

Antonela Gil
Marta Miravalles
Federico Moreyra
Verónica Conti

La ingeniera agrónoma Gil es reciente egresada de la UNS. La ingeniera agrónoma Miravalles es docente del Departamento de Agronomía de la UNS. Los ingenieros agrónomos Moreyra (*Magister Scientiae* en Producción Vegetal) y Conti (doctora en Agronomía) son técnicos de la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave del INTA.
Contacto: antonela.gil@hotmail.com

Calidad industrial de la cebada cervecera: impacto de la fecha de siembra

Entre otras importantes decisiones de manejo que afectan el rendimiento del cultivo de cebada, la elección de la fecha de siembra tiene un impacto decisivo sobre la calidad comercial e industrial del grano, que atañen a la cadena de la cebada y la malta con destino a la elaboración de cerveza.

La cebada es un cereal invernal muy difundido a nivel mundial, dada su amplia adaptación agroclimática y su aptitud para fines diversos, entre los que se incluyen la alimentación humana y animal, y la elaboración de malta para cerveza. Históricamente, la Argentina ha sido productora de cebada de tipo cervecera, con un 90% del área sembrada con variedades de aptitud maltera.

La elección de la fecha de siembra determina en gran medida la calidad del grano de cebada y malta producida. Dentro de la región pampeana, las siembras de cebada abarcan por lo general los meses de mayo a agosto. La elección se basa en primera instancia, en posicionar el período crítico para la definición del rendimiento (alrededor de la floración) en una época del año con baja frecuencia de ocurrencia de heladas. El riesgo de heladas disminuye confor-

me se retrasa la fecha de siembra, pero tal decisión se traduce en un acortamiento de la etapa comprendida entre siembra y floración, lo que determina una disminución de la biomasa acumulada.

Un atraso en la fecha de siembra expone además al cultivo a temperaturas elevadas, que reducen la duración del llenado de granos debido a que la suma térmica necesaria para concretar este período se cumple en menor tiempo. Todo esto repercute negativamente en el calibre del grano de cebada con destino a maltería (menos almidón), evidenciándose un menor porcentaje de granos retenidos sobre la zaranda de 2,5 mm. La proteína del grano también disminuye, pero lo hace en menor proporción que el almidón, elevándose así el porcentaje proteico. Altos niveles de proteína dificultan la liberación del gránulo de almidón de la matriz proteica durante el proceso de malteo, lo

que representa pérdida de extracto y perjuicios para la estabilidad del aroma, sabor y coloides de la cerveza. Una malta de buena calidad es aquella que posee alto rendimiento de extracto, aspecto que está íntimamente relacionado con la cantidad de cerveza que será posible elaborar a partir de la misma, alto nivel de enzimas amilolíticas (alfa y beta amilasas), elevada fermentabilidad del mosto y cantidad adecuada de aminoácidos en solución para la alimentación de las levaduras en la cervecería.

Experiencia sobre épocas de siembra en el sudoeste bonaerense

Durante 2012 se realizó un estudio en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Bordenave del INTA, en el que se analizaron los cambios que experimenta la calidad industrial de la malta conforme se atrasa la fecha de siembra

de la cebada. Para ello se sembraron siete variedades comerciales de cebada (Andreia, MP1012, Scarlett, Shakira, Ivanka INTA, INTA 7302 y Josefina INTA), en cuatro fechas distanciadas veinte días entre sí: 27 de junio, 17 de julio, 6 y 27 de agosto. Con posterioridad a la cosecha, se realizó el micromalteo de las muestras para la obtención de malta a partir de grano de cebada (Figura 1), y los correspondientes análisis de calidad sobre la malta resultante. Estos incluyeron la determinación de friabilidad (%), rendimiento de extracto (%) (Figura 2), índice de Hartong (Vz 45 °C), tiempo de sacarificación (min) (Figura 3) y tiempo de filtración (min). Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Calidad de Cebadas y Maltas de la EEA Bordenave del INTA.

Ni muy temprano ni muy tarde

Los resultados de este estudio revelan la ocurrencia de alteraciones significativas en la mayoría de las variables de calidad de malta frente a cambios en la fecha de siembra de la cebada (Tablas 1 y 2). De las cuatro fechas evaluadas, solo en la segunda y tercera (17 de julio y 6 de agosto, respectivamente), se midieron niveles de calidad que respondieron satisfactoriamente a los requerimientos impuestos por las industrias maltera y cervecera (Tabla 3), en tanto que la menos favorable fue la fecha más tardía (27 de agosto).

Como era de esperar, la friabilidad de la malta, atributo que refleja el grado de modificación física de los granos durante el malteo, estuvo inversamente asociada a la proteína del grano y positivamente relacionada con el rendimiento en cada fecha (Tablas 1 y 2). De esta forma, en la segunda y tercera fechas, donde las mejores condiciones hídricas prevalentes durante la emergencia y macollaje determinaron rendimientos por encima de los 4000 kg ha⁻¹ y niveles de proteína entre el 11,3% y 12%, la friabilidad superó el límite mínimo del 80% requerido por la industria (Tablas 1 y 4). Similares resultados se observaron con los niveles de extracto (Tablas 1 y 4), variable que refleja el total de sustancias solubles en el mosto obtenido a partir de una maceración que alcanza los 70 °C (denominado "mosto Congreso").

En lo que respecta al índice de Hartong, utilizado como un indicador de la actividad proteo y citolítica desarrollada en una maceración a 45 °C (mosto Hartong), todas las fechas ensayadas presentaron un índice por encima del mínimo de 40 requerido por la European Brewery Convention (EBC), valor que asegura una cantidad satisfactoria de enzimas proteasas y β-glucanasas en la malta (Tablas 1 y 4). Si bien no se encontraron diferencias significativas entre las tres



Figura 1. Micromalteo



Figura 2. Rendimiento de extracto



Figura 3. Tiempo de sacarificación

Tabla 1. Valores medios y coeficiente de variación de friabilidad (%), extracto (%) e Índice de Hartong (Vz 45 °C) de la malta para cuatro épocas de siembra de cebada (n=7) en la EEA Bordenave.

Fecha de siembra	Variable								
	Friabilidad (%)			Extracto (%)			Índice de Hartong (Vz 45 °C)		
	Media	cv		Media	cv		Media	cv	
27 junio	77	c	13,0	79	b	1,6	42	b	15,8
17 julio	86	a	12,3	80	a	1,2	43	b	15,9
6 agosto	81	b	12,9	80	a	1,6	44	b	11,9
27 agosto	75	d	12,7	79	b	1,8	49	a	10,4

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05)

Tabla 2. Valores medios de rendimiento (kg ha⁻¹) y proteína (%) de la cebada para cuatro épocas de siembra (n=28) en la EEA Bordenave.

Fecha de siembra	Variable	
	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Proteína (%)
	Media	Media
27 junio	3495 b	13,1 a
17 julio	5058 a	11,3 c
6 agosto	4098 b	12,0 b
27 agosto	2105 c	13,3 a

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

primeras fechas de siembra, dicha variable experimentó un incremento del orden del 6% en la fecha más tardía, lo que sugiere un aumento en la actividad enzimática desarrollada sobre el mosto Hartong.

Conforme se atrasó la fecha de siembra, más variedades alcanzaron un tiempo de sacarificación óptimo (5-10 min), lo que refleja una mejora en la velocidad de conversión del almidón a dextrinas y azúcares simples (Tabla 3). A nivel de la industria cervecera, es deseable que el tiempo de sacarificación de la malta sea corto, reduciendo el tiempo de maceración y aumentando la eficiencia productiva.

En cuanto al tiempo de filtración, los mejores resultados se obtuvieron en la fecha de siembra más temprana, donde todas las variedades arrojaron valores inferiores a 60 min (Tabla 3). En las fechas subsiguientes,

solo entre un 71 y un 86 % de las muestras presentaron valores de filtración menores a 60 min. Según la bibliografía, una filtración menor a una hora puede considerarse como normal para fines industriales, siendo este el tiempo de referencia tenido en cuenta en el estudio. Tiempos de filtración elevados reflejan problemas derivados de una modificación insuficiente del endosperma o la presencia de cadenas de β-glucanos parcialmente degradadas, ambos fenómenos observados con frecuencia en maltas obtenidas a partir de cebadas de siembras tardías.

Conclusiones

- La fecha de siembra tuvo un impacto significativo sobre la mayoría de los atributos de calidad de malta analizados para este grupo de cultivares de cebada sembrados en Bordenave durante 2012.

- Las fechas de siembra de mediados de julio y principios de agosto, en las que los rendimientos de cebada fueron mayores y el contenido proteico de los granos se ubicó entre el 10 y el 12%, arrojaron los valores más altos de friabilidad y de extracto de malta.
- En contraposición, en las fechas de siembra extremas, tempranas o tardías., la malta presentó una calidad inferior, que estuvo asociada con menores rendimientos de cebada y elevados niveles proteicos en el grano. Estos resultados podrían estar relacionados con la baja disponibilidad hídrica durante la implantación y el macollaje en la siembra más temprana, y con un acortamiento del ciclo del cultivo y la ocurrencia de altas temperaturas durante el llenado de granos en el caso de la siembra más tardía.

Tabla 3. Cantidad de muestras en cada rango de tiempo de sacarificación (min) y tiempo de filtración (min) para cuatro épocas de siembra de cebada en la EEA Bordenave.

Fecha de siembra	Variable				
	Tiempo de sacarificación (min)			Tiempo de filtración (min)	
	Rango			Rango	
	5 - 10	10 - 15	15 - 20	< 60	> 60
27 junio	2	4	1	7	0
17 julio	3	2	2	5	2
6 agosto	4	1	2	6	1
27 agosto	7	0	0	6	1

Tabla 4. Valores de referencia exigidos por las industrias maltera y cervecera para distintos parámetros de calidad de malta.

Variable	Valores requeridos por la industria
Friabilidad (%)	> 80
Extracto (%)	> 80
Índice de Hartong (Vz 45 °C)	> 40
Tiempo de sacarificación (min)	5 - 10
Tiempo de filtración (min)	< 60

Bibliografía

- Abeledo, L. G., Alzueta, I. & Miralles, D. J. (2011). Manejo de la fecha de siembra y la densidad. En D. J. Miralles, Benech-Arnold, R. L. & Abeledo, L. G. (Eds.), *Cebada cervecera* (p. 63-90). Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.
- European Brewery Convention. (1998). *Analytica – EBC*. Published by VERLAG HANS CARL Getränke – Fachverlag, 5th edition.
- European Brewery Convention Analysis Committee. (1998). *Analytica-EBC 5th edition*. Nurnberg: Hans Carl.
- Gil, A. (2015). Estudio de los efectos de la fecha de siembra sobre la calidad industrial de la cebada con destino a la industria maltera (Trabajo de Intensificación de Grado en Ingeniería Agronómica). Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Moreyra, F. (2006). Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y calidad comercial de genotipos de cebada cervecera (Trabajo de Intensificación de Grado en Ingeniería Agronómica). Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- O'Donovan, J. T., Turkington, T. K., Edney, M., Smith, E. G, Harker, K. N., Beres, B. L., Clayton, G. W., Brandt, S. A., Johnson, E. N., Lafond, G. P., May, W. E., Grant, C. A., McKenzie, R., Juskiw, P. E., Kadeta, Y., Stonehouse, K. & Chapman, B. (2013). Varietal and agronomic impacts on malting barley yield and quality. *FarmTech Conference Proceedings*. Recuperado de: <http://farmtechconference.com/wp-content/uploads/2013/01/John-ODonovan-FarmTech2013.pdf>
- Savin, R. & Aguinaga, A. (2011). Los requerimientos de la industria: calidad comercial e industrial y sus determinantes. En D. J. Miralles, Benech-Arnold, R. L. & Abeledo, L. G. (Eds.), *Cebada cervecera* (p. 207-241). Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.