lenz, del Instituto de Agricultura del Estado de Baviera en Weihenstephan, malteaba 300 muestras por vez (Ulonska *et al.*, 1966).

El micromalteo da una excelente información sobre la calidad maltera de una nueva variedad, comparándola con testigos bien conocidos. Para poder tener una idea precisa de la misma es necesario poder comparar diversas condiciones de ambiente. Para ello se necesitan varias localidades y años, comparándose las nuevas variedades con variedades testigos de calidad conocida.

En general los análisis de malta obtenidos por micromalteo dan resultados más favorables que los obtenidos en escala industrial. Por las mejores condiciones en que se trabaja la muestra se logran mayor extracto y menor diferencia entre molido fino y grueso. El

micromalteo tiende a favorecer aquellas variedades que se adaptan mejor al esquema de malteo utilizado, como velocidad de absorción de agua, humedad y temperatura durante la germinación, etc., ya que no es posible hacer un malteado individual. Por este motivo algunas variedades pueden tener mejor resultado en un proceso industrial ajustado a sus características fisiológicas que el que muestran en un micromalteo, en el que su comportamiento difiere mucho del esquema del malteo utilizado.

4. CALIDAD CERVECERA

El estudio de la calidad cervecera se refiere al producto final. Es necesario realizar una fabricación industrial o microcervecera de malta pura de cada cultivar a estudiar. Es decir, se producen cervezas de un conjunto de cultivares de una determinada red de ensayos, con testigos de calidad industrial bien conocida. Estos estudios abarcan algunos años para evaluar los efectos de año y localidad respecto a las variedades estudiadas.

Algunas de las evaluaciones son similares a las del mosto de laboratorio, como: Extracto, pH, Nitrógeno total, Viscosidad, Color EBC, Atenuación final, Turbidez.

Otras evaluaciones son específicas, como Alcohol %, Espuma NIBEM, Unidades de Amargor EBC, etcétera.

Tiene mucha importancia la determinación de una veintena de productos secundarios de la fermentación. Algunos de ellos, como el Diacetilo, son muy negativos. La determinación de nitrosaminas o de micotoxinas ha tomado mucha relevancia, así como el DMS, Dimetil Sulfuro o sus precursores.

La evaluación de la calidad cervecera incluye la degustación por catadores que deben evaluar hasta 6 ítems relacionados con el gusto y aroma obteniendo un índice final que expresa el conjunto. Uno de los ítems principales es la pureza del gusto. Este debe estar libre de una serie de gustos extraños que pueden presentarse. Las degustaciones se realizan con cervezas obtenidas a partir de un mismo conjunto de cultivares de diversa procedencia.

Elementos de la calidad cervecera tales como filtrabilidad de la cerveza, color, transparencia, etc., están íntimamente relacionados a la calidad de la malta y el mosto. Pero es solamente con el estudio de la cerveza producida por la malta de una variedad pura, que se obtiene la determinación definitiva de la calidad industrial de una variedad de cebada o de lotes de diversas procedencias.

Las compañías cerveceras suelen realizar fabricaciones a escala industrial a partir de maltas de una variedad pura para obtener una opinión sobre la misma. Se necesita tener información de diversas localidades y años para llegar a una opinión definitiva. Este sistema puede aplicarse a muy pocas variedades.

Para determinar con precisión la calidad cervecera de una nueva variedad se utilizan equipos de microcervecera. La Cervejaria Brahma de Brasil ya tiene uno en funcionamiento.

5. PREDICCIÓN DE CALIDAD A PARTIR DE LA CEBADA

Todas las escalas de puntos usadas para evaluar la cebada tienen como fin la predicción de la calidad industrial a partir de características de la cebada. Como la dosificación directa del almidón era complicada e imprecisa durante mucho tiempo se calibró el conjunto de materias extractivas mediante un extracto diastásico, lo que se denominaba el extracto de la cebada. Con el progreso del micromalteo esta determinación cayó en desuso.

El primero en establecer una forma de predicción del Extracto a partir de análisis de la cebada fue como mencionamos antes Bishop, en 1928.

Pero también hemos visto que a) el extracto, si bien es importante, no es la única característica a tomar en cuenta en la evaluación de la calidad de una malta, y b) todos estos índices están más o menos interrelacionados.

Anderson, Sallans y Meredith en Canadá y Lau y Reiner en Alemania, relacionaron características de la cebada con diversos parámetros de calidad de las maltas obtenidas con ella mediante el micromalteo. En 1973 Peterson & Foster publicaron un estudio del conjunto de los trabajos realizados sobre este tema.

En Alemania se utilizó durante años el denominado "Test Fisiológico" de Ulonska *et al.* (1975), que determinaba la velocidad de absorción de agua durante el remojo padronizado del micromalteo y daba notas para el vigor y la uniformidad de la germinación. Estas simples evaluaciones eran utilizadas por el Instituto de Agricultura del Estado de Baviera para evaluar la calidad industrial de las líneas avanzadas de su programa de mejoramiento y de los criaderos privados. Cuando entraron en evaluación las numerosas descendencias de la variedad alemana Trumpf, este test debió ser abandonado, porque ya no predecía bien la calidad cervecera. Era un índice de calidad válido solamente para determinados genotipos (Baumer, comunicación personal, 1988).

6. TIPIFICACION DE CULTIVARES DE CEBADA

En los países que producen cantidades importantes de cebada cervecera se siguen procedimientos bastante minuciosos para la clasificación de cultivares de cebada como cebada cervecera o tipo cervecero. Las variedades de cebada son denominadas cerveceras o forrajeras independientemente del número de hileras de la espiga. *Son cultivares de cebada cervecera los que han sido reconocidos como tales por los organismos especializados.* La tipificación de cultivares como de tipo cervecero o forrajero implica una clara identificación de cultivares en el grano ya trillado.

6.1 Identificación de cultivares

Hay abundante literatura sobre la identificación de cultivares en la planta y en el grano. En Europa la EBC publicó una serie de descripciones (Aufhammer *et al.* en 1958 y 1968) y Simon de INRA publicó otras en 1972. En Estados Unidos y Canadá, las primeras descripciones fueron realizadas por Harlan en 1918, Harlan & Martini en 1936, Aberg & Wiebe en 1946 y por Wiebe & Reid en 1961. La AMBA (American Malting Barley Association), publica las descripciones de las nuevas variedades lanzadas comercialmente.

Durante muchos años, en el Uruguay se ha identificado a la cebada cervecera como la de dos hileras y a la forrajera con la de seis hileras, como si fueran sinónimos. En Europa y gran parte de América del Sur todas las cebadas cerveceras son de dos hileras, pero hay muchas cebadas de dos hileras que no tienen la calidad industrial. En los Estados Unidos y Canadá predominan las cebadas cerveceras de seis hileras que, junto a un extracto más bajo, tienen un poder diastásico mucho más elevado que las de dos hileras. Ultimamente el mejoramiento genético en Estados Unidos y Canadá permitió obtener cebadas de seis hileras que tienen más extracto y cebadas de dos hileras con mayor poder diastásico. En estos países existen también muchas cebadas de seis hileras que tienen solamente valor forrajero.

La identificación de las cebadas de seis hileras por los granos es fácil. Los granos son más alargados que los de cebada de dos hileras y dos tercios tienen el extremo del germen curvado. Esto se debe a que no tienen lugar para desarrollar un grano más redondeado en la espiga. Por este motivo tienen más porcentaje de cáscaras y menos de almidón y, por lo tanto, menos extracto que las de dos hileras.

En Europa se han difundido cada vez más las cebadas de invierno que, en un tiempo, eran destinadas solamente a la producción de grano forrajero. Se han seleccionado cebadas invernales de seis hileras como la francesa Plaisant que se ha exportado a América del Sur y de dos hileras como la alemana Kaskade, cuya calidad se aproxima a las de primavera. Las invernales de dos hileras tienen un rendimiento inferior a las de seis. A pesar del mejoramiento, es difícil obtener cebadas cerveceras de tipo invernal, ya que generalmente tienen más polifenoles y menos extracto que las de primavera.

La presencia en el mercado de la cebada invernal de dos hileras dio un renovado interés a la identificación de variedades mediante electroforesis para detectar los tipos invernales de dos hileras e impedir que se comercializaran como cebada de primavera.

6.2 Definición de tipo cervecero

La tipificación de cultivares como cebada cervecera es generalmente realizada por comités especializados en los que está representada la industria y se definen cuáles cultivares son de tipo cervecero y cuáles no lo son.

Esta clasificación es realizada en los Estados Unidos por el AMBA, que es financiado por la industria cervecera o por los organismos especializados en recomendación y certificación de cultivares.

En Canadá la industria cervecera y maltera estableció en 1948, el Brewing and Malting Barley Research Institute, con el propósito de fomentar la producción de cebada cervecera. Financiado por la industria, colabora en la evaluación de la calidad de nuevas variedades o líneas avanzadas y financia investigación universitaria. Toda nueva variedad de cebada clasificada como tipo cervecero debe comprobar esta tipificación con tres años de resultados industriales después de lo cual se le acepta en forma definitiva.

7. RESUMEN

Se presentaron diversas características y análisis de cebada y malta, discutiendo su relevancia en la determinación de la calidad industrial de la cebada. También se discutió la tipificación de cultivares de cebada por sus aptitudes para la fabricación de malta para cervecería.

8. BIBLIOGRAFIA

- ABERG, E.; WIEBE, G. A. 1945. Classification of Barley Varieties Grown in the United States and Canada. In: U.S.D.A. Technical Bulletin N°. 907. 190 pp. Washington DC.
- ALLISON, M. J.; COWE, I. A.; McHALE, R. 1976. A rapid test for the prediction of malting quality of barley. *Journal of the Institute of Brewing*. 82: pp. 166-167.
- _____; COWE, I. A.; BORZUCKI, R.; BRUCE, F.; McHALE, R. 1979. Milling energy of barley. *Journal of the Institute of Brewing*. 85: pp. 86-88.
- _____. 1986. Relationships between milling energy and hot-water extract values of malts from some modern barleys and their parental cultivars. *Journal of the Institute of Brewing*. 92: pp. 604-607.
- Analytica-EBC. 1987. Amsterdam. Elsevier Publishing Company, 265 pp.
- ARIAS, G. 1985. Ertrag, Ertragsaufbau und Qualität brasilianischer Braugerstensorten. Dissertation Technische Universität München-Weihenstephan. Altendorf bei Bamberg, D. Gräbner Verlag. 246 pp.
- AUFHAMMER, G.; BERGAL, P.; HORNE, F. R. 1958. Barley Varieties - EBC. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York.
- _____; BERGAL, P.; HORNE, F. R. 1968. Barley Varieties - EBC. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York.
- BAUMER, M.; C. WINKLER, C. 1987. Einstufung der Sommergerstensorten nach Ihrer Malzqualität mit der Bewertungsschema der Braugerstengemeinschaft. *Braugersten Jahrbuch*. 1987. pp. 249-253.
- BAUMER, M., C. ULONSKA, E.; LENZ, W. 1973. Untersuchungen über die Abhängigkeit des Extraktgehaltes vom Eiweissgehalte an Sommergerstensorten aus dem Frankfurterprogramm 1968-1970. *Braugerstengemeinschaft. Braugerstenjahrbuch*. 1973. pp. 186-198.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU. Freising-München. 1983. Versuchsergebnisse. Qualitätsergebnisse Gerste. Freising.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU. Freising-München. 1987. Versuchsergebnisse. Qualitätsergebnisse Gerste. Freising.

- BEAVEN, E. S. 1947. *BARLEY, Fifty years of observations and experiments*. London, Ducworth. 393 pp.
- BECKER-DILLINGEN, J. 1927. *Handbuch des gesammten Pflanzenbaues, Band I, Getreidebau*. Berlin, Verlag Paul Parey. 323 pp.
- BENDELOW, V. M. 1981. Selection for quality malting barley breeding. *Proceedings of the Fourth International Barley Genetics Symposium*. pp. 181-185. Edinburgh.
- BISHOP, L. R. 1928. First report on barley protein. The composition and quantitative estimation of barley proteins. *Journal of the Institute of Brewing*, 34: pp.101-118.
- _____. 1930. Prediction of Extract. *Journal of the Institute of Brewing*, 36: pp. 421-444.
- _____. 1934. Prediction of Extract III. Application of the carbohydrate principle. *Journal of the Institute of Brewing*, 40: 62-74.
- _____. 1948. The adjustment of prediction to give true extract in malt. *Journal of the Institute of Brewing*, 54: pp. 330-333.
- CHAPON, L. 1963. Die Anwendung des Mürbidimeters zum Studium der Härte un der Homogeintät der Gersten, *Brauwelt* 103: pp. 748-750.
- DELBRÜCK. 1904. *Fortschritte im Braugewerbe*. Jahrbuch der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei Berlin. Parey. Berlin.
- DICKSON, J. G.; SHANDS, H.; DICKSON, A. D.; BURKHARDT, B. A. 1935. Barley and Malt Studies: I. Developing of new varieties of barley for malting and their properties. *Cereal Chem*, 12: pp. 596-609.
- ENDERS, C.; SCHNEEBAUER, F. 1938. *Wochenschrift für Brauerei*, 55: pp. 73-81.
- FERNBACH, A. 1898. *Ann. de Brasserie*. 1 (24) 553 pp.
- FISCHBECK, G. 1964. Untersuchungen über Ausmass, Sicherheit und Ursachen erblicher Unterschiede im Rohprotein-gehalt der Sommergerste. *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 118: pp. 321-344.
- _____. 1968. Natürliche Grenzen der Gleich-mässigkeit von Braugerste, *Brauwissenschaft* 21: pp. 1-4.
- HAASE, E. 1910. *Beiträge zur objektive Braugersten-beurteilung*. Dissertation. G. H. Ludwigs- Universität, Giessen. 1910.
- HAASE, G. 1903. Das berliner Bonitierungssystem in moderner Beleuchtung. *Wochenschrift für Brauerei*, 20: 307 pp.
- HARLAN, H. V. 1918. *The identification of varieties of barley*. USDA Bulletin N° 622, Washington, DC.
- _____; MARTINI, M. M. 1936. *Problems and Results in Barley Breeding*. Yearbook of Agriculture, USDA. US Government Printing Office. Washington, DC.
- HEYSE, K. U. 1983. *Handbuch der Brauerei-Praxis*. Nürnberg, Verlag Hans Carl, 278 pp.
- KLEBER, W.; PAUKNER, E. 1952. *Brauwelt*, 92: 433 pp.
- KRAUS, C.; ULSCH, K. 1894. Untersuchungen and bayerischen Gersten der Ernte 1892. *Z. ges. Brauwesen*, 17: pp. 356-359.
- LAU, D.; PIRATSKY, W. 1962. Über den Sorten-charakter einiger Mälzungseigenschaften der Barugerste. *Monatschrift für Brauerei*, 15, 104 pp.
- _____. Braugerstezüchtung. 1963. In: *Braugerste*, Berlin. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 134 pp.
- LAWES and GILBERT. 1857. On the Growth of Barley by Different Manures continuously in the same Land; and on the Position of the Crop in the Rotation. *Journ. Royal Agric. Soc.*, viii, pp. 530, citado por Beaven. 1947.
- LÜERS, H. 1950. *Die wissenschaftlichen Grundlagen von Mälzerei und Brauerei*. Hans Carl Verlag, Nürnberg, 496 pp.
- MEREDITH, W. O. S.; ANDERSON, J. A. 1938. Varietal differences in barleys and malts. IV Commonly measured properties and their correlations with nitrogen and 1000- kernel weight. *Canad. J. Res. C* 16. pp. 497-509.
- _____; SALLANS, H. R. 1943. Varietal differences in barleys and malts. XIII. Wort attenuation, viscosity and turbidity and their inter- relations. *Canad. J. Res.*, 21, Sect. C. pp. 351-362.
- NARZISS, L. 1976. *Die technologie der Malzbereitung*. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 382 pp.

- _____. 1990. Malt specifications, barley properties and limitations of malting technology. *Brauwelt international*, 3: pp. 180-185.
- NIELSEN, N. 1936. Über Stickstoff einzelner Gerstenkörner. *Wochenschrift für Brauerei*, 53: pp. 265-267, 274-278.
- PAWLOWSKI, G.; SCHILD, E. 1961. *Brautechnische Untersuchungsmethoden*. 8. Auflage. Nürnberg, Verlag Hans Carl, 544 pp.
- PETERSON, G. A.; FOSTER, A. E. 1973. Malting Barley in the United States. *Advances in Agronomy*. 25: pp. 328-378.
- REINER, L. 1964. Zur Bestimmung der Brauqualität sehr kleiner Mengen Gerste mit der Hilfe eines dafür entwickeltes Verfahrens der Mikromälzung. Dissertation. TU München-Weihenstephan.
- _____. 1974. Wirkungsmechanismen zwischen Extrakt, Protein und Sortierung. *Brauwelt*, 114: p. 1486.
- _____. 1974. Ein Nomogramm über die Abhängigkeit Extrakt/Eiweissbeziehung von der Sortierung über 2,8 mm. *Brauwelt*, 114: pp. 1549-1533.
- _____. 1975. Probleme der Braugerstenzüchtung in Europa. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- _____; BECKER, F. A.; KIASSEN, M.; MEIER, B.; REHSE, E.; ULONSKA, E. 1985. Sommergerste aktuell. Frankfurt am Main, DLG - Verlag, 224 pp.
- SCHILDBACH, R.; BURBRIDGE, M. 1982. Sortenreinheit in Braugersten- und Malz- Handelspatien. *Brauwelt*, 122: pp. 546-549.
- SCHMIDT, F.; REINER, L.; GIEHL, M. 1975. Extrakt-, Eiweiss- und Sortierungsfunktionen bei Braugerste für 16 europäische Länder und 21 Jahrgänge. *Brauwissenschaft*. 28: pp. 94-103.
- SCHULZE, W. L. 1881. Über die Gerste insofern sie Braumaterial ist. *Zeitschrift für das gesammte Brauwesen*, 4: pp. 1-3.
- SCRIBAN, R. 1975. L'analyse du malt et son évolution dans l'avenir. *Brasserie*, 24: pp. 431-447.
- _____. 1977. Génétique, environnement des orges des brasserie et propriétés du malt. *Journée des Cadres Malteries-Brasseries*. BIOS. (8) 2: pp. 4-19.
- SIMON, M. 1972. Identification et classification des variétés d'orge cultivées en France. Etude N° 54, Décembre 1972. Editions SEI, CNRA. Route de St. Cyr. Versailles, 107 pp.
- TSCHERMAK, E., von. 1923. Zitiert nach Becker-Dillingen, *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, 1923.
- ULONSKA, E.; FRITZ, A.; LENZ, W. 1966. Die Klein-mälzungsanlage der Braugerstengemeinschaft an der bayerischen Landessatzuchtanstalt Weihenstephan, ihre Einrichtungen, und Arbeitsmethoden. *Brauwissenschaft*, 19: 217 pp.
- _____. 1983. 30 Jahre Braugerstenzüchtng in Weihenstephan. *Pflanzenzüchtertagung*. Weihenstephan, Januar 1983.
- _____; LENZ, W.; BAUMER, M.; FRITZ, A., SCHWARZBACH, E. 1983. Bedeutung der physiologische Merkmale Wasseraufnahme und Keimung der Gerste für Züchtung und Bewertung der Braugerste. *Bayer. Landw. Jahrbuch*, 52: pp. 131-172.
- ULSCH, K. 1895. Apparate für Mälzungsversuche im Kleinen. *Mitteilungen aus dem Chemischen Laboratorium des Kgl. Landw. Zentralschule Weihenmstephan*. *Z. ges. Brauwesen*, 18: pp. 228-230.
- WIEBE, G. A.; REID, D. A. 1961. Classification of Barley Varieties Grown in the United States and Canada in 1958. *Technical Bulletin N° 1224*, February 1961. United States Department of Agriculture. Washington, DC.

CALIDAD INDUSTRIAL DE LA CEBADA CERVECERA

PARTE 2: EVALUACION DE ANALISIS DE MALTA

Dr. Gerardo Arias

1. INTRODUCCION

Hemos visto que hay un gran número de análisis para evaluar la calidad de una malta y que muchos de los caracteres considerados están interrelacionados, de forma que si uno mejora otro se perjudica. Ahora bien, ¿cómo podemos evaluar todos estos datos en forma conjunta y juzgar si una malta de una determinada variedad es, en definitiva, mejor o peor que otra?

El Uruguay exporta el 90% de su producción de cebada como malta o cebada cruda, en su casi totalidad, al Brasil. Produce cantidades relativamente pequeñas de cebada y malta en relación al mercado mundial, lo que torna indispensable elevar al máximo la calidad industrial de la producción y adecuarla a las exigencias cambiantes del mercado.

En una primera etapa, en el mejoramiento de la producción y en el mejoramiento genético de la cebada uruguaya, nos interesan los requerimientos de calidad del mercado brasileño y los padrones que se han establecido en el Brasil, así como las normas exigidas por los clientes de ese país. Pero esto no es suficiente. Considerando el gran mercado mundial, y fundamentalmente Europa, debe tenerse en cuenta que se necesita hacer mejoramiento en calidad.

En una segunda etapa, por lo tanto, debemos encarar la posibilidad de producir lotes que puedan entrar definitivamente en estos mercados. Para ello se deberán reajustar o complementar las normas brasileñas.

La calidad industrial de una cebada está dada por la malta que se pueda fabricar con ella. Esto se puede conocer por un malteo industrial o un micromalteo. Pero, ¿cuáles son las características más importantes en la evaluación de una malta?

Cuadro 1. Índice de calidad del EBC (European Brewery Convention).

Extracto molido fino	0,45
Viscosidad	0,25
Atenuación final	0,15
Índice Kolbach	0,10
Poder diastásico	0,05

2. INDICE DE CALIDAD DEL EBC

En Europa para evaluar la calidad de las variedades se usa la escala del EBC (European Brewery Convention). Este índice clasifica la calidad industrial de 1 a 9 (1, la de menor calidad a 9, la mayor) y está formado por los índices obtenidos por determinadas características en distintas proporciones (ver el Cuadro 1).

Se toman en cuenta solamente 5 características: extracto molido fino, viscosidad, atenuación final, índice de Kolbach, y poder diastásico.

Se establece una escala del 1 al 9 para cada parámetro y se promedian de acuerdo a los porcentajes expresados en el Cuadro 1. Esto da un valor general para cada malta. Con datos de diferentes regiones se establece, cada año, el índice de cada variedad para cada región.

Este Índice de Calidad otorga la mayor importancia al extracto molido fino -expresado en sustancia seca- que forma casi la mitad del índice y la menor al poder diastásico, cuya influencia en el índice final es del 5%.

3. INDICE DE CALIDAD DEL NIBEM

En Holanda, el NIBEM, Nederlands Instituut voor brouwgerst, mout en bier (Instituto Holandés para la Cebada, Malta y Cerveza) tiene un método bastante diferente que aparece en el Cuadro 2 (NIBEM, 1987).

Cuadro 2. Índice de calidad del NIBEM (Instituto Holandés de Investigación de Cebada, Malta y Cerveza).

$$Y = 54,19 - 0,412 X \text{ EMF} - 0,236 X \text{ AF} + 0,21 X \text{ DIF}$$

EMF = EXTRACTO MOLIDO FINO, sustancia seca
 AF = ATENUACION FINAL
 DIF = DIFERENCIA EMF - EMG
 EMG = EXTRACTO MOLIDO GRUESO, sustancia seca

Este índice da casi tanta importancia al extracto molido fino como el Índice del EBC. Coloca en segundo lugar a la atenuación final y en tercer lugar, a la diferencia entre molido fino y molido grueso.

Estos valores se restan de una constante 54,19 en los dos primeros casos y se suman al valor obtenido por la diferencia, de modo que las mejores maltas tendrán los índices más bajos.

Cuadro 3. Sociedad Alemana de Cebada Cervecera. Grados de Calidad APS.

Criterios	Peso	Escala de las variedades testigo en APS	
		Aura	Aura+Arena
EXTRACTO	3	7,5	8,2
ATENUACION FINAL	1	7,5	7,6
DIFERENCIA EMF - EMG	1	7,3	7,6
INDICE DE KOLBACH	1	6,5	7,4
VZ 45 °C	1,5	6,8	7,2
FRIABILIMETRO	1,5	7,5	7,7

4. INDICE DE CALIDAD DE ALEMANIA

En 1985 la Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Qualitätsgerstenbaues im Bundesgebiet), realizó una encuesta entre los cerveceros para unificar los criterios de evaluación de la malta. De acuerdo a las informaciones recibidas, se elaboraron los Grados de Calidad APS (Ausprägungsstufen) según informan Baumer & Winkler en 1987.

Los grados APS se calculan de acuerdo al Cuadro 3 y establecen una escala de puntos desde 1 hasta un máximo de 9. Se consideran 6 parámetros: Extracto molido fino, Atenuación Final, Diferencia entre molido fino y molido grueso, Índice de Kolbach, Índice de Hartong 45 °C (VZ 45 °C) y Friabilímetro.

Este índice otorga la mayor importancia al extracto molido fino, con un factor de 3. El segundo lugar de importancia corresponde al Índice de Hartong 45 °C y al Friabilímetro con un factor de 1,5 y los restantes tienen factor 1.

Los grados son dados en comparación con los resultados obtenidos por los cultivares Aura y Aura + Arena (Cuadro 3) (Baumer & Winkler, 1987).

Cuadro 4. Índice de Calidad del Brasil. Puntos de las características de la Malta Pilsen (PC).

PC = VR + VZ 45 + PROT + NS + CC		
VR	= VALOR DE RENDIMIENTO	0 - 160 puntos
VZ45	= HARTONG A 45 ° C	0 - 16 puntos
PROT	= PROTEINA DE LA MALTA s.s.	0 - 22 puntos
NS	= NITROGENO SOLUBLE (mg/100 g)	0 - 19 puntos
CC	= COLOR DE COCCION (EBC)	0 - 30 puntos

5. INDICE DE CALIDAD DE BRASIL

En el año 1977 la República Federativa de Brasil estableció normas para la comercialización interna de malta mediante la Portaria N° 166 del 12 de Abril de ese año. En el Cuadro 4 se muestra la fórmula que se usa para obtener el puntaje que determinará la clasificación de las Maltas Pilsen. Está fórmula, toma en cuenta solamente 5 características de las maltas Pilsen dando diferente peso a cada una de ellas.

Estas cinco características son: el Valor de Rendimiento (VR), al cual se le otorga un rango de 0 a 160 puntos; el Hartong a 45 °C (VZ 45) con un puntaje de 0 a 16; el porcentaje de proteína de la malta en sustancia seca, de 0 a 19 puntos; el Nitrógeno Soluble (NS), al cual se atribuye de 0 a 19 puntos y el Color de Cocción del mosto (CC), con una expresión de 0 a 30 puntos.

Esto da un rango posible de 0 a 247 puntos.

Las normas establecen que una malta que no alcance los 50 puntos no puede ser considerada comercial, de 50 a 100 puntos es aceptable de 100 a 150 puntos es una malta de buena calidad y si supera los 150 puntos se considera una malta de muy buena calidad.

Esta es una norma de comercialización interna de la malta Pilsen en el Brasil. Pero puede ser de mucha utilidad para los exportadores de malta uruguayos conocer cómo podría ser clasificada esa malta con este índice de calidad así como para la evaluación de la calidad de las variedades y líneas avanzadas de cebada cervecera.

Se estudiará más detenidamente cada una de las características utilizadas para este índice de calidad.

5.1 Valor de rendimiento

El Valor de Rendimiento (VR) es obtenido mediante una fórmula que podemos observar en el Cuadro 5. Se calcula sumando el Extracto molido fino tal cual, o seco al aire o conforme recibido (EMFtc), más el extracto Molido Grueso tal cual (EMGtc), dividido 4, más la constante 38,7.

Cuadro 5. Índice de Calidad de Brasil. Valor de Rendimiento (VR).

$$VR = \frac{EMFtc + EMGtc}{4} + 38,7$$

EMFtc = EXTRACTO MOLIDO FINO, tal cual

EMGtc = EXTRACTO MOLIDO GRUESO, tal cual

Esta característica es la que tiene más peso en la formación del índice, ya que por sí sola puede ir de 0 a 160 puntos de calidad, en tanto que las otras cuatro sumadas tienen un rango de 0 a 87 puntos.

Este Valor de Rendimiento, conocido en Alemania como "Ausbeutezahl B" (Número de Rendimiento B), otorga gran importancia al extracto molido fino y a la diferencia entre molido fino y grueso, pero da demasiada relevancia a la humedad de la malta.

En el Cuadro 6 vemos los puntajes variables que puede alcanzar una misma malta solamente por los diferentes tenores de humedad a que sea comercializada.

Cuadro 6. Índice de Calidad del Brasil. Valor de Rendimiento (VR). Ejemplos de la misma malta (EMF = 82%; EMG = 81%) con diferente porcentaje de humedad.

Humedad (%)	VR (%)	Puntos (%)
10,0	75,4	16
9,0	75,8	32
8,0	76,2	48
7,0	76,6	64
6,0	77,0	80
5,0	77,4	96
4,0	77,8	112
3,0	78,2	128
2,0	78,6	144

En el caso del Cuadro 7 consideramos una malta con 82% de extracto molido fino en sustancia seca y 81% de extracto molido grueso, sustancia seca (1% de Diferencia), con porcentajes de humedad variables entre 10,0% y 2,0%. Esto nos daría una escala de puntos desde 16 hasta 144. Es decir, entre la no comercial hasta prácticamente la mejor calidad, ya que esa malta debe superar los 150 puntos porque debe tener una proteína suficientemente baja, que le otorgue los 7 puntos que faltan.

Cuadro 7. Índice de Calidad del Brasil. Valor de Rendimiento (VR). Ejemplos de tres diferentes maltas con la misma humedad (4%).

VR	EMF	EMG	DIF	PUNTOS
75,1	77,1	74,4	2,7	4 (mínimo)
77,0	80,8	79,8	1,0	80
79,0	84,5	83,5	1,0	160 (máximo)

Por este motivo es que en Brasil se convino en establecer un valor de humedad del 4,5% para poder comparar las maltas en las mismas condiciones y obviar las distorsiones que pueden ocasionar variaciones en el tenor de humedad.

El el Cuadro 7 podemos ver los resultados de tres maltas que alcanzan respectivamente, el menor valor de rendimiento (75,1 = 4 Puntos), el valor medio (77,0 = 80 Puntos) y el máximo (79,0 = 160 Puntos).

El punto más bajo de la escala correspondería a una malta de 77,1 EMF (sustancia seca) y 2,7 de diferencia, es decir, una malta inferior, como la que se puede obtener malteando cebada forrajera. El valor de rendimiento medio (77,0) se puede obtener con una malta de 80,8 de extracto molido fino con 1% de diferencia, lo que corresponde a la mayoría de los lotes producidos en Uruguay. El valor máximo sólo puede ser conseguido con una malta con 84,5% de extracto molido fino y 83,5% de extracto molido grueso (Cuadro 7), se trata de una malta excepcional como no creemos que haya actualmente en el comercio internacional, pero que tal vez pueda ser obtenida por medio de micromalteos.

Con relación al extracto molido fino, las normas de los exportadores brasileños fijan un mínimo de 80%, aunque a veces toleran el 79%.

La Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera (Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 1983) establece los siguientes niveles para extracto molido fino, expresado en sustancia seca:

Muy Bueno	más de 82,0%
Bueno	80,6 - 82,0%
Aceptable	79,1 - 80,5%
Insuficiente	menos de 79,0%

Como podemos ver, en Alemania se considera una buena malta solamente aquella que supera 80,6% de EMF.

Para la diferencia entre extracto molido fino y extracto molido grueso (usando el molino Bühler-Miag), Narziss en 1976 da la siguiente escala:

Muy Bueno	menos de 1,3%
Bueno	1,3 - 1,9%
Aceptable	2,0 - 2,6%
Insuficiente	más de 2,6%

Las normas de los importadores de Brasil establecen una diferencia máxima que varía entre 2,3 y 2,5.

5.2 Índice de Hartong a 45 °C (VZ 45)

El índice de Hartong a 45 °C (VZ 45), informa sobre la capacidad enzimática de la malta, con excepción de la alfa-amilasa. Este índice está en estrecha relación con el contenido en alfa-amino-nitrógeno. Se considera que debe superar el índice 36.

Cuadro 8. Índice de Calidad del Brasil. Índice de Hartong a 45 °C. Extracto según Hartong a 45 °C (VZ 45).

Índice Hartong 45	Puntos
35	2
40	12
42	16 (máximo)
45	10
49	2

Cuadro 9. Evaluación del Índice Hartong 45 °C. Sociedad Alemana de Cebada Cervecera.

INSUFICIENTE	Menos de 36
ACEPTABLE	36 - 40
ENZIMATICO	41 - 45
MUY ENZIMATICO	Más de 45

El Índice de Calidad del Brasil establece un puntaje mínimo de 2 puntos para un Índice Hartong 45 °C de 35, un máximo de 16 para el Índice 42 y, nuevamente, un mínimo de 2 puntos para un valor de 49 (Cuadro 8).

La Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera utiliza la escala que figura en el Cuadro 9, donde nuevamente podemos comprobar, que los padrones europeos son algo más exigentes que los brasileños ya que consideran apenas aceptables las maltas que presentan de 36 a 40 VZ 45.

5.3 Tenor de proteína

Cuando se menciona el porcentaje de proteína de una cebada o malta, en realidad se hace referencia al porcentaje de nitrógeno, expresado como proteína ($N \times 6,25$). Es conocida la relación entre el contenido de nitrógeno de la cebada y el

Extracto de la malta obtenida. Por eso, puede decirse que el Extracto está en relación inversa al contenido de nitrógeno y en relación directa con el porcentaje de almidón.

En el Cuadro 10 se puede apreciar la Escala de puntos de Brasil, que da el puntaje máximo (22 puntos) a una malta con 8,6% de proteína, y el valor mínimo de 1 punto a una con el 12,8%.

Las normas de importación de los compradores brasileños establecen topes máximos variables entre 11,0, 11,5 hasta 12,0% de proteínas, y valores mínimos que varían entre 9,0 y 9,5%. De modo que las maltas uruguayas podrían obtener apenas entre 5 y 20 puntos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Índice de Calidad del Brasil. Proteína de la malta. Porcentaje en sustancia seca.

Proteína (%)	Puntos
8,6	22 (MAXIMO)
9,0	20
10,0	15
11,0	10
12,0	5
12,8	1 (MINIMO)

Cuadro 11. Índice de Calidad del Brasil. Nitrógeno soluble en el mosto (mg/100 g de malta s.s.).

NS	PUNTOS
510	1
550	5
600	10
650	15
690	19 (MAXIMO)
700	18
750	13
800	8
850	3

Cuadro 12. Nitrógeno Soluble en el Mosto. Sociedad Alemana de Cebada Cervecera.

EVALUACION	NS (mg/100 g)
MUY POCO	Menos de 550
MEDIO - BUENO	550 - 600
MUY BUENO	600 - 650
MEDIO - BUENO	650 - 700
MUY ALTO	Más de 700

La Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera, considera buena la cebada que tenga hasta 10,5% de Proteína sin establecer límites mínimos, aceptable de 10,6 a 11,5% e inaceptable las que superan el 11,5%.

En los últimos años el porcentaje de proteínas de las cebadas cosechadas en Europa Occidental está aumentando. En 1989 fue superior a los límites exigidos por la industria. Por lo tanto, no tienen problemas de límite mínimo.

5.4 Nitrógeno soluble en el mosto

El nitrógeno soluble en el mosto se expresa en mg por 100 g de malta, sustancia seca y depende del contenido en nitrógeno de la malta y del porcentaje del mismo solubilizado por las enzimas proteolíticas producidas durante el malteo (Índice de Kolbach).

El contenido en nitrógeno del mosto tiene gran influencia en la calidad de la cerveza y en el proceso a que deberá ser sometido ese mosto.

Por una parte, se necesita un determinado nivel de nitrógeno soluble, especialmente de bajo peso molecular, para una adecuada nutrición de las levaduras y un desarrollo normal de la fermentación. Por otra parte, elevadas concentraciones de proteínas de alto peso molecular perjudican la filtrabilidad y estabilidad de la cerveza. Demasiado nitrógeno en el mosto está también correlacionado con un color más oscuro de la cerveza producida.

Por estos motivos es necesario fijar un límite superior y uno inferior, como lo establece la escala del Brasil (Cuadro 11). La escala fija el valor óptimo en 690 mg/

100 g que es algo más elevado que los límites que fija la Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera (Cuadro 12). Esta considera los valores superiores a 700 mg/100 g como elevados y establece que los mejores son los situados entre 600 y 650 mg/100 g.

En el Cuadro 1 vimos que el Índice de Calidad del EBC da cierto valor al Índice de Kolbach. Se considera que el porcentaje de nitrógeno soluble en el mosto debe superar el 35% del total. La Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera utiliza la escala que vemos en el Cuadro 13. Aunque no se establece un límite superior, se estima que cuando se supera el 45%, la malta está demasiado disuelta.

Cuadro 13. Índice de Kolbach (%).
Porcentaje de Nitrógeno Soluble/N Total.
Sociedad Alemana de Cebada Cervecera

MUY BUENO	Más de 41
BUENO	38 - 41
ACEPTABLE	35 - 38
INSUFICIENTE	Menos de 35

Cuadro 14. Índice de Calidad del Brasil. Nitrógeno soluble. Ejemplos de maltas con diferentes proteínas e índices de Kolbach.

Proteína (%)	Índice Kolbach (%)	NS (mg/100 g)	Puntos
9,0	35	504	0
12,5	35	700	18
9,0	40	576	8
12,5	40	768	11
9,0	45	648	15
12,5	45	900	0

Las normas de los importadores brasileños establecen un límite inferior del 35 al 38% y una disolución máxima de 43 a 45% según el importador.

Con distintos porcentajes de proteína de la cebada y diferentes grados de disolución proteolítica se pueden obtener niveles muy diversos de nitrógeno soluble, como se puede apreciar en el Cuadro 14.

En el Cuadro 14 se puede comprobar la interacción entre contenido en nitrógeno de la malta y su disolución en el mosto con relación a lo que se considera óptimo en Brasil y en Europa para estos valores. Las cebadas con menores porcentajes de proteína (9,0 a 10,0%) deberán ser malteadas en forma tal de lograr una buena disolución de las proteínas porque un índice de Kolbach muy bajo llevará a niveles muy reducidos de nitrógeno soluble en el mosto. (En nuestro ejemplo con 35% se obtienen apenas 504 mg/100 g, lo que se considera insuficiente.)

Cuando el porcentaje de proteína está en el límite superior, una disolución relativamente alta lleva a un exceso de nitrógeno soluble en el mosto con todos los efectos negativos que esto implica.

A esto debemos agregar que hasta ahora no ha sido posible obtener cebadas que, durante el malteo, tengan una elevada disolución citolítica y un bajo Índice de Kolbach. De modo que, si la disolución citolítica es buena, el Kolbach va a ser también elevado. Esto exige bajos tenores de proteína para no tener problemas con el excesivo nitrógeno soluble en el mosto. En general, las variedades modernas presentan altos índices de disolución citolítica y proteolítica.

5.5 Color de cocción

El color del mosto se mide en unidades EBC y se determina mediante comparadores que usan discos de colores padronizados de acuerdo a las normas del EBC (European Brewery Convention).

Los importadores brasileños fijan un límite mínimo y otro máximo para el color del mosto que se puede obtener de una malta y que varía entre 3,0 y 4,5 para la Cervecería Antártica y 3,0 y 4,0 para la Cervecería Kaiser. La Cervecería Brahma establece solamente un límite máximo de 3,5.

Esta diferencia se debe a lo que dijimos antes con respecto a las especificaciones de calidad que varían según la cerveza que fabrican. En este caso, la Cervecería Brahma fabrica una cerveza más clara que las otras cervecerías brasileñas. De ahí las diferencias en las especificaciones.

Cuadro 15. Índice de Calidad de Brasil.
Color de cocción (Kochfarbe). Unidades EBC.

Color de cocción	Puntos
7,0	0
6,5	5
6,0	10
5,5	15
5,0	20
4,5	25
4,0	30 (MAXIMO)

Pero el índice de calidad de Brasil establece como norma el llamado color de cocción (CC) o Color según Kolbach Zastrow que, a veces, también se denomina con la palabra alemana Kochfarbe. Se considera que tiene más relación con el color que tendrá la cerveza que se fabrique con una determinada malta. En el Cuadro 15 podemos ver su escala.

La Cervecería Brahma establece un límite máximo de 6,0 unidades EBC para el color de cocción.

Como este índice está estrechamente relacionado al nitrógeno disuelto en el mosto, vemos aquí la doble

importancia que tienen el tenor de proteínas y el porcentaje de disolución en la obtención de un puntaje alto de calidad en el Índice de Calidad de Brasil.

6. OTRAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES

Hay otras características que no son tomadas en cuenta por las normas de comercialización de malta en Brasil y que son exigidas por los importadores brasileños. Entre ellas podemos mencionar las siguientes:

Poder diastásico. Se exige un nivel mínimo que varía entre 240 y 250 Unidades Windisch Kolbach por parte de los principales importadores.

Índice de Kolbach. Del que ya hemos hablado por su relación con el Nitrógeno Soluble.

Viscosidad del mosto. Se fijan valores máximos que van de 1,56 a 1,60 mPa.s.

Friabilidad. La Compañía Kaiser fija un mínimo de 80.

Clasificación por zaranda de la malta. Se pide un mínimo del 85 al 90% sobre la zaranda 2,5 mm y un máximo de 1,5 debajo de la zaranda 2,2 mm.

Atenuación final. La Cervecería Kaiser fija un rango aceptable entre el 79 y 84%.

Esta última característica es también considerada importante por los Índices de Calidad de EBC, del NIBEM y de la Sociedad Alemana de Cebada Cervecera.

7. INDICE DE CALIDAD DE URUGUAY

Se consideraron tres índices de calidad europeos para evaluar la calidad industrial de una cebada cervecera a partir de maltas obtenidas: el del EBC, el del NIBEM, y las normas usadas por la Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera. Finalmente consideramos con mayor detención las normas brasileñas para la comercialización de la malta industrial en la República Federativa del Brasil y los resultados obtenidos por nuestras variedades de acuerdo a esta última clasificación.

Como dijimos al principio, en una primera etapa se deben considerar las normas exigidas por los importadores brasileños y la clasificación de malta brasileña, ya que el 90% de las exportaciones uruguayas están dirigidas al Brasil. Para este fin los análisis de micromalteo deberán realizar las determinaciones que permitan computar totalmente los Puntos Característicos de la Malta Pilsen: extracto molido fino y grueso, Hartong a 45 °C, proteína de la malta, nitrógeno del mosto y color de cocción o color según Kolbach Zastrow. Además, los que no son tomados en cuenta por esta clasificación y que los laboratorios de las malterías siempre realizan: Viscosidad del mosto en mPa. s, duración del filtrado, color del mosto.

Pero podemos considerar algunas modificaciones y complementaciones:

En primer lugar los datos de valor de rendimiento deberán ser expresados en base a malta con 4,5% de humedad y los valores de extracto molido fino y grueso deberán ser complementados por el pH del mosto o corregidos de acuerdo al pH. Para ello, los malteros deberán ponerse de acuerdo.

En segundo lugar los análisis deberán ser complementados por el Poder Diastásico Windisch Kolbach y de ser posible, también alfa-amilasa. Nuestras malterías ya realizan estas determinaciones.

En tercer lugar se deberá determinar los datos del Friabilímetro, que forman parte de los Grados de Calidad APS de la Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera y son realizados normalmente por los laboratorios de las malterías.

Existe la posibilidad de desarrollar en el futuro:

1. **La Atenuación Final.** Se vio que es tomada en cuenta por los índices de calidad del EBC, del NIBEM y de la Sociedad Alemana de Cebada Cervecera.

2. **El contenido en Beta-glucanos y Polifenoles.** Características sobre las cuales todavía no se tiene información sobre las maltas y cebadas que se cultivan en el Uruguay.

¿Debemos tener un Índice de Calidad Uruguayo?

Creemos que una reunión de los malteros con los investigadores del INIA y los privados permitiría fijar normas mínimas para juzgar la calidad industrial de las variedades. Tal vez sea posible complementar el Índice de Calidad de Brasil para los estudios de evaluación de la calidad industrial de las variedades y líneas avanzadas del Uruguay.

8. MEJORAMIENTO DE CEBADA PARA CALIDAD INDUSTRIAL

Todas las características de la cebada vinculadas a una mejor calidad industrial tienen, en mayor o menor grado, un componente genético, una influencia del medio ambiente y son pasibles de modificación si se cambian las condiciones del malteo.

Se vio que los resultados de los análisis de calidad de la malta están interrelacionados de modo que, cuando se mejora una característica, se puede perder en otras o requerir modificaciones del malteo que incidan más en los costos.

El Cuadro 16 muestra un resumen realizado por el Profesor Narziss de Weihestephan que compendia el estado actual de los conocimientos referentes a la influencia que el genotipo, el medio ambiente (local, año) y la tecnología de malteo utilizada pueden tener sobre los diferentes parámetros de calidad industrial de la malta.

Esto es de gran importancia tanto para los técnicos que trabajan en contacto directo con la producción, como para los que conducen programas de mejoramiento.

Cuadro 16. Influencia del genotipo, el medio y la tecnología en la calidad de la malta, según L. Narziss.

	Genotipo	Año/ local	Tecnología
EXTRACTO MF	XXX	XXX	X
DIF MF - MG	XXX	XX	XX
VISCOSIDAD	XXX	XXX	XXX
PROTEINA	X	XXX	0
KOLBACH	XX	XX	XX
VZ 45 °C	XX	XX	XXX
ALFA-AMILASA	XX	XXX	XX
PODER DIASTASICO	XX	XX	X
ATENUACION	XXX	XX	X
COLOR DEL MOSTO	XX	XX	XX
COLOR DE COCCION	XX	XX	XX
0 = NINGUNA X = POCA XX = ALGUNA XXX = MUCHA			

En primer lugar se puede constatar el importante componente genético del extracto molido fino, la diferencia EMF - EMG y la viscosidad del mosto. Esto muestra que los primeros esfuerzos se deben dirigir al mejoramiento de estas características, especialmente del extracto obtenido, que no es lo elevado que podría ser en función de los tenores de proteína de las cebadas.

La mayor dependencia del medio ambiente lo presenta el porcentaje de proteína. Esto es conocido y sugiere que solamente puede ser mejorado por la vía de prácticas culturales: época de siembra y fertilización.

La atenuación final es otra característica que puede ser mejorada. Pero se desconoce la variabilidad que pueda existir entre los cultivares y líneas avanzadas experimentados en el Uruguay.

9. RESUMEN

Se consideró la forma de evaluar, en forma conjunta, los resultados de los análisis de malta. Se describieron los métodos del EBC, del NIBEM, de la Sociedad Alemana de Fomento del Cultivo de la Cebada Cervecera y, más detalladamente, el de Brasil. Se propuso la discusión de un Sistema Uruguayo de Evaluación. Finalmente se trataron las posibilidades del mejoramiento genético de la calidad de la cebada cervecera.

10. BIBLIOGRAFIA

- BAUMER, M.; WINKLER, C. 1987. Einstufung der Sommergerstensorten nach Ihrer Malzqualität mit der Bewertungsschema der Braugerstengemeinschaft. Braugersten Jahrbuch. pp. 249-253.
- EUROPEAN BREWERY CONVENTION. 1990. Advances in Malting Barley 1990 (Harvest 1989), Edited by J. S. Pierce, B. Sc. FRSC. Short Run Press, Exeter.
- NIBEM. 51e. jaarboekje. 1987. Uitgegeven door de stichting Nederlands Instituut voor brouwgerst, mout en bier. 187 pp.

Este libro se imprimió en los Talleres Gráficos de
Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo - Uruguay

Edición Amparada al Art. 79. Ley 13.349
Depósito Legal 252.197/91