



Identificación del Trabajo	
Área:	Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Tecnología de Alimentos
Categoría:	Alumno
Regional:	Rosario

## Caracterización fisicoquímica de maltas disponibles en el mercado para cerveceros artesanales

**Santiago BERTUNE, Karen D'ORTONA, Abril RECOARO, Mercedes SARTORI**

*CIDTA - Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (E. Zeballos 1341, Rosario), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional.*

*E-mail de autores: [santiagobertune@gmail.com](mailto:santiagobertune@gmail.com), [karendortona@gmail.com](mailto:karendortona@gmail.com), [abrilrecoaro@hotmail.com](mailto:abrilrecoaro@hotmail.com), [mercedes.sartori@gmail.com](mailto:mercedes.sartori@gmail.com)*

*Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Ing. Esp. Roxana Martinet, en el marco del proyecto "Caracterización de maltas de cebada". (2018 – 2021 / prórroga)*

### Resumen

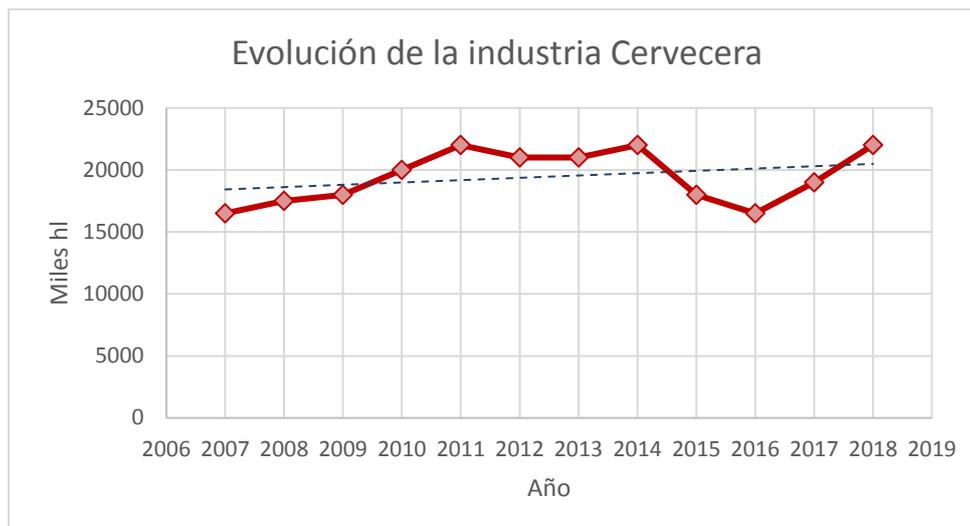
Según las evaluaciones de campo, el consumo de cerveza artesanal en Argentina se ha incrementado a lo largo de estos años. Sin embargo, no existe una caracterización completa de las maltas, aun siendo éstas una de las materias primas fundamentales en la elaboración de cervezas. Como objetivo de este trabajo se propuso brindar al productor artesanal de cerveza la caracterización de maltas base que va a utilizar en el proceso, dado que, las propiedades fisicoquímicas de las mismas son un parámetro fundamental para direccionar el producto final. Se realizaron determinaciones de humedad, cenizas, proteínas, lípidos e hidratos de carbono, según métodos EBC y AOAC, obteniéndose los siguientes resultados respectivamente: 5,15 g/100g  $\pm$  0,85; 1,91 g/100g  $\pm$  0,12; 10,44 g/100g  $\pm$  0,21; 1,76g/100g  $\pm$  0,17; 81,22g/100g  $\pm$  1,59. Los valores obtenidos están en concordancia con los informados por otros autores sobre maltas de otras variedades y origen geográfico.

**Palabras Claves:** Malta; Caracterización fisicoquímica; Cerveza;

### 1. INTRODUCCION

Durante los últimos 10 años el consumo de cerveza artesanal, a nivel mundial, sufrió un incremento notable impulsando el desarrollo y la creación de microcervecerías y malterías, junto a la expansión agrícola del cultivo de cebada.

En Argentina, como se observa en la Figura 1, la producción de cerveza muestra también una tendencia creciente, con algunas caídas puntuales atribuidas a factores climáticos -años particularmente fríos que desalientan el consumo- y económicos.



**Figura 1.** Evolución de la industria cervecera (INDEC y Cámara de la Industria Cervecera)

No obstante, aún dentro de este contexto favorable los productores artesanales de cerveza no disponen de información completa y específica respecto a sus materias primas lo que en reiteradas ocasiones los lleva a desechar el producto o comercializarlo fuera de las especificaciones técnicas preestablecidas.

Para obtener el producto deseado es primordial tener un conocimiento exhaustivo de las materias primas, entendiendo que las propiedades fisicoquímicas de éstas inciden directamente en la calidad de la cerveza producida.

Durante la elaboración de cerveza, la malta es molida para luego utilizarse en la maceración (Martinet et al.(2018)). Este proceso consiste en poner en contacto el grano molido con el agua y favorecer la acción de los grupos enzimáticos contenidos en el grano de malta, esto se logra con una proporción ajustada de grano-agua condicionando la temperatura y el tiempo a los óptimos para cada grupo enzimático. Durante el transcurso de este, se producen la extracción y transformación de los componentes de malta, necesarios para las etapas posteriores del proceso. Estos compuestos junto al agua conforman el extracto, principal responsable de brindar características organolépticas y funcionales al producto final. (D'Ortona et al.(2018); Kunze (2006))

En la producción de cerveza se utiliza una mezcla de maltas, siendo las maltas base las que aportan los hidratos de carbono, proteínas y enzimas; estas enzimas favorecen la modificación de almidones a azúcares fermentables y no fermentables, junto con la transformación de proteínas en péptidos y aminoácidos libres. La influencia de este tipo de maltas en la producción de cerveza quedará vinculada fundamentalmente al tenor alcohólico y al cuerpo de ésta. Por otro lado, las maltas especiales, dentro de las que se incluyen las caramelo, cristal y tostadas o torradas contribuyen principalmente al color, sabor, retención de espuma, sensación en boca y aromas de la cerveza, sin proporcionar enzimas en cantidades significativas.

El objetivo de este trabajo fue la caracterización fisicoquímica de maltas base, ya que, como se mencionara en párrafos anteriores son las que constituyen la materia prima fundamental para la producción de cerveza.

Las propiedades fisicoquímicas seleccionadas para contribuir a este objetivo fueron humedad, cenizas, lípidos, proteínas e hidratos de carbono. Cada una de éstas incide en distintas etapas del proceso productivo y condiciona las características del producto final, a saber:

### 1.1. *Humedad*

La humedad del grano influye directamente en la molienda dado que modifica la susceptibilidad al rompimiento del mismo. Por otro lado, el porcentaje de humedad del grano debe tenerse en cuenta antes de comenzar el proceso de maceración para respetar la relación masa de grano/agua dentro del mismo.

Además, esta variable influye en los costos de almacenamiento o pre-acondicionamiento, ya que, a porcentajes mayores de humedad aumenta el grado de deterioro y requiere modificar la infraestructura para conseguir mantener la humedad de equilibrio.

### 1.2. *Cenizas*

Mediante el ensayo de cenizas se cuantifican las sustancias inorgánicas, inertes al proceso de descomposición térmica, presentes en la malta. Dentro de este conjunto, la mayoría de los componentes ejercen efectos beneficiosos en la producción de cerveza. Los iones metálicos aumentan la eficiencia del proceso de extracción durante la maceración, actúan como catalizadores en las reacciones enzimáticas e influyen positivamente en la formación de espuma, formando complejos que ayudan a estabilizar las burbujas.

Algunos países como Canadá establecieron contenidos mínimos de cenizas en cervezas ale, lager, porter y stout. (Hart y Fisher (1991))

### 1.3. *Lípidos*

En la producción de cerveza el uso de la levadura empleada para la fermentación requiere de la presencia de lípidos y ácidos grasos para su crecimiento, sin embargo, altos contenidos de lípidos en malta aportan turbidez en la cerveza, incrementando la formación de geles, los cuales impiden una filtración adecuada de la misma (Meshehdani et al.(1990)).

Así, el contenido de estos en el grano es una variable a tener en cuenta si se pretende controlar la fermentación sin descuidar el sabor y la turbidez del producto.

### 1.4. *Proteínas*

Se entiende a la espuma, como la dispersión de burbujas de gas en el seno de un líquido. En la cerveza hay compuestos hidrofóbicos, hidrofílicos y otros que poseen comportamiento anfipático, cuando estos últimos alcanzan la superficie del líquido, junto a la presencia de anhídrido carbónico, producen las burbujas que son las componentes de la espuma en la cerveza. Las proteínas poseen las características mencionadas y el contenido proteico en la malta se halla estrechamente relacionado

con la capacidad de formación de espuma y principalmente con la estabilidad de ésta. Un alto nivel de proteínas aumenta la viscosidad en la cerveza, ocasionando que, al fluir lentamente alrededor de las burbujas de dióxido de carbono, retrase su escape del líquido, quedando retenido por mayor tiempo (Romero et al.(2012)).

Bajas cantidades de proteínas causan fermentaciones lentas, así como deficiencia de aminoácidos disponibles para la levadura durante la fase de fermentación (Analytica EBC (2003)).

### 1.5. *Hidratos de carbono: fibras y polisacáridos en general*

La mayor parte de los hidratos de carbono proviene del almidón, el cual durante el macerado absorbe agua y es degradado por la  $\beta$ -amilasa que actúa sobre los extremos no reductores de la cadena de almidón formando azúcares fermentables. A continuación, la  $\alpha$ -amilasa degradará la amilosa para formar también azúcares reductores y a partir de amilopectina formará maltotriosas y dextrinas. La función principal de los hidratos de carbono es la de ser sustrato de enzimas y levaduras para la producción de alcohol durante la fermentación del mosto. También influyen en la formación de espuma y su estabilidad, ya que, una mayor proporción de polisacáridos en la cerveza favorece que el gas migre hacia el exterior quedando atrapado en la espuma en lugar de disolverse en el seno del líquido.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. *Materiales*

Se utilizaron muestras de malta base en forma de grano entero provistas por proveedores de la localidad de Rosario a los cuales acceden los productores artesanales de cerveza de la zona. Las muestras corresponden a distintas malterías y distintas variedades de cebada. Las mismas se utilizaron en el momento y se guardaron contramuestras refrigeradas y bajo vacío.

### 2.2. *Métodos de ensayo*

Se realizaron los ensayos por triplicado para cada muestra, evaluando estadísticamente los resultados, según la European Brewing Convention (EBC (2008)) y Association of Official Analytical Chemists (AOAC (1990)).

2.2.1. Determinación de Humedad (EBC 4.2): Se pesaron a la décima de miligramo 5 g de muestra molida y estandarizada en un portamuestras. Se llevó a estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5$  durante tres horas. Se dejó enfriar en desecador durante 20 minutos y se pesó. Se continuó hasta peso constante.

2.2.2. Determinación de ceniza (AOAC 923.03): Se pesaron a la décima de miligramo 3-5 g de muestra molida en cápsula de porcelana y se llevó a mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 5 horas, o hasta cenizas blanco grisáceo. Se enfrió en desecador a temperatura ambiente y se pesó hasta peso constante.

2.2.3. Determinación de grasas (AOAC 991.43): Se pesaron a la décima de miligramo 6 g de muestra, se colocó en un cartucho de extracción y se cubrió con un trozo de algodón. Se colocó el cartucho en el equipo Soxhlet y se agregó el hexano requerido. Se extrajo durante 6 horas a una velocidad tal que se produzcan 10 ciclos por hora. Luego se destiló la micela y se secó el residuo en estufa a 103 °C durante 1.5 horas. Finalmente, se pesó el balón más el residuo seco hasta peso constante.

2.2.4. Determinación de proteínas (AOAC 945.18B): Se pesaron a la décima de miligramo 1.4 g de muestra molida, se introdujeron en el balón de digestión de Kjeldhal junto a los catalizadores (0.5 g sulfato de cobre y 10 g de sulfato de potasio), se agregaron 25 ml de ácido sulfúrico 98%. Se calentó hasta que la solución quedara verde-azulado transparente. Se continuó con la digestión por 30 minutos más. Se dejó enfriar. Se diluyó el contenido con 250 ml de agua destilada, se agregaron 70 ml de solución de hidróxido de sodio 40%, se conectó la trampa de vapor y ésta a la unidad de condensación. Se destiló el amoníaco reuniéndolo en una solución de ácido bórico en exceso (3%). Se recolectaron 180 ml de destilado y se valoró con ácido clorhídrico 0.1 N.

2.2.5. Determinación de hidratos de carbono. Se obtuvo el contenido de éstos por diferencia de porcentajes de todos los constituyentes con respecto al cien por ciento.

### 3. RESULTADOS

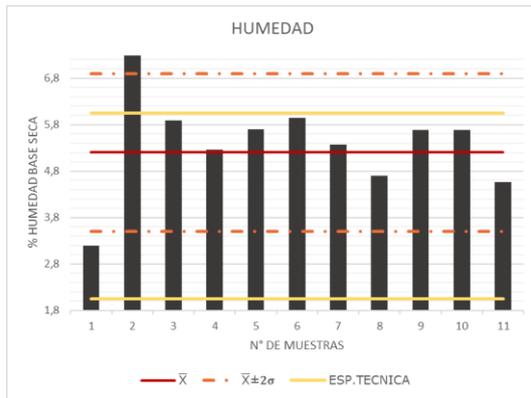
La determinación de los componentes químicos mayoritarios se trabajó estadísticamente, obteniendo el promedio respectivo a cada variable para cada muestra analizada (Ecuación 1). Se calculó el desvío estándar para obtener un intervalo de confianza referido a las muestras en estudio (Ecuación 2).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (1)$$

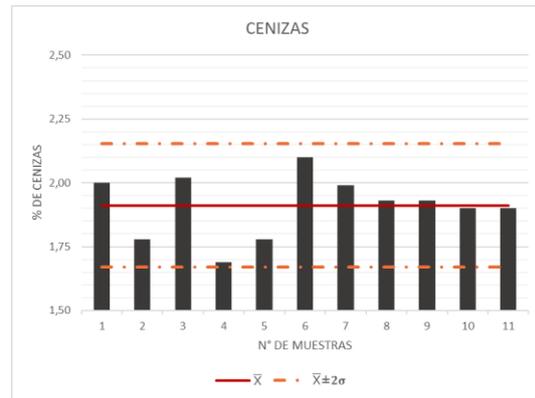
$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (2)$$

Los resultados obtenidos fueron graficados para su rápida interpretación, indicando el promedio de los valores obtenidos junto a límites superior e inferior según la Ecuación 3.

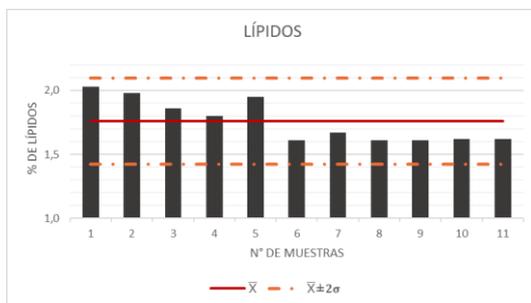
$$[\text{Lím. Sup}; \text{Lím. Inf}] = \bar{X} \pm 2\sigma \quad (3)$$



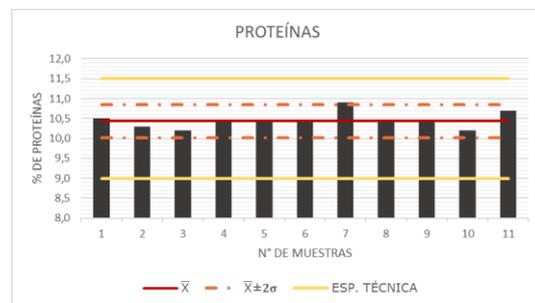
**Figura 2.** Porcentaje de humedad en base seca.



**Figura 3.** Porcentaje de cenizas.



**Figura 4.** Porcentaje de lípidos.



**Figura 5.** Porcentaje de proteínas.



**Figura 6.** Porcentaje de hidratos de carbono.

Los valores promedios de humedad obtenidos para las muestras 1 y 2 se alejan de la media, a pesar de eso, solamente el valor de la muestra 2 fue excluido en el cálculo del promedio y desvío estándar, ya que se halla fuera de la recomendación técnica para el proceso productivo. (2-6 %)

En los valores analizados en proteínas e hidratos de carbono se encontraron muestras que superan los valores esperados según la Ecuación 3, pero ninguna fue eliminada ya que no exceden las recomendaciones técnicas para cada parámetro (recomendación para contenido de proteínas 9-11,5%). El porcentaje en exceso de

hidratos de carbono (muestra 4) es beneficioso y el de proteínas (muestra 7) no llega a ser perjudicial.

La tabla I condensa los resultados obtenidos para todas las muestras analizadas.

**Tabla I** Caracterización Fisicoquímica de Maltas de cebada

<b>Propiedades</b>	<b><math>\bar{X} \pm 2\sigma</math></b>
Humedad base seca	5,15 $\pm$ 0,85
Cenizas	1,91 $\pm$ 0,12
Lípidos	1,76 $\pm$ 0,17
Proteínas	10,44 $\pm$ 0,21
Hidratos de Carbono	81,22 $\pm$ 1,59

#### 4. DISCUSION

El objetivo de este trabajo fue caracterizar fisicoquímicamente las maltas de cebada disponibles para los productores de cerveza artesanal en la localidad de Rosario. En función a lo que muestran los resultados se ve que la mayoría de las muestras verifican los valores referidos por otros autores en distintas publicaciones (Arriola y La Spina (2017); Arias (1991))

Como se mencionara anteriormente, en la figura 2 se observa el desvío de la muestra 2 en el contenido de humedad, quedando fuera del rango de especificación técnica, por lo cual se desestimó en el cálculo de caracterización de las maltas, ya que, un aumento en el contenido de humedad impacta directamente en una disminución del extracto potencial, por ende, en el rendimiento sobre la producción de cerveza.

La figura 3 y la figura 4 muestran un comportamiento promedio de todas las muestras en el contenido de cenizas y de lípidos, respectivamente. La muestra 6, dentro de la figura 3, presenta un mayor contenido de sustancias inorgánicas que las restantes, lo que favorecería la eficiencia del proceso de extracción durante la maceración y las reacciones enzimáticas, además afectaría positivamente la formación de espumas. Por otro lado, la muestra 1, en la figura 4, tiene el máximo porcentaje de lípidos entre todas, no obstante no sería suficiente para producir un efecto negativo en cuanto a la aparición de sabores rancios o a la desestabilización de la espuma a causa del contenido de los mismos.

Respecto al porcentaje de hidratos de carbono representados en la figura 6, se puede ver que la muestra 4 se encuentra por encima del límite superior, pero dentro de los valores recomendados para el proceso productivo. Un mayor contenido de hidratos de carbono otorgaría mayor cantidad de azúcares disponibles para la fermentación, por lo cual se tuvo en cuenta en los cálculos.

La figura 5 muestra la caracterización en proteínas. En ella la muestra 7 presentó el valor más alto pero se encuentra dentro de los valores recomendados para la producción según especificación técnica, por lo que no se esperarían efectos

adversos en el producto final. Es sabido que, un alto contenido de proteína provoca largos periodos de germinación en la malta, disminuye el extracto potencial y aporta turbidez en la cerveza terminada. Además, ocasiona problemas durante el filtrado, debido al aumento de proteínas solubles de alto peso molecular en el mosto. Esto es debido, principalmente, a péptidos no degradados durante el malteo que se unen a otros componentes que además confieren amargor a la cerveza como los iso- $\alpha$ -ácidos (Callejo (2002); Hughes (1999); Hughes y Wilde (1997)).

El nivel de aminoácidos libres influirá también en qué medida la levadura generará ésteres afectando el sabor logrado de la cerveza (Bamforth (2003)).

Por lo expuesto, se muestra que no existe una dispersión significativa para cada variable evaluada en los distintos ensayos, a pesar de tratarse de distintas malterías y distintas variedades de cebada. Se sugiere realizar un estudio más detallado de la composición de hidratos de carbono y proteínas en los extractos obtenidos para verificar si existe variación en el tipo o tamaño molecular de esas estructuras.

## **5. CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta la discusión y los resultados presentados se concluye que, aun tratándose de muestras procesadas en distintas malterías y siendo originadas a partir de variedades diversas de cebada, no se observan variaciones significativas en cuanto a la composición del grano de malta. (proteínas 10,44 g/100g  $\pm$  0,21; hidratos de carbono 81,22 g/100g  $\pm$  1,59; cenizas 1,91 g/100g  $\pm$  0,12; humedad base seca 5,15 g/100g  $\pm$  0,85; lípidos 1,76 g/100g  $\pm$  0,17).

La caracterización presentada en el resumen es coincidente con lo informado por otros autores en referencia a otras maltas.

Por lo tanto, es necesario disponer de información con mayor grado de detalle para generar una base de compromiso que permita tomar una decisión al momento de adquirir la materia prima "malta".

## **RECONOCIMIENTO**

Nuestro agradecimiento al CIDTA por brindarnos el soporte e infraestructura, a quienes nos proveen las muestras y a todos los integrantes del Proyecto por su colaboración y guía a lo largo de este trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- EBC. (2003). European Brewery Committee Analytical. Nürnberg. EBC.
- EBC. (2008). European Brewery Convention. Nürnberg. EBC.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. California. The Association
- Arias, G. (1991). Calidad Industrial de la Cebada Cervecera. Montevideo. INIA
- Arriola, A., La Spina, B. (2017). Producción de Malta Cervecera. San Rafael. Universidad Nacional de Cuyo.

- Bamforth, C., Kanauchi, M. (2003). Interactions between polypeptides derived from barley and other beer components in model systems. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 83, 1045-1050.
- Callejo, Gonzales M. J. (2002). *Industria de cereales y derivados*. En: Colección tecnología de alimentos. Zaragoza. AMV Ediciones.
- D'Ortona K., Bertune, S., Alfonso M. (2018). Condiciones de obtención de extractos de maltas que cumplan la especificación técnica. *JIT 2018* (págs. 1-3). Rafaela. U.T.N.
- Hart, F. Fisher, H. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza. Acribia
- Hughes, P. S., Wilde, P. J. (1997). New techniques for evaluation of interaction in beer foams. *European Brewery Convention* (págs. 525-534) Maastricht. Congree Maastricht.
- Hughes, P. (1999). Hydrophobic interactions and their significance for beer foam quality. *European Brewery Convention Beer Symposium* (págs. 158-163). Amsterdam. EBC.
- Kunze, W. (2006). *Tecnología para cerveceros y malteros*. Berlín. VLB Berlín.
- Martinet R, Ortega M; Behr C; Campetelli G. (2018) Optimización del tiempo de molienda para la obtención de extractos de malta que cumplan con el valor referencial de calidad. VII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Córdoba. MINCyT de Córdoba.
- Martinet R; Ortega M; Behr C; Campetelli G., D'Ortona K, Bertune S, Alfonso M. (2018). Estudio Comparativo de la molienda de maltas efectuada en distintos molinos. 1º Congreso Latinoamericano de Ingeniería de Procesos y Productos y 3º Congreso de Ingeniería de Procesos y Productos. (págs. 50-56) Resistencia. U.T.N.
- Meshehdani, T., Pokorny, J., Daviek, J. (1990). Interactions of oxidized lipids with proteins. Effect of the protein on the decomposition of products of the lipoxygenase-catalyzed oxidation in oilseeds. Part 17. En: *Molecular Nutrition and food research*. Weinheim. Wiley-VCH.
- Romero, C., Benitez, E. L. (2012). ¿A qué se debe la formación y estabilidad de la espuma en la cerveza? Estudio en cervezas regionales del nordeste argentino. II jornadas de investigación en ingeniería del NEA y países limítrofes. Resistencia. U.T.N.