

## Fermentación aparente en mezclas de maltas de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) para uso como mosto cervecero

Ambriz-Vidal, T.N.<sup>a</sup>, López-Perea, P.<sup>a\*</sup>; Mariezcurrena-Berasain, M.D.<sup>a</sup>;  
Mariezcurrena-Berasain, M.A.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, engovi17@hotmail.com, plopezp@uaemex.mx, nekkane16@hotmail.com

<sup>b</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, maria\_mariezcurrena@hotmail.com

### RESUMEN

La malta de cebada ha sido tradicionalmente el grano de elección de la industria cervecera, sin embargo económicamente no siempre es viable para la producción de cerveza usar 100% malta de cebada. En estudios recientes se ha encontrado que algunas líneas de triticale poseen altos niveles de actividad amilolítica que pueden ser usadas para la sacarificación, también contiene enzimas proteolíticas que son importantes para la degradación del grano. Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial del poder de fermentación en mezclas de triticale con cebada para la producción de mostos cerveceros; para lo cual se contó con 10 líneas de triticale proporcionadas por el CIMMyT, a las que se le realizó un análisis proximal en donde solo se seleccionaron 4 de esas líneas; posteriormente se determinó la calidad maltera en esas 4 líneas; seleccionando nuevamente las 2 mejores líneas; se realizó una microscopía electrónica de barrido (SEM) en 350x, se realizaron mezclas (100/0, 80/20, 70/30, 50/50, 30/70, 0/100) de malta de triticale en conjunto con malta de cebada para saber cuál tenía mejor fermentación. La metodología que se utilizó fue ASBC y EBC. De acuerdo a los resultados de calidad maltera presentan una calidad media, que es comparable con algunas variedades de cebada maltera mexicana, en las micrografías obtenidas de SEM se observó que la capa de aleurona donde se desarrollan los sistemas enzimáticos es de mayor tamaño en triticale que la de cebada maltera. En cuanto a fermentación en las mezclas el AAL va de 72% a 85% de forma que los azúcares obtenidos si son fermentables y aprovechados por la levadura por lo tanto la fermentación presente demuestra que no hay diferencia en usar malta de triticale o cebada; concluyendo que las líneas de triticale usadas en esta investigación, son una alternativa para la elaboración de mostos cerveceros debido al contenido de azúcares fermentables presentes.

**Palabras clave:** triticale, malta, fermentación

### INTRODUCCIÓN

Actualmente la sustitución de diversos cereales no malteados como maíz, trigo y arroz en los procesos de cervecería se ha convertido en un procedimiento estándar, debido a que no es viable producir 100% malta de cebada; se estima que pueden combinarse la malta y los adjuntos hasta un 90% (Ande *et al.*, 1998; Bamforth, 1999). A pesar del indiscutible papel económico que juega la utilización de los adjuntos (Aastrup and Hannemann, 1999; Canales, 1979; Lloyd, 1986), la calidad de la cerveza está basada sobre la composición del mosto no en el precio de este. Por lo tanto los cerveceros necesitan estar seguros que el mosto preparado a partir de mezclas de grits, de malta de cebada y de diferentes cereales adjuntos no disminuyen los tradicionales estándares de alta calidad.

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack) representa una tecnología en la cual existe un desconocimiento y poca difusión de las bondades y usos. Este cereal muestra prometedoras propiedades cerveceras ya que las características importantes de este cereal es que posee sus propias enzimas para degradar el almidón, que considerablemente disminuyen costo, por lo cual no es necesaria la aplicación de enzimas exógenas. Algunas líneas de triticale poseen altos niveles de actividad amilolítica que pueden ser usadas para la sacarificación de otras materias primas. También contiene enzimas proteolíticas que son importantes para la degradación del grano (Lloyd, 1986). En combinación con bajo rango de gelatinización del almidón (53 a 64 °C), el triticale podría ser usado en el macerado con los intervalos usados para la malta de cebada. Actualmente el grano de triticale es utilizado en mezclas de harina de trigo sin gluten fuerte, en la elaboración de diferentes tipos de panes, pero la manera empírica el uso que se le da a nivel productor es semejante al trigo. Otra parte del triticale producido se utiliza a nivel industrial como ingrediente en la elaboración de alimentos balanceados, principalmente para bovinos para producción de carne y leche, ovinos, cerdos y aves (Santoyo y Quiroz, 2010).

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 10 líneas de triticale proporcionadas por el Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT), sembradas en el municipio de Polotitlán, Estado de México, en el ciclo verano 2013.; las cuales cuentan con un pedigree establecido, que para efectos de identificación se utilizó una abreviatura como lo muestra el cuadro 1 .

**Cuadro 1.** Pedigree de las 10 líneas de triticale utilizadas para esta investigación

Línea	PEDIGREE
PM-1	BAT*2/BCN//CAAL3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1
PM-2	BW32-1/CENT.SARDEV7/LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/MANATI_1/8/MERINO/JLO//REH/3/HARE_267/4/ARDI_4/5/ PTR/CSTO//BGLT/3/RHINO_4-1/4/HARE_7265/YOGUI_3/6/BULL_10/MANATI_1
PM-3	SN64/EER/3/ERIZO_15/FAHAD_3//POLLMER_2.1/5/PRESTO//2*TESMO_1/MUSX 603/4/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/3/SUSI_2
PM-4	FD-693/2*FAHAD_4//POLLMER_4/3/POLLMER_2.1/4/FARAS/CMH84.4414/6/RHINO_3/BULL_1- 1/5/CMH77.1135/CMH77A.1165//2*YOGUI_1/3/IBEX/4/JLO 97/CIVET
PM-5	POPP1_2//TAHARA/4/DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9
PM-6	POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414/4/DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9
PM-7	POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414/5/BANT_4//HARE_7265/YOGUI_1/3/SUSI_2/4/MASSA/NIMIR_3/3/ YOGUI_1/TARASCA 87_3//HARE_212
PM-8	POLLMER_3.5.1//ERIZO_15/FAHAD_3/3/POPP1_1/4/POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414
PM-9	GAUR_2/HARE_3//JLO 97/CIVET/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/150.83//2*TESMO_1/MUSX 603/7/POPP1_1/8/BULL_10/MANATI_1*2//FARAS/CMH84.4414
PM-10	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/MANATI_1*2/7/TUKURU

## Calidad maltera de triticale

Para determinar la calidad de la malta de triticale que se obtuvo, se determinó humedad al término del secado empleando el método 935.29 de la AOAC (2000); extracto de malta (Figuerola, 1985; Método 935.30 AOAC, 2000; Método 4.5.1 EBC, 2003); poder diastásico bajo condiciones estandarizadas. La cantidad de azúcares reductores formados por la acción amilolítica será estimada por yodometría; empleando el Barley Method 8 ASBC, 2004; viscosidad del mosto empleando un viscosímetro de Ostwald bajo el método 4.8 de la EBC (2003), y nitrógeno total en malta y soluble en mosto por el método de Kjeldahl empleando un equipo de micro-Kjeldahl. Las muestras de malta y mosto (Método 4.3.1 y 4.9.1 EBC, 2003).

## Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Tres granos de cada una de las líneas fueron fracturados con un punzón obteniéndose el grano en dos partes. Se colocaron en una placa de aluminio de 5 cm x 5 cm x 4 cm. Se observaron por medio del Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) Philips model XL30 (Gaytán *et al.*, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

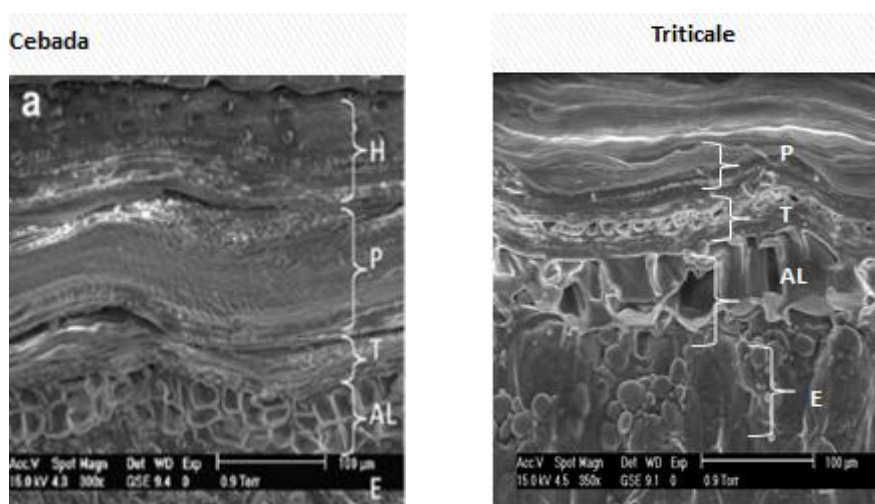
En el cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos del perfil de calidad maltera en las cuatro líneas previamente seleccionadas con el análisis proximal en donde se muestra una gravedad específica de 1.04g/ml que es similar a lo reportado por Domínguez en 2015 (1.03g/ml – 1.04g/ml); en cuanto a grados plato están por encima 10.63 – 11.85 de lo reportado por Domínguez en 2015 (8.3 – 9.13), con respecto a viscosidad los valores obtenidos que son de 2.05cp - 2.06cp similares a lo reportado por Olgica, *et al.*, 2007(1.87cp – 2.01cp), y por lo reportado por Glatthar *et al* 2005(1.78cp – 2.38cp); si bien algunos resultados difieren de la literatura, los parámetros que se tienen para calidad maltera nacional entran dentro de calidad aceptable, resultados que sirvieron para seleccionar nuevamente las dos mejores líneas con calidad maltera que fueron PM-1 y PM-3,

**Cuadro 2.** Análisis estadístico de calidad maltera en mosto de triticales

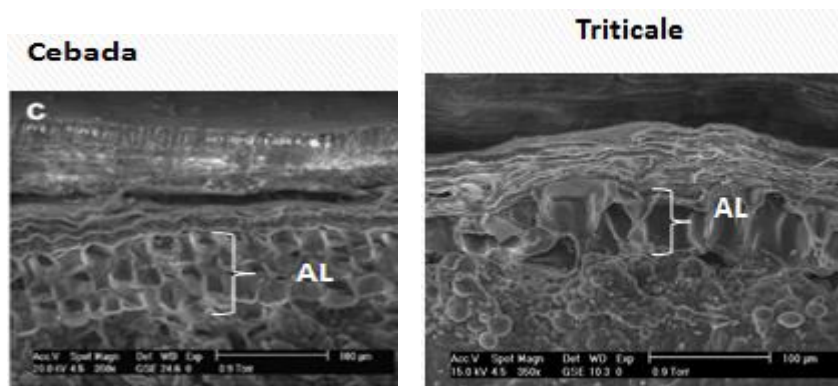
LÍNEA	GRAVEDAD ESPECÍFICA A 20°C	°p	%H	%E	VISCOSIDAD	PD
PM-1	1.040 <sup>a</sup>	11.85±0.06 <sup>a</sup>	8.19±0.07 <sup>a</sup>	118.38±0.86 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>	190.18±13.69 <sup>a</sup>
PM-3	1.040 <sup>c</sup>	10.96±0.01 <sup>c</sup>	8.39±0.06 <sup>a</sup>	108.68±0.19 <sup>c</sup>	2.05 <sup>c</sup>	168.98±16.56 <sup>a</sup>
PM-6	1.040 <sup>b</sup>	11.17±0.00 <sup>b</sup>	8.13±0.14 <sup>a</sup>	110.70±0.27 <sup>b</sup>	2.05 <sup>b</sup>	72.48±13.74 <sup>b</sup>
PM-8	1.040 <sup>d</sup>	10.63±0.01 <sup>d</sup>	7.50±0.02 <sup>b</sup>	103.85±0.06 <sup>d</sup>	2.05 <sup>d</sup>	145.97±14.12 <sup>a</sup>

± Desviación estándar  
Diferentes letras, muestran diferencia significativa entre muestras

En las siguientes microscopías se muestra el tamaño de la capa de aleurona del grano de triticales en comparación con la capa de aleurona de cebada, en donde se puede apreciar que es de mayor tamaño la capa del triticales (99.56 - 73.59µm), de tal forma que las líneas investigadas cuentan con propiedades similares a las de cebada para poder ser un cereal malteado.



**Figura 1.** Micrografías del grano de cebada maltera y grano de triticales; endospermo (E), aleurona (AL), testa (T), pericarpio (P), cascarilla (H).



**Figura 2.** Micrografías del grano de cebada forrajera y grano de triticale; aleurona (AL).

En el cuadro 4 se muestra las mezclas realizadas a partir de malta de las líneas PM-1 y PM-3 de triticale y malta de cebada comercial, las cuales obtuvieron un % de AAL que va de 73.84% - 83.78% resultados que están por encima de lo reportado por Grujic *et al*, 2009(63.09% - 73.12%) y similares a lo reportado por Olgica *et. al*. 2007(71.28% - 83.45%) mismos resultados que demuestran que no hay diferencias significativas en utilizar malta obtenido en las mezclas de triticale y cebada el cual como se puede observar es por encima del 70% los que sugiere que gran parte de los azúcares obtenidos si son fermentados por la levadura.

**Cuadro 3.** Grado de fermentación (%) en el mosto de malta de triticale, malta de cebada y mezclas de ambas.

Muestra	% triticale	% cebada	AAL
PM-1	100	0	72.230.15b
PM-1	80	20	76.61±9.37a
PM-1	70	30	78.00±2.12a
PM-1	50	50	79.90±1.77a
PM-1	30	70	81.28±2.17a
PM-3	100	0	72.631.14b
PM-3	80	20	73.84±1.02a
PM-3	70	30	78.95±1.08a
PM-3	50	50	79.61±0.49a
PM-3	30	70	83.79±1.74a
Cebada	0	100	77.070.15ab

La letra dentro de la misma columna indica que no hay diferencias estadísticas significativas a  $p > 0.05$

± Desviación estándar

## CONCLUSIONES

De acuerdo a este trabajo de investigación se sugiere utilizar la línea PM-1 para la elaboración de malta para sustituirla total o parcialmente con malta de cebada para la elaboración de mosto cervecero debido a que es la mejor línea en cuanto a, calidad maltera y fermentación aparente debido al contenido de azúcares fermentables presentes.

## REFERENCIAS

1. Aastrup, S., and Hannemann, W. 1999. Cost effective choice of raw materials for beer. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* 36:195-197.
2. Ande, A., Pieper, H. J., and Senn, T. 1998. Production of glucose syrup by direct saccharification from triticale with high amylolytic activity. *Starch* 50:518-523
3. Analytica EBC. European Brewery Convention. 2003. Published by Fachverlag Hand Carl Nürnberg. Germany.
4. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15 Th Edition). Vol. II. Edited by Kenneth Helrich.
5. ASBC Methods of Analysis. American Society of Brewing Chemists. 2004. Vol. I. St. Paul, MN. USA.
6. Bamforth, C. W. (1999). Beerhaze. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 57:81-90
7. Canales, A. M. (1979). Unmalted grains in brewing. In: *Brewing Science*. J. R. A. Pollock, Ed. Academic Press, London. Vol. 1, Pp. 233-278
8. Darvey, N. L., Naeem, H., and Gustafson, J. P. 2000. Triticale: Production and utilization. In: *Handbook of Cereal Science and Technology*, 2nd ed. K. Kulp and J. G. Ponte, Eds. Marcel Dekker, New York, pp. 257-274
9. Dewar, J., Taylor, J. R. N. and Berjak, P. 1997. Determination of improved steeping conditions for sorghum malting. *J. Cereal Sc.* 26: 129-136.
10. Figueroa, J. D. C. 1985. Métodos para evaluar la calidad maltera en cebada. Ed. SARH INIA. México. p. 13-61.
11. Figueroa, J. D. C., Madson, M. A. and D'Appolonia, B. L. 1989. The malting and brewing quality of crosses of barley anthocyanogen-free mutants. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 47 (2): 44-48.
12. JMP by SAS, Statistical Analysis System. 2006. User's Guide Version 5.3, SAS Institute Inc. Cary, NC. 2006.
13. Glatthar, J., Heinisch, J. and Senn, T. 2002. A Study on the Suitability of Unmalted Triticale as a Brewing Adjunct. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 60(4):181-187
14. Lloyd, W. J. W. (1986). Centenary review: Adjuncts. *J. Inst. Brew.* 92:336-345
15. López-Perea, P., Figueroa, J. D. C., Sevilla, P. E., Roman, G. A., Reynoso, R. and Martinez, P. R. 2008. Changes in barley kernel hardness and malting quality by microwave irradiation. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 66(4):203-207.
16. Megazyme, McCleary Method. 2006. Megazyme International Ireland Ltd. Bray business Park, Bray, Co. Wicklow, Ireland.
17. Molina-Cano, J. L., Sopena, A., Polo, J. P., Bergareche, C., Moraleja, M. A., Swanston, J. S. and Glidewell, S. M. 2002. Relationships between barley hordeins and malting quality in a mutant of cv. Triumph. II. Genetic and environmental effects on water uptake. *J. Cereal Sc.* 36:39-50.

18. NMX-FF-043-SCFI-2003. Norma Mexicana Productos alimenticios no industrializados para consumo humano -cereal- cebada maltera (*Hordeum vulgare L.* y *Hordeum distichum L.*). Especificaciones y métodos de prueba. Distrito Federal, México.
19. Pomeranz, Y., Burkhart, B. A. and Moon, L. C. 1970. Triticale in malting and brewing. Proc. Am. Soc. Brew. Chem. 40-4
20. Pomeranz, Y. 1971. Functional characteristics of triticale a man-made cereal. Wallerstein Lab. Commun. 34(115):175-186
21. Ruíz, Y. S. 2006. Tesis: Elaboración y evaluación de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (*Hordeum vulgare L.*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México. pp. 45-48.
22. Santoyo, C. M., y Quiroz, M. J. (2010). Guía para el cultivo de cereales en el Estado de México. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. SEDAGRO. Metepec, Edo. de México. Pp. 10.