

# INVESTIGACIONES DE CEBADA EN CHILE. II. VARIABILIDAD DEL MALLAJE EN CULTIVARES DE CEBADA<sup>1</sup>

## Barley research in Chile. II. Grain plumpness variability in barley cultivars

Edmundo Beratto M.<sup>2</sup>

### SUMMARY

A study was conducted from 1979 to 1981 to determine grain plumpness (over 2.5 mm sieve) variability in barley cultivars in Chile. One thousand and seventy eight two-row and six-row spring and winter barley cultivars, with hulled grains, were studied. These cultivars represented a broad range, used in malting, human consumption and animal feeding. Main conclusions were:

- a. Barley mechanical selection for grain size increased annual average grain plumpness values, mainly in two-row and six-row winter varieties.
- b. Two-row winter varieties showed higher average plumpness values than six-row winter varieties, but this difference decreased from 1979 to 1981.
- c. Two-row spring varieties also showed higher average plumpness values than six-row spring varieties.
- d. The lower grain plumpness values were obtained at the La Platina Experiment Station (Santiago), due to management and diseases problems.

### INTRODUCCION

El tamaño y la uniformidad del grano de cebada destinada a la elaboración de malta y cerveza son características muy importantes en este cereal. De aquí que la clasificación por calibre de los granos, conocida en Chile como mallaje, sea una determinación de tanto uso y valor en la comercialización de la cebada utilizada como materia prima en la industria maltera y cervecera.

Una buena malta puede ser obtenida a partir de una cebada con calidad maltera, que previamente ha sido limpiada y clasificada. El primer proceso asegura una eliminación de todas las materias extrañas a la cebada, garantizando su pureza. Por otro lado, la clasificación permite subdividir una masa de granos en fracciones comparativamente uniformes en tamaño y grosor (Schuster, 1962).

El mallaje influye en la uniformidad de la germinación, favoreciendo una igual y simultánea absorción de agua por el grano, y también en el proceso de malteado, determinando la calidad y rendimiento de extracto de malta, que a su vez incide en el rendimiento de cerveza (Romero, 1965).

El objetivo de este estudio es determinar los valores de mallaje, sobre la criba de 2,5 mm, que tienen los diferentes cultivares de cebada, ya sean de invierno o primavera y de dos o seis hileras. Simultáneamente, se establecen los rangos de variación que tienen los diferentes tipos de cebada y las fluctuaciones que experimenta esta variable, cuando las cebadas se cultivan desde Santiago (33° 27' lat. S), por el norte, a Temuco (38° 40' lat. S), por el sur.

### MATERIALES Y METODOS

Entre los años 1979 a 1981, se estudió el mallaje de un total de mil setenta y ocho cultivares de cebada, distribuidos en 702 y 206 cebadas de primavera de grano cubierto, de dos y seis hileras, respectivamente, y 72 y 97 cebadas de invierno de grano cubierto, de dos y seis hileras, respectivamente. Los cultivares estudiados incluyen tanto cebadas para elaboración de

<sup>1</sup> Recepción de originales: 10 de mayo de 1984.

<sup>2</sup> Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

malta, como para alimentación humana y animal y provienen de ensayos de rendimiento preliminares y principales realizados en las estaciones experimentales La Platina (Santiago, Región Metropolitana, 33° 27' lat. S), Quilamapu (Chillán, VIII Región, 36° 36' lat.S) y Carillanca (Temuco, IX Región, 38° 40' lat.S).

Para la determinación de mallaje se utilizó el clasificador vibrante VLB, según las normas del EBC (European Brewery Convention). Este aparato consta de tres tamices, con anchos de orificio de 2,2; 2,5 y 2,8 mm, fresados con una precisión de  $\pm 0,03$  mm, con fondo y tapa, dispositivo de agitación con motor eléctrico y provisto de un reloj para un tiempo máximo de 5 minutos, con el fin de regular automáticamente la duración de la operación.

En el determinador de mallaje se colocó una muestra de 100 g, en la criba superior (2,8 mm), de cada uno de los cultivares incluidos en el estudio, marcándose un tiempo de 3 min, durante el cual la muestra se mantiene en agitación. Terminado este proceso, se retiran las cribas y se pesa separadamente el contenido de cada uno de los tamices.

El aparato y procedimiento descrito anteriormente permitió eliminar las variedades y líneas avanzadas con valores bajos de mallaje, y por otro lado, retener los materiales con alto mallaje.

A todos los grupos de variedades se les determinó el rango, el promedio, la desviación estándar, el error estándar del promedio y el coeficiente de variación correspondiente al mallaje sobre la criba de 2,5 mm.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Según la EBC, en la determinación de mallaje, se considera que el total de granos retenidos sobre las cribas de 2,8 mm y 2,5 mm constituyen la cebada de primera, que es la de mayor uso e importancia en maltería. Los granos retenidos en la criba de 2,2 mm, forman las cebadas de segunda calidad. En este estudio, el mallaje que se analiza corresponde al de primera calidad.

### Cebadas de invierno y mallaje

Las únicas cebadas de invierno incluidas en esta investigación corresponden a las estudiadas en la Estación Experimental Carillanca a partir de 1979, fecha en la que se iniciaron los estudios genéticos de cebadas de hábito invernal, de dos y seis hileras, en el sur de Chile.

En los tres primeros años (1979, 1980 y 1981), se observa (Cuadro 1) que las cebadas invernales de dos hileras experimentan una fluctuación en su mallaje promedio anual de 72,30‰, en 1979 a 94,25‰, en

1981. Tendencia similar siguen las cebadas invernales de seis hileras, cuyo mallaje promedio anual varía entre 54,82‰, en 1979, a 93,58‰, en 1981. En ambos casos, el mayor mallaje promedio anual es debido a que en este período se eliminaron, por selección mecánica, los cultivares y/o líneas avanzadas con bajo valor de mallaje.

También, en ambos tipos de cebadas invernales, se observa que los valores de los mallajes mínimos y máximos (Rango, en el Cuadro 1) aumentan, en general, desde 1979 a 1981. Simultáneamente, se tiene una disminución de la desviación estándar y del error estándar del promedio, en los años 1980 y 1981, en comparación al primer año.

Las cifras anteriores resultan evidentes para demostrar que la selección mecánica ha incidido de manera importante en el aumento de los mallajes de las cebadas de invierno, de dos y seis hileras. Los resultados logrados en la Estación Experimental Carillanca en los últimos años (Beratto, 1981) ratifican los planteamientos anteriores, ya que, en cebadas invernales, se están obteniendo variedades de seis hileras de alto rendimiento en grano (60 qq/ha), con mallajes superiores a 90‰ sobre la criba de 2,5. Estos valores superan con amplitud los mínimos de mallaje establecidos en Estados Unidos (Lejeune, 1953), para la cebada de seis hileras, que son de 60–70‰ sobre la criba de 6/64" (equivalente a 2,34 mm), lo cual abre una excelente posibilidad al cultivo de las cebadas invernales en el secano del sur de Chile, que tiene restricciones hídricas durante la primavera.

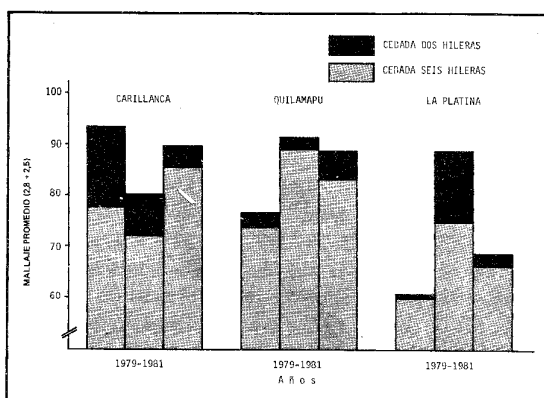
### Cebadas de primavera y mallaje

En general, los mallajes promedios de las cebadas de primavera de dos hileras fueron superiores a los mallajes promedios de las de seis hileras, en las tres estaciones experimentales y durante los tres años en que se realizó este estudio (Figura 1).

Al emplear el clasificador vibrante para efectuar la selección por tamaño de grano entre los diferentes cultivares y líneas avanzadas incluidas en el estudio, es posible retener las cebadas de primavera de dos y seis hileras con valores de mallaje promedio más alto; lo anterior implicó un aumento de esta variable para este tipo de variedades, tanto en Quilamapu como en La Platina, durante 1980 y 1981, comparados con 1979. Sin embargo, en ambas estaciones experimentales, el mallaje promedio obtenido en 1981 es inferior al de 1980 (Figura 1), lo que es atribuible, principalmente, al ataque de *Puccinia striiformis* sp *hordei*, ocurrido durante 1981 en ambas localidades (Beratto, 1982), siendo este ataque más severo en La Platina que en Quilamapu.

**CUADRO 1. Valores de mallaje sobre la criba de 2,5 mm de cebadas de invierno y de primavera de dos y seis hileras. Est. Exp. Carillanca (1979, 1980 y 1981)****TABLE 1. Grain plumpness values (2.5 mm screen) for two and six rows, winter and spring barley varieties. Carillanca Exp. Sta. (1979, 1980 and 1981)**

	Mallaje sobre 2,5 mm (o/o)					
	Dos hileras			Seis hileras		
	1979/80	1980/81	1981/82	1979/80	1980/81	1981/82
<b>CEBADA INVIERNO</b>						
Rango	30,70	76,20	70,90	12,10	73,20	60,40
Promedio	94,70	96,70	99,00	92,60	95,10	98,20
D. E.	18,62	5,71	5,89	20,28	6,64	6,91
E. E. del promedio	3,65	1,64	1,01	2,64	2,10	1,30
C. V.	25,75	6,16	6,25	37,00	7,96	7,39
Nº muestras	(26)	(12)	(34)	(59)	(10)	(28)
<b>CEBADA PRIMAVERA</b>						
Rango	34,50	48,00	54,70	35,10	36,00	49,20
Promedio	97,30	93,60	97,60	93,00	93,00	96,70
D. E.	10,54	8,48	7,47	11,89	12,73	10,09
E. E. del promedio	0,79	0,67	0,56	1,48	1,70	1,70
C. V.	12,63	10,61	8,33	15,34	17,65	11,74
Nº muestras	(174)	(160)	(174)	(64)	(56)	(35)

**FIGURA 1. Mallajes promedios (2,8 + 2,5) o/o de cebadas de primavera de dos y seis hileras sembradas en tres localidades durante los años 1979, 1980 y 1981.****FIGURE 1. Average grain plumpness values (2.5 + 2.8 mm screen) o/o for 2 and 6 rows spring barley varieties, in 3 localities and 3 seasons.**

Igualmente, se observa en estas mismas cebadas y localidades, que los valores de mallaje mínimo (Rango, cuadros 2 y 3) determinados para los tres años se elevan entre 1979 y 1980; el año 1981 este mallaje tiene una reducción, debido principalmente a la incidencia de la epifitía de polvillo estriado sobre esta variable, mientras que los valores de mallaje máximos de estas

mismas variedades se mantienen prácticamente constantes, o con un leve aumento, a través de los años y localidades consideradas.

En cuanto a Carillanca (Cuadro 1), única localidad donde las cebadas se cultivaron en condiciones de secano, el mallaje promedio de estos tipos de cebada experimentó una caída en 1980, en relación a 1979. Esto podría explicarse porque, a partir del estado de espiguilla terminal de las cebadas, se produjo una tasa de agotamiento más alta y sostenida de la humedad del suelo, que originó una situación extrema de déficit hídrico hasta el momento de la cosecha y que, en avena, redujo los rendimientos (Beratto, Rouanet y Landaeta, 1982). Sin embargo, en la temporada siguiente (1981), las cebadas de primavera de dos y seis hileras en Carillanca tuvieron un alza importante en el mallaje promedio, siendo los valores para las variedades de 2 hileras muy cercanos a los obtenidos en el primer año. En el caso de las variedades de 6 hileras, el mallaje promedio del último año superó en 8,4 o/o al mallaje del primer año (1979). En ambos tipos de cebada, la desviación estándar, el error estándar del promedio y el coeficiente de variación disminuyeron a través de los años.

Al comparar los mallajes promedios en las tres localidades durante los tres años que duró el estudio, se tiene, como tendencia general, que los más bajos fueron determinados en la Estación Experimental La Platina.

**CUADRO 2. Valores de mallaje sobre la criba de 2,5 mm de cebadas de primavera, de dos y seis hileras. Est. Exp. Quilamapu (1979, 1980 y 1981)**

**TABLE 2. Grain plumpness values (2.5 mm screen) for two and six rows spring barley varieties. Quilamapu Exp. Sta. (1979, 1980 and 1981)**

	Mallaje sobre 2,5 mm (°/o)					
	Dos hileras			Seis hileras		
	1979/80	1980/81	1981/82	1979/80	1980/81	1981/82
CEBADA PRIMAVERA						
Rango	47,60	78,10	69,90	58,30	80,40	52,50
	91,90	96,50	96,70	84,30	95,30	96,70
Promedio	76,36	91,18	88,72	73,65	88,75	83,49
D. E.	9,94	4,78	7,65	8,34	4,70	15,04
E. E. del promedio	1,70	0,79	1,35	2,95	1,66	5,68
C. V.	13,01	5,24	8,63	11,33	5,30	18,02
Nº muestras	(34)	(37)	(32)	(8)	(8)	(7)

**CUADRO 3. Valores de mallaje sobre la criba de 2,5 mm de cebadas de primavera de dos y seis hileras cultivadas en la Est. Exp. La Platina (1979, 1980 y 1981)**

**TABLE 3. Grain plumpness values (2.5 mm screen) for two and six rows spring barley varieties. La Platina Exp. Sta. (1979, 1980 and 1981)**

	Mallaje sobre 2,5 mm (°/o)					
	Dos hileras			Seis hileras		
	1979/80	1980/81	1981/82	1979/80	1980/81	1981/82
CEBADA PRIMAVERA						
Rango	36,80	60,70	32,20	16,90	54,30	46,50
	86,90	95,40	92,90	85,30	91,70	87,50
Promedio	60,34	88,60	68,83	64,75	74,69	66,23
D. E.	12,32	7,06	18,36	22,97	9,71	16,67
E. E. del promedio	2,11	1,41	2,19	8,12	2,60	6,80
C. V.	20,42	7,97	26,67	35,48	12,99	25,17
Nº muestras	(34)	(25)	(33)	(8)	(14)	(6)

Una de las causas principales que permite explicar esta situación, excluyendo las enfermedades, son los altos niveles de nitrógeno empleados en la fertilización de la cebada, que inciden en la caída del mallaje y peso del hectolitro, según observó Peyrelongue (1983) en Chile; esto coincide con lo informado por Ewertson (1977), quien determinó reducciones en el mallaje sobre la criba de 2,5 mm, cuando aumentan los niveles de nitrógeno en la fertilización de la cebada, en Suecia.

La presente investigación permite concluir que en mallaje en cebada hay diferencias genéticas, que están determinadas por el tipo de cultivar, que puede ser de invierno o primavera y de dos o seis hileras. Pero, además, el mallaje de cualesquier cultivar en particular, puede tener fluctuaciones debido a enfermedades (Gilchrist, Beratto y Riveros, 1982; Caglevic y Herrera, 1983), a aumentos en la fertilización nitrogenada y/o desbalance entre las dosis de nitrógeno y fósforo en la fertilización de la cebada en suelos trumaos (Peyre-

longue, 1980 y 1983), a diferentes épocas de siembra (INIA, 1981, 1980, 1979) y a la aplicación de distintos herbicidas y dosis de éstos, dentro de un mismo producto (Espinoza, 1980).

De lo expuesto anteriormente se desprende que no basta con tener un cultivar de cebada genéticamente con alto potencial de mallaje; sino que, también, es necesario que esta variedad sea resistente a las enfermedades y simultáneamente se le someta a un buen manejo, con un suministro de agua adecuado durante el ciclo de crecimiento. Esto es importante, ya que una disminución en el mallaje influye en la calidad de la malta, como lo establece Schildbach (1980), quien determinó que una reducción de 10°/o en el mallaje sobre la criba de 2,8 mm, provoca una disminución de 0,4°/o en el extracto de malta y un aumento de 0,1°/o en la diferencia entre extracto fino y extracto grueso, reduciendo en 0,7°/o el índice de Kolbach.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los valores de mallaje sobre la criba de 2,5 mm que tienen los diferentes cultivares de cebada de grano cubierto, de invierno o primavera, de dos o seis hileras, así como las fluctuaciones que experimenta esta variable, cuando las cebadas se cultivan desde Santiago hasta Temuco.

Se estudiaron mil setenta y ocho cultivares tanto para elaboración de malta, como de uso en alimentación humana y animal, provenientes de ensayos de rendimiento preliminares y principales efectuados en las estaciones experimentales La Platina (Santiago, Región Metropolitana, 33° 27' lat. S), Quilamapu (Chillán, VIII Región, 36° 36' lat. S) y Carillanca (Temuco, IX Región, 38° 40' lat. S), entre los años 1979 a 1981.

Las conclusiones obtenidas del estudio fueron las siguientes:

- a. La selección mecánica por tamaño de grano ha incidido, principalmente, en el aumento de los mallajes promedios anuales de las cebadas de invierno de dos y seis hileras, desde 1979 a 1981.
- b. Los mallajes promedios anuales de las cebadas de invierno de dos hileras fueron superiores a los mallajes promedios anuales de las cebadas de seis hileras, aunque esta diferencia disminuyó desde 1979 a 1981.
- c. Los mallajes promedios anuales de las cebadas de primavera de dos hileras fueron superiores a los mallajes promedios anuales de las cebadas de primavera de seis hileras.
- d. Como tendencia general, los mallajes promedios más bajos por localidad se obtuvieron en la Estación Experimental La Platina, principalmente por factores de manejo y enfermedades.

## LITERATURA CITADA

- BERATTO M., E. (ed.) 1983. Investigación en mejoramiento genético de cebada maltera (Quinto Informe Anual) Convenio INIA/CCU. p: 21—24 y 28 y 33.
- BERATTO M., E.; ROUANET M., J.L. y LANDAETA P., A. 1982. Análisis agroecológico de las variaciones del rendimiento de avena en tres temporadas agrícolas. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 1 (2): 9—13.
- CAGLEVIC D., M. y HERRERA M., G. 1983. Evaluación del daño causado por *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* en cebada y control químico del patógeno. En Investigación en mejoramiento genético de cebada maltera (Quinto Informe Anual) INIA/CCU. p: 92—102.
- ESPINOZA N., N. 1980. Control de malezas en cebada. En: Segundo Informe Anual de Cebada. Convenio INIA/CCU/MUSA. p: 63—65.
- EWERTSON, G. 1977. Protein content and grain quality relations in barley. Agri Hortique Genetica 35 (1—4): 26—29.
- GILCHRIST S., L.; BERATTO M., E. y RIVEROS B., F. 1982. Polvillo amarillo de la cebada en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 42 (2): 161—162.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1979. Segundo Informe Anual de Cebada. Convenio INIA/CCU/MUSA. 74 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1980. Tercer Informe Anual de Cebada. Convenio INIA/CCU/MUSA. 91 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1981. Cuarto Informe Anual de Cebada. Contrato INIA/CCU. 73 p.
- LEJEUNE, A.J. 1953. Guide to premium for high quality malting barley. Midwest Barley Improvement Association, Milwaukee, Wisconsin, USA.
- PEYRELONGUE C., A. 1980. Fertilización en cebada. En: Segundo Informe Anual de Cebada. Convenio INIA/CCU/MUSA. p: 41—50.
- PEYRELONGUE C., A. 1983. Fertilización en cebada. I. Importancia de la fertilización nitrogenada en cebada para malteo en la IX Región. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 2 (3): 16—19.
- ROMERO B., F. 1965. La cebada cervecera. Hojas divulgativas N<sup>os</sup> 17—18—65 H. Septiembre, Madrid. Ministerio de Agricultura. 27 p.
- SCHILDBACH, R. 1980. Relationship between barley, brewing properties and beer quality. European Brewery Convention, Monograph IV—1980. p: 1—18.
- SCHUSTER, K. 1962. Malting Technology. En: COOK H., A. Barley and Malt, Academic Press. New York. p: 271—302.