

# POTENCIAL DE PRODUCCION DE CEBADA CERVECERA

## II.- POSIBILIDADES DE SUPERACION MEDIANTE EL MEJORAMIENTO GENETICO

Ariel CASTRO\*

Esteban HOFFMAN\*\*

Oswaldo ERNST\*\*

### INTRODUCCION

El programa de investigación en fisiología y manejo de Cebada cervecera de la Facultad de Agronomía ha identificado una serie de limitantes fisiológicas y ambientales a superar para el logro de mayores potenciales de producción en nuestras condiciones (Castro et al., 1994). A modo de resumen dicho trabajo ha llegado a las siguientes conclusiones preliminares:

En nuestras condiciones es posible lograr sin excesivas dificultades volúmenes de producción de biomasa comparables a los de regiones de muy alto rendimiento (en el entorno de 13.000 kg./ha. de materia seca).

El problema para la transformación de esos altos potenciales de producción de biomasa total en rendimiento es una muy baja partición de dicha biomasa (reflejada en índices de cosecha comparativamente bajos).

Una de las claves de estos bajos I.C. es una curva de crecimiento demasiado rápida en las primeras etapas y algo lenta en el período de preantesis que se refleja en una baja fertilidad de macollos y en un tamaño de espiga más pequeños.

En relación a lo anterior, la curva de crecimiento óptima es aquella más lenta en las etapas iniciales para acelerarse marcadamente en el período de preantesis.

Los cultivares en comercialización con mejor potencial presentan una mejora sustancial en la partición de la biomasa y una curva de crecimiento similar a la definida como ideal.

Resulta claro que la mayoría de los aspectos reseñados son fuertemente afectados por el material genético considerado, siendo éste un factor esencial en el logro de incrementos en los rendimientos a nivel mundial. Para las variables analizadas existe evidencia de la existencia de varia-



ción genética importante. Se encontraron diferencias entre las variedades sembradas en el país en cuanto a su crecimiento inicial, a la respuesta al espacio disponible por planta y a la curva de llenado de grano. El grupo de variedades comerciales de mayor rendimiento se caracterizó por lograr un alto número de espigas con alto peso de granos y tamaño de espigas intermedio, aunque superior al de los materiales que las precedieron. Un mayor período de llenado de grano se asoció a ese mayor rendimiento por espigas, mientras que el ciclo de espigazón disminuyó. Si el mejoramiento genético constituye una de las posibles formas de lograr una superación de los potenciales de rendimiento (la otra es mediante medidas de manejo), este grupo de variedades, que constituye el nivel superior del panorama actual desde el punto de vista genético es el techo a superar.

Este trabajo pretende resumir los avances logrados por el programa en cuanto a la caracterización de la base genética disponible para el mejoramiento genético del potencial de producción y analizar las posibilidades que este dispone para la superación de los niveles actuales.

### 1.- VARIABILIDAD GENETICA DISPONIBLE

El resultado del mejoramiento genético en cualquier especie con que se trabaje es fundamentalmente función de la variabilidad genética que se dispone. Cuanto mayor sea esta, mayores serán las posibilidades de obtener genotipos superiores, cualquiera sea la variable que se considere. En el caso de la cebada la evidencia bibliográfica señala, en particular en el caso de cebada cervecera, limitaciones importantes en cuanto a la variación genética disponible. Las causas de esto se encuentran en el número escaso de fuentes de calidad maltera y cervecera disponibles a nivel mundial, que hacen que la mayoría de los materiales con calidad cervecera presenten algún antecesor común (y en la mayoría de los casos varios). La existencia de fuertes exigencias de calidad industrial por parte de la industria cervecera ha contribuido a ello. Esta limitación hace que a nivel

\* Cátedra de Fitotecnia E.E.M.A.C.

\*\* Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales E.E.M.A.C.

mundial nos encontremos en una etapa donde el énfasis del trabajo de investigación deba centrarse en la ampliación de la base genética disponible (donde juega un rol preponderante el trabajo de caracterización adecuado).

Esta situación se repite claramente a nivel nacional. En el análisis de la base genética utilizada en Uruguay, se detectaron 6 fuentes de germoplasma que se repitan en un gran número de casos. El número total de materiales que originaron la variabilidad sembrada son apenas 31, en general repetidos y seis de ellos explican gran parte del total. De los 25 restantes, la mitad son fuentes de resistencia a enfermedades utilizadas en general mediante retrocruzamientos, por lo que su aporte está limitado a pocos genes. Esta situación muestra una fuerte concentración de la base genética y evidencia que la disponibilidad de un gran número de materiales (12 cultivares parece un alto número para un cultivo que no supera las 100.000 ha) no es garantía de variabilidad genética real.

Sin embargo la información anterior se limita al estudio de genealogías, lo cual no incluye el estudio del comportamiento de los materiales. De hecho puede darse la situación de materiales con un alto grado de emparentamiento pero que a su vez presentan diferencias significativas en variables de interés. De hecho se detectaron diferencias importantes en este grupo de materiales en variables de importancia clave. Por tal razón es de interés la caracterización y cuantificación de la variabilidad disponible en base a parámetros de valor productivo.

En función de lo anterior, se buscó caracterizar y agrupar la base genética disponible para el mejoramiento nacional en función de una serie de variables agronómicas de interés (ver en cuadro 1). El análisis se realizó mediante análisis de grupo (método cluster). Del análisis de los grupos formados se detectaron tipos agronómicos de interés, grupos promisorios y posibles alternativas para la superación de los rendimientos logrados por el grupo superior de variedades comerciales. Como estimador de la base genética disponible para el mejoramiento se utilizaron los materiales introducidos avanzados del programa de mejoramiento de la EEMAC, analizándose 74 materiales de diverso origen. Si bien este programa es sólo uno de los cinco existentes en el país\*, se consideró que estimaba en forma adecuada la situación promedio del resto de los programas en cuanto a volumen de mate-

Cuadro 1.- Valores promedio por grupo de genotipos para rendimiento, componentes y otras variables de interés agronómico.

| GRUPO | REND. (Kg/ha) | BIO-MASA | IND.. COS | PESO 1000G | GRANOS/ m <sup>2</sup> | CICLO ESP | ESPIG/ m <sup>2</sup> | GRANOS/ ESP | PORC |
|-------|---------------|----------|-----------|------------|------------------------|-----------|-----------------------|-------------|------|
| 1A    | 4721          | 11403    | 0,368     | 45         | 10377                  | 77        | 739                   | 15,6        | 88,9 |
| 1B    | 5082          | 11654    | 0,384     | 46,3       | 10999                  | 77        | 561                   | 22,1        | 92,4 |
| 1C    | 4994          | 11252    | 0,387     | 51,4       | 9693                   | 74        | 647                   | 17,1        | 92,8 |
| 1D    | 5443          | 11615    | 0,415     | 49,4       | 11096                  | 73        | 648                   | 19,3        | 93,8 |
| 2     | 4664          | 9611     | 0,426     | 49,7       | 9384                   | 76        | 703                   | 14,7        | 88   |
| 3     | 4608          | 11136    | 0,368     | 40,4       | 9522                   | 77        | 644                   | 16,3        | 92,6 |
| 4     | 5858          | 12462    | 0,42      | 48,2       | 12035                  | 80        | 539                   | 24,9        | 90,4 |
| 5     | 4910          | 12796    | 0,338     | 45,7       | 10734                  | 78        | 459                   | 25,9        | 94,2 |
| 6     | 5697          | 12855    | 0,398     | 47,5       | 12035                  | 80        | 718                   | 18,6        | 93,1 |
| 7     | 5357          | 12017    | 0,391     | 44,4       | 12193                  | 79        | 367                   | 36,6        | 95,4 |
| 8     | 5050          | 11473    | 0,388     | 41,7       | 12018                  | 80        | 549                   | 24,3        | 85,9 |
| 9     | 4945          | 10995    | 0,398     | 49,3       | 10110                  | 68        | 1030                  | 10,8        | 95,8 |
| 10    | 4812          | 10567    | 0,4       | 46,2       | 10532                  | 69        | 427                   | 27,2        | 81,2 |
| 11    | 4580          | 9867     | 0,412     | 46,2       | 9955                   | 73        | 372                   | 29,9        | 78,9 |
| 12    | 5166          | 11923    | 0,382     | 48,5       | 10794                  | 81        | 280                   | 42,4        | 73,1 |
| 13    | 3459          | 9382     | 0,325     | 42,8       | 8082                   | 74        | 683                   | 13          | 79,7 |
| 14    | 5030          | 11907    | 0,371     | 43,4       | 11525                  | 79        | 563                   | 22,5        | 80,4 |
| 15    | 5297          | 9562     | 0,474     | 40,3       | 13343                  | 82        | 910                   | 16,1        | 98,2 |
| 16    | 5801          | 11491    | 0,449     | 51,3       | 11309                  | 77        | 1180                  | 10,5        | 58,1 |

Fuente: Castro et al., 1993

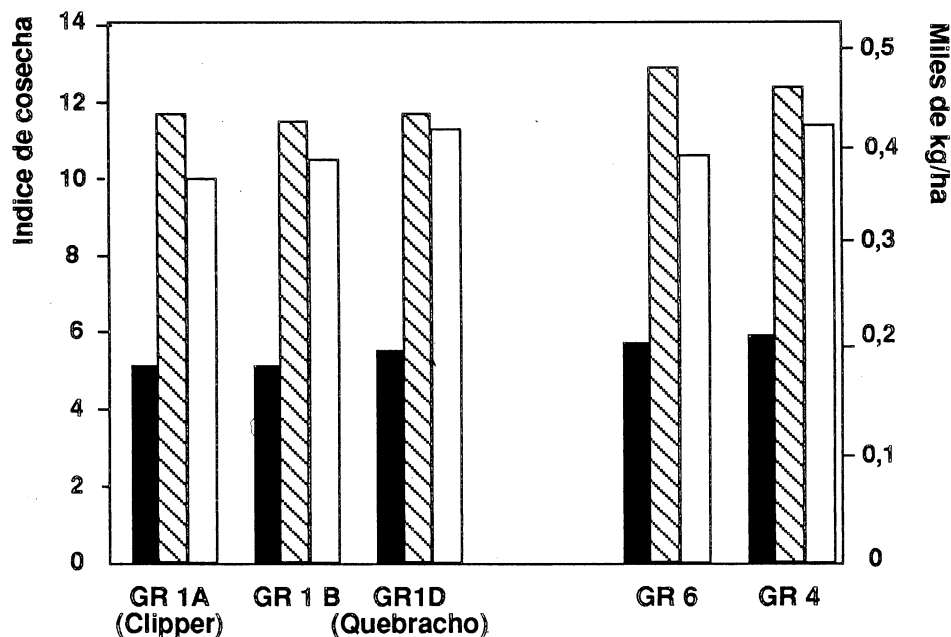


Figura 1.- Rendimiento, materia seca total e índice de cosecha para los distintos grupos de cultivares.

riales y diversidad de orígenes. En el cuadro 1 se resumen los promedios grupales para las variables consideradas en el análisis. El grupo 1 (dividido en 4 subgrupos) incluye la mayoría de los materiales analizados, entre ellos todos los materiales comerciales. El subgrupo 1A incluye a Clipper, el material más sembrado en la última década, y el 1D todos los nuevos cultivares incluidos en la lista de comercialización a partir de 1988. Este último representa el avance logrado a nivel genético en la última década, progreso logrado básicamente a nivel de introducciones. Tal avance es notorio si se comparan sus valores promedio con los materiales anteriormente sembrados, y fue logrado a través de un alto número de espigas (aunque inferior al del grupo integrado por Clipper), espigas relativamente pequeñas pero que significan un avance respecto a Clipper, y un avance importante en cuanto a peso de grano. En conclusión, como se señaló anteriormente

\* Los restantes programas nacionales son: INIA - La Estanzuela Maltería Oriental S.A., CYMPAY S.A-Calprose y Maltería Uruguay S.A.

representa la elite de materiales actualmente disponible, al ser el grupo más nuevo y de mejor comportamiento agronómico, y por tanto constituyen la meta a ser superada por el mejoramiento genético nacional.

Si este conjunto de genotipos analizados constituye un estimador de la variabilidad disponible por el mejoramiento nacional, por lo menos en lo referente a material introducido, resulta clara la necesidad de materiales que superen el nivel alcanzado. Del análisis del cuadro 1 surgen dos grupos (4 y 6) como potencialmente superiores. En la figura 1 se grafican algunas variables (rendimiento, materia seca total e índice de cosecha) para estos grupos, junto con grupos de materiales comerciales.

Estos avances de rendimiento respecto al grupo de elite se asocian a aumentos de la producción de biomasa. En un caso fueron capitalizados totalmente mediante el mantenimiento del índice de cosecha (grupo 4) mientras que en el otro este bajo (aunque dentro de niveles aceptables). La composición de los rendimientos logrados en cuanto a sus componentes muestra tipos contrastantes.

Se observa en ambos grupos de mayor potencial una influencia importante de genotipos europeos, origen de materiales que en general se asocian a ciclos más largos que los materiales adaptados a nuestras condiciones.

Las clasificaciones de granos registradas son en promedio menores a los cultivos en comercialización, lo que parece indicar una posible limitación de estos materiales para su uso directo.

## 2- ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO

Frente al panorama reseñado surge la necesidad de determinar que aportes puede realizar el mejoramiento nacional al conjunto de materiales estudiados, que si bien no agota las posibilidades de introducción de germoplasma, da una perspectiva adecuada de sus posibilidades. El



lanzamiento de nuevos materiales se ha limitado en la última década a la introducción de germoplasma extranjero y todavía éste constituye la principal fuente de materiales incluidos en la evaluación. Por tal razón la utilización directa del germoplasma introducido resulta una alternativa a seguir para el corto y mediano plazo por el mejoramiento genético nacional.

Dentro de esto, y de acuerdo a los resultados presentados surgen tres posibles tipos de materiales introducidos a utilizar:

- genotipos morfofisiológicamente más diferenciados de los cultivos comerciales.
- genotipos de los grupos de mayor potencial productivo que el grupo elite.
- genotipos morfofisiológicamente semejantes a los materiales ya utilizados en producción.

De estas tres posibilidades la primera es la de mayor dificultad en su concreción práctica debido a las limitantes que en todos los casos presentan este tipo de materiales sin adaptación específica a nuestras condiciones ambientales (clasificación, calidad, etc.).

El uso de los materiales de mayor potencial (grupos 4 y 6 del análisis presentado) surgen como una posibilidad real de superación de rendimientos. Sin embargo en general estos materiales no logran llenar todos los requerimientos para su uso directo en cultivo. Si bien varios de ellos han sido seleccionados en su origen por calidad maltera, la evaluación de materiales europeos de alto potencial en nuestro medio ha evidenciado problemas de clasificación (en general porcentaje de primera y segunda inferiores a los mínimos exigidos por la industria), asociados aparentemente a sus ciclos más largos.

El uso de materiales con mayor similitud con los cultivos comerciales parece un camino más seguro para superar las exigencias mínimas industriales de comercializa-



## 30 Años marcando rumbos en la producción de semillas de alta calidad

Cooperativa Agraria de Responsabilidad Suplementada de Productores de semillas

Ruta 50 - Teléfonos (0524) 2074 - 2142  
Fax: (0524) 2125

TARARIRAS

COLONIA

URUGUAY

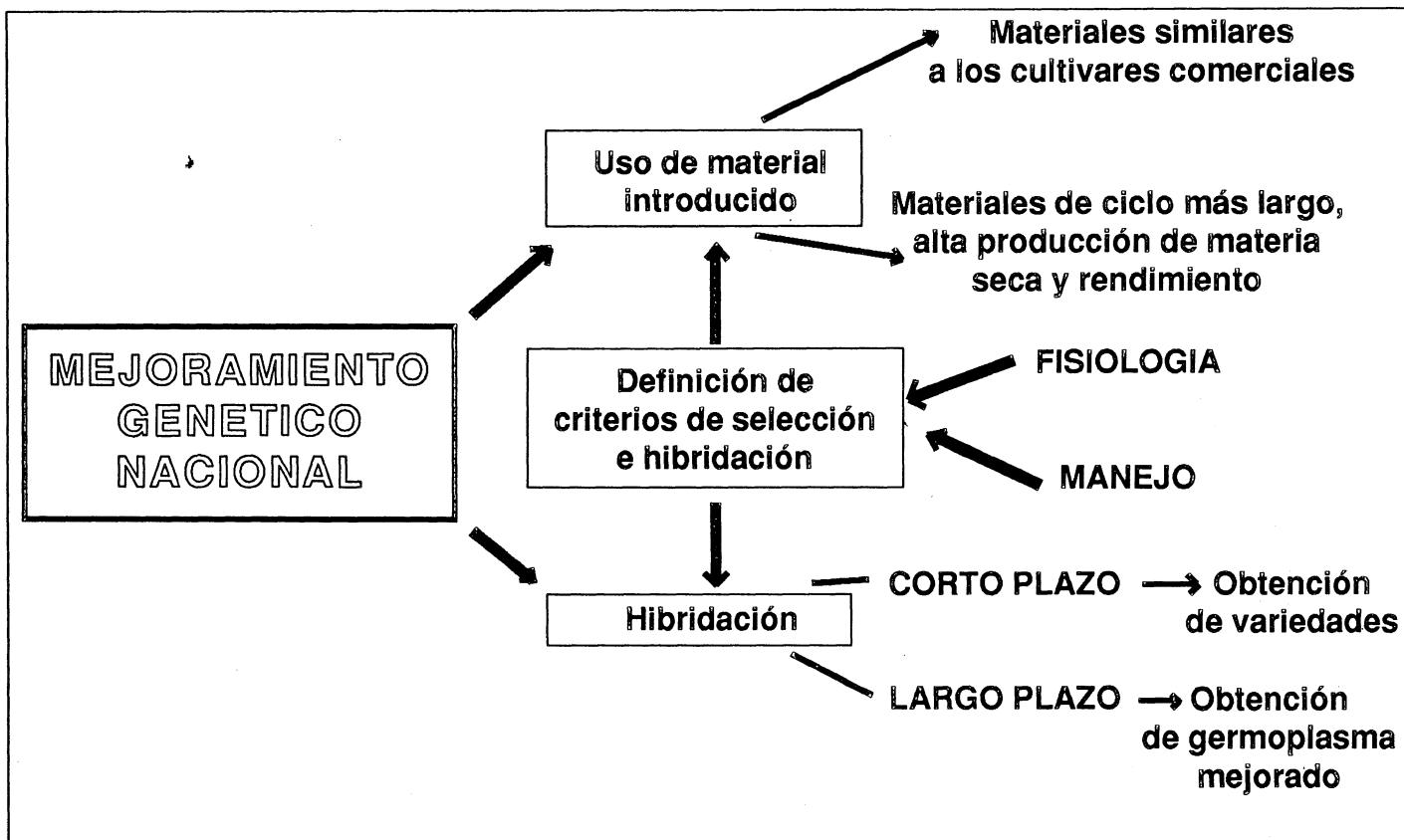


Figura 2.- Alternativas para el mejoramiento genético nacional.

ción. Sin embargo resulta más difícil lograr una superación de rendimientos por este camino.

Es posible que se logren pequeños avances a través de la superación de defectos de los materiales ya sembrados sin variar el tipo. Resta la posibilidad de lograr que materiales de ciclo más largo con mayor producción de biomasa y rendimiento mantengan los niveles de calidad requeridos.

La segunda alternativa para el mejoramiento nacional es la hibridación, selección y obtención de nuevos genotipos, es decir el mejoramiento genético propiamente dicho.

Existen varias estrategias posibles de seguir en la realización de cruzamientos. Los cruzamientos a corto plazo buscan subsanar defectos puntuales del material adaptado, mientras que los de largo plazo a través de la obtención de germoplasma mejorado permiten crear las bases para mejoras ulteriores.

Los materiales altamente diferenciados, de muy difícil utilización directa podrían realizar importantes aportes por este camino, permitiendo la incorporación de caracteres valiosos a una base genética de buena adaptación pero con defectos agronómicos de importancia. Resulta lógico suponer que es más probable que se logre por esta vía el objetivo de la superación de rendi-

mientos que por el hallazgo fortuito de un genotipo introducido que combine simultáneamente adaptación y alta calidad industrial

De acuerdo a la información reseñada, el aumento de los índices de cosecha surge como un objetivo claro en todos los casos (material introducido y segregante). Para eso debe trabajarse en la búsqueda de materiales con curvas de crecimiento que se acerquen a la definida como óptima para nuestras condiciones. Es probable que para cumplir con tal objetivo se requiera de un período de ajuste en las metodologías de selección. El programa de investigación de la Facultad de Agronomía ha iniciado una línea de trabajo en este sentido.

De acuerdo a la información presentada se establecen dos grandes alternativas al mejoramiento genético nacional (figura 2). En primer término la selección de material introducido fisiológicamente semejante a los materiales sembrados actualmente para la superación de defectos de estos, y de material de ciclo más largo y mayor producción de MST manteniendo el IC y por tanto aumentando los rendimientos (con el mantenimiento de los niveles de calidad).

En segundo lugar debe intensificarse la hibridación y selección de material segregante, encarando un trabajo a corto plazo que busque superar los niveles de rendimiento alcanzados hasta el momento, y en el largo plazo permita acumular características favorables de materiales menos adaptados.

Este camino requiere de plazos mayores, pero es el que da garantías de logros sostenidos en el tiempo. La industria maltera nacional y los centros de investigación oficiales (Facultad de Agronomía e INIA) comparten este criterio y han destinado recursos crecientes a sus respectivos programas de mejoramiento genético a partir de la década del ochenta.

Por otra parte mediante el convenio de la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera la industria ha apostado fuertemente al desarrollo de los dos programas de mejoramiento oficiales, destinando a éstos el mayor porcentaje de los recursos aportados. Esto ha permitido una mejora sustancial de la información obtenida en apoyo a los programas por un lado, y a un aumento importante de los volúmenes de material segregante que ambos programas manejan.

Es muy probable que en los próximos años comiencen a verse los frutos de dicha inversión a través de la aparición de líneas experimentales con mejoras importantes respecto a los cultivares actualmente utilizados.