

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**RELACION ENTRE CARACTERISTICAS DE CEBADA Y DE
CALIDAD DE MALTA
PARA CULTIVARES Y LINEAS EXPERIMENTALES EN
EVALUACION**

por

Luis Eduardo GALANTE TRAVIESO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadero)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2005

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: _____
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Ing. Agr. Enrique Estramil, por su apoyo, entusiasmo y paciencia.

A Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y en especial a Elina Ordoquí, Blanca Gómez, Cecilia Rodríguez y Myriam Ponce de León, por su constante apoyo y disposición en todo lo referente a trabajo de laboratorio de calidad de malta.

A Dr. Jose Luis Molina-Cano por brindarme información muy valiosa para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos y grandes compañeros, por compartir las alegrías y emociones de todo lo que acompaña el haber sido estudiante de Facultad de Agronomía.

A mis padres, Alvaro y Mariana, mi hermana Victoria y mi novia Fernanda, por estar siempre.

A todos los que de alguna forma colaboraron para la elaboración de este trabajo...

...Muchas Gracias.

*A mis Padres, Alvaro y Mariana,
mi hermana Victoria y mi novia
Fernanda.*

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 PRODUCCIÓN DE CEBADA, MALTA Y CERVEZA EN URUGUAY.	2
2.2 PROCESOS DE ELABORACIÓN DE MALTA Y CERVEZA.....	5
2.2.1 <u>Elaboración de malta</u>	5
2.2.2 <u>Elaboración de cerveza</u>	6
2.3 CALIDAD DE MALTA. PARÁMETROS DE CALIDAD DE MALTA..	7
2.3.1 <u>Calidad de cebada y malta</u>	7
2.3.2 <u>Parámetros de calidad de malta</u>	8
2.3.2.1 humedad, extracto, diferencia de extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad, homogeneidad, viscosidad, proteína total, nitrógeno soluble e Índice de Kolbach, FAN (amino nitrógeno libre), β -glucanos, sacarificación, Índice de Hartong a 45° C, actividad α -amilasa, color y pH.....	8
2.3.3 <u>Índices de calidad de malta</u>	12
2.4 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO DE CEBADA. PROCESOS BIOQUÍMICOS DURANTE EL MALTEO Y SU RELACIÓN CON CALIDAD DE MALTA.....	13
2.4.1 <u>Estructura y composición del grano de cebada</u>	13
2.4.2 <u>Disolución citolítica</u>	15
2.4.3 <u>Disolución proteolítica</u>	16
2.4.4 <u>Disolución amilolítica</u>	18
2.4.5 <u>Influencia de los procesos bioquímicos en los parámetros de calidad de malta</u>	21
2.5 ASPECTOS GENÉTICOS Y DE MANEJO DEL CULTIVO QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CEBADA CERVECERA.....	25
2.5.1 <u>Aspectos genéticos : Cultivares e interacción genotipo x ambiente</u> ...	25
2.5.2 <u>Factores de cultivo y manejo que afectan al rendimiento y calidad de cebada</u>	30
2.5.2.1 Prácticas de manejo de cultivo que afectan el rendimiento y calidad de cebada.....	31
2.5.2.2 Aspectos sanitarios que afectan la calidad de cebada.....	34
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37

3.1	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVARES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES UTILIZADOS.....	37
3.2	MICROMALTEO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE MALTA.....	39
3.2.1	<u>Micromalteo</u>	39
3.2.2	<u>Análisis de calidad de malta</u>	40
3.2.2.1	Humedad.....	40
3.2.2.2	Friabilidad y homogeneidad.....	41
3.2.2.3	Nitrógeno total y soluble e índice de Kolbach.....	42
3.2.2.4	Sacarificación.....	44
3.2.2.5	Extracto.....	44
3.2.2.6	Atenuación límite.....	45
3.2.2.7	Poder diastásico.....	46
3.2.2.8	Viscosidad.....	47
3.2.2.9	pH y Color.....	48
3.2.3	<u>Índice de Calidad de Micromalteo</u>	48
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	51
4.1	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y CALIDAD DE CEBADA.....	51
4.2	ANÁLISIS DE CALIDAD DE MALTA.....	56
4.3	COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES. RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CEBADA Y CALIDAD DE MALTA.....	58
4.3.1	<u>Cultivares y líneas experimentales con 2 y más años de evaluación oficial</u>	58
4.3.2	<u>Líneas experimentales en primer año de evaluación oficial</u>	69
4.3.3	<u>Índice de Calidad de Micromalteo, ciclo y parámetros de calidad de malta y cebada para cultivares y líneas experimentales de primer año y 2 y más años de evaluación oficial</u>	77
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	80
6.	<u>RESUMEN</u>	81
7.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	83
8.	<u>ANEXOS</u>	93

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

<i>Figura 1: Evolución histórica del área de siembra de trigo y cebada período 1961-2003.....</i>	2
<i>Figura 2: Exportaciones e importaciones de malta período 1978-2002.....</i>	3
<i>Figura 3: Corte longitudinal de un grano de cebada.....</i>	13
<i>Figura 4: Endosperma amiláceo mostrando gránulos de almidón Tipo A, Tipo B, pared celular y depósitos de proteína.....</i>	18
<i>Figura 5: Estructura básica de la amilosa y la amilopeptina.....</i>	19
<i>Figura 6: Sitios de acción de la α-amilasa, β-amilasa y dextrinasa sobre la amilosa y amilopeptina.....</i>	20
<i>Figura 7: Promedio de temperaturas y precipitaciones del año 2002 y series históricas (1971-2000, Mercedes y Young; 1965-2002, La Estanzuela) para las localidades de La Estanzuela, Colonia; Young, Rio Negro y Mercedes, Soriano.....</i>	53
<i>Figura 8: Relaciones entre parámetros de calidad de malta (EX, PD, VS, FR, AL) y de calidad de cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young, respecto a los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2, y COMP 3).....</i>	58
<i>Figura 9: Cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación sembrados en Agraciada, LE2, LE3 y Young para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2).</i>	62
<i>Figura 10-a : Cultivares comerciales en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2).....</i>	63
<i>Figura 10-b : Líneas experimentales de Maltería Oriental S.A (MOSA) en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2).....</i>	64

<i>Figura 10-c: Líneas experimentales de AMBEV en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2).</i>	64
<i>Figura 11-a: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Young.</i>	66
<i>Figura 11-b: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE 2.</i>	66
<i>Figura 11-c: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE 3.</i>	67
<i>Figura 11-d: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Agraciada.</i>	67
<i>Figura 12: Parámetros de calidad de malta: EX, PD, VS, FR, AL y calidad de cebada: REND, RPYS, PROT, PYS y TYC para líneas experimentales de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3).</i>	69
<i>Figura 13: Líneas experimentales de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2).</i>	72
<i>Figura 14-a: Líneas experimentales INIA de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2)</i>	73
<i>Figura 14-b: Líneas experimentales AMBEV de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2).</i>	74
<i>Figura 15-a: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT,</i>	

<i>PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Young.....</i>	75
<i>Figura 15-b: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE 2.....</i>	75
<i>Figura 15-c: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE3.....</i>	76
<i>Figura 16: Parámetros de calidad de malta y cebada (EX, PD, AL, FR, VS, INDICE, REND, PROT, RPYS, PYS, TYC y CICLO), en las localidades LE2 , LE3 y Young para los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3).....</i>	79
<i>Cuadro 1: Estándares de malta de las principales cervecerías de la región.....</i>	4
<i>Cuadro 2: Heredabilidades en sentido amplio y estricto para componentes de rendimiento de grano y parámetros calidad.....</i>	25
<i>Cuadro 3. Influencia del genotipo, ambiente y la tecnología en la calidad de malta</i>	27
<i>Cuadro 4: Requerimientos óptimos de temperatura y duración del período de mojado de los principales hongos que afectan a la cebada.....</i>	36
<i>Cuadro 5: Nómima de cultivares, líneas experimentales y años de evaluación agronómica dentro de la Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera (INIA-INASE, 2002).....</i>	37
<i>Cuadro 6: Fecha de siembra y cosecha de los ensayos correspondientes a la Red de Evaluación Oficial (INIA-INASE, 2002).....</i>	38
<i>Cuadro 7: Protocolo de Micromalteo Programa Estándar (Micromaltería-LATU).</i>	39
<i>Cuadro 8: Promedios y desviaciones estándar por localidad (Agraciada, LE2, LE3 y Young) para rendimiento de grano total (REND),rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de proteína (PROT), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS), porcentaje 3^{ra} y 4^{ta} (TYC) y ciclo (CICLO).....</i>	51

<i>Cuadro 9: Valores promedios de infección de Manchas foliares, Roya de la Hoja y Fusarium para todas las localidades (Agraciada, LE2, LE3 y Young) y de Oídio (Young) en el año 2002.....</i>	54
<i>Cuadro 10: Promedios y desviaciones estándar por localidad (Agraciada, LE2, LE3 y Young) para los parámetros de calidad de malta: extracto (EX), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), friabilidad (FR) y atenuación límite (AL) de los cultivares y líneas experimentales.....</i>	56
<i>Cuadro 11: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de cada uno de ellos sobre la varianza total para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación.....</i>	59
<i>Cuadro 12: Promedios y desviaciones estándar de los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años, para las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young.....</i>	61
<i>Cuadro 13: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de la varianza total de cada uno de ellos para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para las líneas experimentales de primer año de evaluación.....</i>	70
<i>Cuadro 14: Promedios y desviaciones estándar para los parámetros de calidad de malta y cebada: extracto (EX), atenuación límite (AL), friabilidad (FR), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), rendimiento de grano total (REND), porcentaje de proteína (PROT), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS) y porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta} (TYC), para materiales de primer año de evaluación oficial en las localidades LE2 y LE3 y Young.....</i>	71
<i>Cuadro 15: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de cada uno de ellos sobre la varianza total para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR VS e Índice de Calidad de Micromalteo (INDICE)) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS TYC y ciclo (CICLO)) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación y líneas experimentales de primer año de evaluación oficial, en las localidades de Young, LE 2 y LE 3.....</i>	78

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay se siembra cebada cervecera exportándose más del 90 % de la producción como cebada malteada. La malta es la cebada germinada y secada que se usa como sustrato principal en la fermentación alcohólica para la elaboración de cerveza. Los países que compran maltas (Brasil es nuestro principal importador) requieren maltas de determinado tipo cervecero con buenos rendimientos medidos en litros de cerveza fabricada por cantidad de malta procesada.

La calidad industrial de una cebada cervecera esta dada por la malta que se pueda fabricar con ella. La cebada debe presentar un tamaño de grano superior a 2.5 mm, valores adecuados de proteína y ser un grano sano y viable.

Para evaluar la calidad de malta se tienen en cuenta un conjunto de parámetros. Una de las formas de analizar la malta es a través de micromalteos. En Uruguay y para este tipo de análisis los principales parámetros de calidad de malta son: extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad y viscosidad. Con estos parámetros se puede integrar un Índice de Calidad de Micromalteo.

La calidad final de la malta es una combinación de los factores de producción del cultivo (variedades, suelo, clima, tecnologías de manejo, etc.) y de los procesos de fabricación industrial de malta involucrados.

El objetivo general de este trabajo es analizar las relaciones existentes entre parámetros de calidad de malta (extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad y viscosidad), rendimiento de cebada (rendimiento total de grano) y calidad de cebada (porcentaje de proteína y clasificación de tamaño de grano).

Los objetivos específicos son:

- 1) Analizar el comportamiento de distintos genotipos respecto a los parámetros de calidad de malta y cebada en diferentes localidades y en un mismo año (interacción genotipo x ambiente).
- 2) Estudiar las asociaciones entre el Índice de Calidad de Micromalteo, los parámetros que lo integran (calidad de extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad y viscosidad), y los parámetros de calidad y rendimiento de cebada (rendimiento total de grano, porcentaje de proteína y clasificación de tamaño de grano).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRODUCCIÓN DE CEBADA, MALTA Y CERVEZA EN URUGUAY.

La cebada que se siembra en Uruguay es cebada cervecera. El área de siembra de la cebada ha venido incrementándose en relación a la del cultivo de trigo (Ver *Figura 1*).

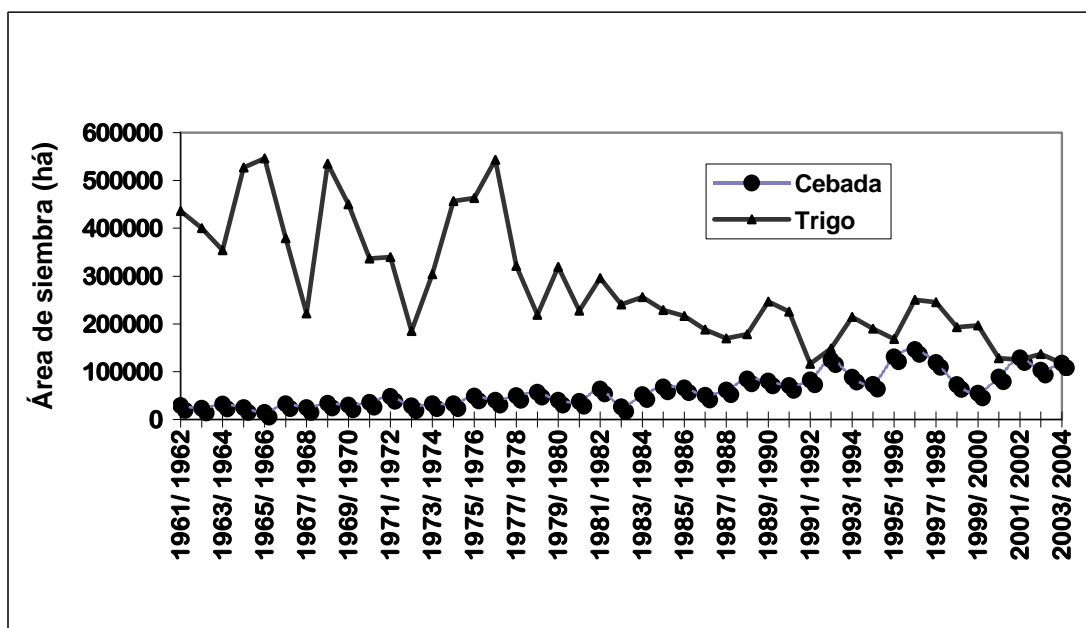


Figura 1: Evolución del área de siembra de trigo y cebada en el período 1961-2003.
Fuente: DIEA, 2003.

Esta expansión del área de cebada posiblemente se deba a tres factores relevantes: a) las dificultades soportadas por el trigo no solo en lo productivo, sino también en la comercialización frente a la certeza comercial contractual de la cebada cervecera b) las facilidades de acceso al financiamiento del cultivo que brinda el esquema de la cebada y c) la inversión industrial a comienzos de los 90 que casi triplicó la producción industrial de malta (OPYPA, 2003).

Considerando la cebada producida en el país así como también las importaciones, Uruguay exporta más del 90% de la cebada como malta principalmente con destino a Brasil. (DIEA, 2003) (Ver *Figura 2*).

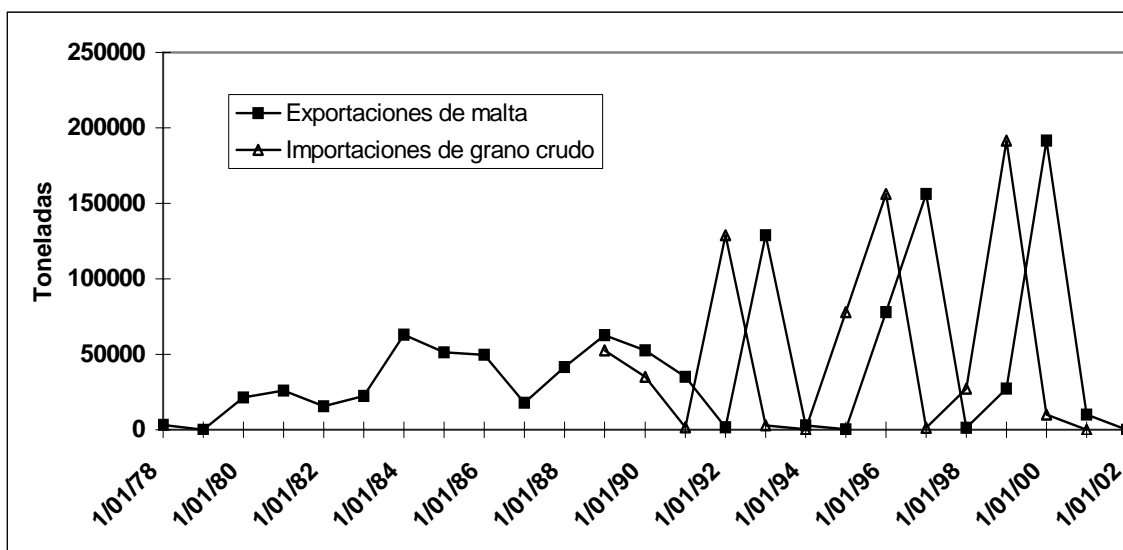


Figura 2: Exportaciones de malta e importaciones de grano crudo en el período 1978-2002. Fuente: DIEA, 2003.

La malta de cebada es usada como principal sustrato en la fermentación alcohólica para la elaboración de la cerveza.

La calidad final de la malta es una combinación de factores de producción del cultivo (variedades, suelo, clima, tecnologías de manejo, etc.) así como de los procesos de fabricación industrial de malta involucrados.

La malta a exportar debe cumplir con ciertos requisitos con el objetivo de satisfacer las necesidades de nuestros demandantes. Brasil compra maltas para fabricar determinados tipos cerveceros. Dichas maltas deben tener buenos rendimientos cerveceros (litros de cerveza por cantidad de malta procesada). La complejidad de la demanda puede visualizarse en la serie de parámetros que aparecen en el Cuadro 1 (una descripción detallada de los parámetros de calidad de malta será brindada en la Sección 2.3).

Cuadro 1: Estándares de malta requeridos por las principales cervecerías de la región.

Parámetros de malta *	Unidades	Estándares de malta
Humedad	%	Menor o igual a: 4.5
Extracto	%	Mayor o igual a: 80
Diferencia de extracto	%	1.0 - 2.0
Proteínas totales	%	10 - 11.5
Nitrógeno soluble total	mg /100g	650 - 800

Viscosidad	mPa.s	Menor o igual a: 1.55
Poder Diastásico	UWK	Mayor o igual a: 250
Actividad de α -amilasa	U.D	Mayor o igual a: 40
Atenuación final	%	79 - 82
Friabilidad	%	Mayor o igual a: 80
Índice de Kolbach	%	38-43
Amino nitrógeno libre (F.A.N)	mg /100g	130 – 160
Sacarificación	Min.	Menor o igual a: 15
Beta-glucanos en mosto Congreso	mg /lt.	Menor o igual a: 200
Color	EBC	Menor o igual a: 4.5

Fuente: Estándares de empresas cerveceras de origen Nacional, Brasileño, Chileno, Mexicano, Argentino y Paraguay (comunicación personal de diferentes empresas)

* Unidades y dimensiones de los parámetros ver Sección 3.2.2.

La capacidad industrial de fabricación de malta instalada en el país es de 235.000 toneladas anuales, AMBEV (American Beverages – Brasil) posee el 75% de la capacidad y MOSA (Maltería Oriental S.A) el restante 25%.

El número de productores que sembraron cebada en el año 2004 fue de 1138, con una superficie de siembra de 136600 há., alcanzándose a cosechar aproximadamente 400.000 toneladas (Encuesta agrícola 2004-MGAP).

En la elaboración de cerveza para el consumo interno se utiliza meno del 5 % del total de malta producida aproximadamente. El grupo AMBEV fusionado en el año 2003 con el grupo BEMBERG (Cerveza Quilmes, Argentina) y en el año 2004 con el grupo Belga INTERBREW (Cerveza Stella Artois, etc.), produce el total de la cerveza consumida en el Uruguay. Las plantas elaboradoras SALUS y FNC (Fábricas Nacionales de Cerveza) producen 466.000 hectolitros por año, siendo el consumo anual per. cápita en el país de 18.4 litros (datos para el año 2004, FNC).

2.2. PROCESOS DE ELABORACIÓN DE MALTA Y CERVEZA

2.2.1. Elaboración de malta

La malta es la cebada germinada y secada que se usa como materia prima principal en la elaboración de la cerveza. El proceso de producción de malta implica tres etapas: remojo, germinación y secado, donde se varían los tiempos, las humedades y las temperaturas de acuerdo al tipo de cerveza y malta que se quieran elaborar.

En el remojo, la cebada se lava de manera de retirar el polvo y las impurezas y se lleva a un nivel de humedad que permite la hidratación y el comienzo de la actividad metabólica dentro del grano.

La germinación, implica un proceso donde la cebada es puesta a germinar por períodos de 5 a 6 días, alcanzándose valores de humedad del entorno del 50%. Dentro de este rango de humedad y temperaturas (15 y 20°C) es que se produce la síntesis y liberación de enzimas hidrolíticas.

En el secado, mediante el aumento gradual de la temperatura (de 50 a 100°C), se lleva la cebada germinada a humedades del entorno del 4 a 5 %, con lo que ocurre la inactivación enzimática y la formación de productos estables.

La combinación de variantes en estos tres procesos conduce a los diferentes tipos de malta a elaborar. En Uruguay el tipo de malta que se produce es del tipo Pilsen, destinada a la elaboración de cervezas livianas (Lager), las que se caracterizan principalmente por colores más claros y menores contenidos de alcohol.

Para poder analizar el comportamiento de los diferentes materiales genéticos se realizan pruebas de malta a diferentes escalas, una de estas es en unidades o sistemas de micromalteos que permiten trabajar con pequeñas cantidades de cebada (gramos). Debe tenerse en cuenta que los micromalteos de rutina en programas de mejoramiento y evaluación genética no tiene por objetivo el optimizar las condiciones de malteo para cada material genético en particular, sino procesar la mayor cantidad de muestras en el menor tiempo posible en condiciones estándar que permitan hacer comparaciones. Para continuar el análisis, se pasa algunas veces a malteos a escala piloto en unidades de 50 kilos o más. De todas formas, como última etapa, se realizan siempre malteos a escala industrial o comparables (toneladas) que son lo que finalmente determina si la industria acepta o no un determinado material genético.

2.2.2. Elaboración de cerveza

El proceso de elaboración de cerveza consiste en una primera etapa, en la molienda y el remojo de la malta, etapa que se denomina el braceado. Esta etapa es básicamente la extensión del proceso de malteo, donde ocurre la enzimólisis de los sustratos. Las sustancias solubles (azúcares, aminoácidos, péptidos, etc.) producidas tanto en el malteo como en el braceado son extraídas en un líquido denominado mosto, del cual se filtran las partículas sólidas.

La malta puede ser suplementada con almidones adjuntos provenientes de harina de trigo, arroz o maíz. Este almidón es convertido a carbohidratos fermentables por medio de las enzimas de la malta. Los sólidos adjuntos son usados tanto para abaratar costos como para impartir ciertos sabores o colores específicos a la cerveza.

El mosto es luego calentado y se le agrega lúpulo (*Humulus lupulus. L*) que le brinda amargor y características aromáticas a la cerveza. El calentamiento del mosto produce la inactivación total de las enzimas así como un buen proceso de esterilización.

Finalizada esta etapa, el mosto es nuevamente filtrado, retirando las partículas sólidas, es enfriado, oxigenado y se le adicionan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), las cuales convierten los azúcares fermentables en alcohol y producen varios componentes que le confieren sabor a la cerveza. Después de la fermentación (que puede ser a temperaturas entre 0 y 20°C), ocurren una serie de estados de maduración y estabilización de la cerveza luego de los cuales es finalmente envasada.

2.3. CALIDAD DE MALTA. PARÁMETROS DE CALIDAD DE MALTA.

2.3.1. Calidad de cebada y malta

La calidad de la malta está determinada o influenciada, por la calidad de la cebada que le dió origen. Según Arias, (1991), los aspectos que determinan la calidad de cebada pueden ser clasificados en caracteres subjetivos (organolépticos): color, brillo, forma del grano, aspecto de la cáscara (finura y rugosidad) y aspecto de la cebada al corte (aspecto

harinoso o vítreo); y en caracteres objetivos: humedad, pureza varietal, poder y energía germinativa, sensibilidad al agua, peso del grano, clasificación por tamaño y porcentaje de proteína.

Con respecto a los caracteres subjetivos, color y brillo dan idea de las condiciones sanitarias de maduración y cosecha: un grano sano debe presentar color amarillo pajizo con un cierto brillo.

La forma del grano debe ser lo más redonda posible ya que cuanto más redondeado el grano, por haber menor relación superficie-volumen, mayor contenido de almidón y menor de cáscara. También se asocia a la redondez, mayor uniformidad de ataque y distribución de las enzimas durante la germinación.

La cáscara del grano debe ser fina y arrugada, fina porque poco o nada de esta cáscara será solubilizada (además de conferir sabores perjudiciales al mosto) y arrugada básicamente como indicador del estado de madurez.

El aspecto de la cebada al corte hace referencia a las condiciones durante la maduración del grano, asociándose en algunos casos granos vítreos con granos de mayor contenido de proteínas y β -glucanos.

Caracteres objetivos como humedad se refieren a que aquellas cebadas con mayores contenidos de humedad se asocian a pérdidas del poder germinativo en el grano.

La pureza varietal es una característica muy importante ya que no todos los genotipos se comportan igual durante el malteo, especialmente en la absorción de agua durante el remojo. El mezclar genotipos que difieran mucho en su comportamiento no hará posible la obtención de una malta homogénea.

Poder y energía germinativa determinan la capacidad y la velocidad de germinación de los diferentes genotipos, apuntándose a germinaciones rápidas y homogéneas.

La sensibilidad al agua da idea del comportamiento que algunos lotes de cebada muestran al entrar en contacto con excesos de agua (remojo). Se manifiesta a través de una menor energía y vigor germinativo. La sensibilidad al agua de la cebada está en relación estrecha con la dormancia. Cebadas que no han alcanzado su madurez germinativa presentan alta sensibilidad al agua.

Caracteres como peso del grano, clasificación por tamaño y porcentaje de proteína serán discutidos más adelante.

Para evaluar la calidad de malta se consideran diversos tipos de análisis (determinados a partir de la malta), algunos de los cuales son muy similares a los de cebada. Análisis de caracteres subjetivos como color, olor, aspecto al corte; análisis físicos como clasificación por tamaño (zaranda) y análisis químicos (parámetros de calidad) que se detallarán en la siguiente sección.

A nivel mundial los estándares o protocolos que se siguen para evaluar estos parámetros están determinados principalmente por la European Brewery Convention (EBC) y la American Society of Brewery Chemist (ASBC).

2.3.2 Parámetros de calidad de malta

Las determinaciones de las variables de calidad de malta se realizan en diferentes etapas del proceso de la misma. La determinación de parámetros como: extracto, diferencia de extracto, atenuación límite, sacarificación, velocidad de filtración, pH del mosto, color, viscosidad, nitrógeno soluble y amino nitrógeno libre (F.A.N. "Free Amino Nitrogen") se realizan a través de la elaboración de un tipo de mosto denominado Congreso, el cual consiste básicamente en el molido, remojo y cocimiento de la malta a temperaturas de 45° C y 70° C (Ver Sección 3.2.2.5). Humedad, proteína total y friabilidad, son determinadas directamente sobre la malta, mientras que para determinar el poder diastásico, es necesario la elaboración de un mosto a 40° C (Ver Sección 3.2.2.7).

A continuación se presenta una breve descripción de los parámetros de calidad de malta.

2.3.2.1. humedad, extracto, diferencia de extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad, homogeneidad, viscosidad, proteína total, nitrógeno soluble e Índice de Kolbach, FAN (amino nitrógeno libre), β -glucanos, sacarificación, Índice de Hartong a 45°C, actividad α -amilasa, color y pH.

Los protocolos de determinación de los parámetros humedad, extracto poder diastásico, atenuación límite, friabilidad, homogeneidad, viscosidad, proteína total, nitrógeno soluble e índice Kolbach, serán vistos en la Sección 3.2.2.

a) La humedad de la malta se determina mediante la comparación de pesos de la muestra secada en estufa a 105°C durante tres horas con la malta sin secar. Su valor se expresa como porcentaje de agua contenida en la muestra. Valores superiores a 5 % se asocian a mala conservación sanitaria de la malta.

b) El extracto se define como el porcentaje de sustancia seca de la malta que se disuelve en el mosto durante el braceado. Esta directamente relacionado con el rendimiento en litros de mosto y por lo tanto con la cantidad de un determinado tipo de cerveza que un fabricante puede obtener con una malta. El principio de este método es que el extracto contenido en la malta, (luego del braceado y la filtración), es determinado a través de la densidad específica del mosto medida con un densímetro a 20°C. Los valores de extracto se expresan como porcentaje referido a gramos de extracto cada 100 gramos de mosto. Valores superiores a 80 % indican maltas con buenos rendimientos cerveceros (litros de cerveza por cantidad de malta procesada)

c) La diferencia de extracto, es la diferencia medida en porcentaje, entre el extracto determinado a través de una molienda fina (0.2 mm) y un extracto determinado a partir de una molienda gruesa (1.0 mm). Esta diferencia se considera como buen indicador de la modificación (degradación de paredes celulares y matriz proteica) de la malta, adjudicándose a las menores diferencias, los mejores resultados. En general valores superiores a 2 % indican maltas con mala modificación, lo que lleva a menores rendimientos cerveceros.

d) El poder diastásico representa la actividad colectiva de un conjunto de enzimas que degradan el almidón siendo la β -amilasa la que más contribuye a la determinación de este parámetro. El principio de este método es la extracción de las enzimas de malta en un baño con agua a 40°C, el procedimiento implica hidrólisis de una solución de almidón por el extracto enzimático de la malta. El resultado se expresa como gramos de maltosa cada 100 gramos de malta y referenciado como Unidades Windish Kolbach (U.W.K). Valores inferiores a 250 U.W.K indican maltas con baja capacidad enzimática para la degradación de almidones.

e) La atenuación límite permite determinar la fracción fermentable del extracto, se expresa como porcentaje del extracto total. El principio de este método es la determinación de la fermentabilidad del mosto utilizando levadura estándar previa inactivación de las enzimas amilolíticas presentes en el mosto. Valores menores a 79 % refieren a maltas con bajos valores de fermentabilidad (menor contenido de alcohol y mayor contenido de sustancias de alto peso molecular no deseables en la cerveza), así como valores superiores a 83 % indican maltas con valores excesivos de fermentabilidad (degradación excesiva de sustancias, las que le confieren diferentes características no deseables a la cerveza).

f) La friabilidad se refiere al grado de modificación de los granos de malta e indica con que facilidad una malta puede ser molida. El principio de este método es la fragmentación por acción mecánica de la malta a través del uso del friabilímetro. Los fragmentos retenidos en la malla del friabilímetro luego de 8 minutos de molienda son pesados y expresados en porcentaje como diferencia con respecto al total de la muestra. Valores menores a 80 % indican maltas con mala modificación, con posibles problemas en la molienda de la malta, asociado a bajos rendimientos cerveceros.

g) La homogeneidad de la malta se determina con el friabilímetro, como paso siguiente a la determinación de la friabilidad. El método consiste en separar con zaranda los fragmentos retenidos en la malla del friabilímetro, usados para la determinación de la friabilidad, durante un minuto y recoger todo el grano superior a 2.2 mm. El resultado de la medida de homogeneidad se calcula como la diferencia a 100 del doble del peso del material retenido por la zaranda de 2,2 mm. En general valores inferiores al 95 % se asocian a maltas con mala modificación.

h) La viscosidad refiere a la capacidad de fluir de los líquidos y en este caso a la capacidad de fluir del mosto Congreso. El principio de este método consiste en la utilización del viscosímetro de bola. La viscosidad se calcula según el tiempo de caída de la bola a través del mosto, para una distancia definida. Dicho resultado se expresa en mPa.s (milipascales por segundo) como el producto del tiempo de caída de la bola, corregido por la diferencia de densidades de la bola y el mosto, y por una constante (K) que depende de cada viscosímetro. Valores superiores a 1.55 mPa.s se asocian a maltas con alto contenido de β -glucanos (componente de la pared celular del endosperma que causa problemas en la elaboración de cerveza).

i) El contenido de proteína total se realiza a través de la determinación del nitrógeno orgánico contenido en la malta, por el método de Kjeldhal. La muestra es digerida con ácido sulfúrico para dar sulfato de amonio. Con el agregado de hidróxido de sodio se libera amoníaco que es destilado hacia una solución saturada de ácido bórico. El amoníaco es titulado con ácido clorhídrico. El resultado se expresa en gramos de nitrógeno cada 100g de malta, multiplicado por 6.25 expresa el porcentaje de proteína. El rango de valores aceptado por la industria es de 10.0 a valores cercanos a 12.0 %. Valores inferiores a 10 % se asocian a maltas con bajo poder diastásico, problemas en la nutrición proteica de las levaduras durante la fermentación y baja espuma en la cerveza. Valores superiores a 12 % se asocian con bajos rendimientos cerveceros y problemas en la estabilidad y conservación de la cerveza.

j) El nitrógeno soluble total es la cantidad de nitrógeno de la malta que se solubiliza en el mosto. El mismo se expresa en mg cada 100g de malta (base seca). Cuando este nitrógeno soluble se determina a partir de un mosto Congreso y se relaciona al nitrógeno total contenido en la malta, se obtiene el llamado índice de Kolbach, expresándose como el porcentaje de proteína soluble en la proteína total de la malta. Valores de nitrógeno soluble superiores a 800 mg/100g de malta pueden originar problemas en la estabilidad de la cerveza así como bajos rendimientos cerveceros. Valores inferiores a 650 mg cada 100g de malta pueden producir problemas en la fermentación del mosto y bajo contenido de espuma en la cerveza. En general valores de índice de Kolbach superiores a 43 % indican una excesiva degradación proteica de la malta así como valores inferiores a 38 % indican una pobre degradación.

k) El F.A.N corresponde a la fracción α -amino nitrógeno del nitrógeno soluble en malta. Esta fracción se asocia con los requerimientos nutricionales de las levaduras para la fermentación alcohólica del mosto durante la elaboración de la cerveza. Se expresa en mg de F.A.N cada 100 gramos de malta (base seca). Valores inferiores a 130 mg/ 100g de malta indican cantidades insuficientes de F.A.N para el normal desarrollo de las levaduras. Valores superiores a 160 mg /100g de malta se asocian a características no

deseables durante la elaboración de la cerveza (color, aroma, estabilidad coloidal, conservación, etc.).

l) En la cebada los β -glucanos representan alrededor del 75% de las paredes celulares del endosperma. Uno de los métodos para determinarlos (Método McCleary, 1986) consiste en la extracción de β -glucanos de alto peso molecular contenidos en el mosto, posterior digestión enzimática de los mismos (linqueasas y β -glucosidasas) y cuantificación de los azúcares reductores, resultados de la hidrólisis, mediante espectrofotometría. El resultado se expresa en mg de β -glucanos por litro de mosto. Valores superiores a 200 mg/L de mosto se asocian a problemas en la elaboración de la cerveza (problemas de filtración del mosto, turbidez y conservación de la cerveza, etc.).

ll) El tiempo de sacarificación se mide durante la realización del mosto Congreso. Cuando se alcanzan los 70°C se toma una muestra de mosto y se le agrega una gota de solución de yodo, determinándose el tiempo (en minutos) del viraje de color violáceo hacia el amarillo. Valores mayores a 15 min. indican insuficiente actividad de las enzimas que participan en la hidrólisis del almidón. (Ver sección 2.4.4)

m) Hartong y Kretschmer elaboraron un test, a partir de la obtención de mostos a cuatro diferentes temperaturas: 20, 45, 60 y 80°C, durante una hora. El extracto obtenido en esas condiciones se relaciona con el que se obtiene mediante el método Congreso. Esta relación se expresa en un número relativo (Verhältniszahl = VZ). Con los cuatro números relativos se obtiene el número de Hartong. El Índice de Hartong a 45°C (VZ 45) está relacionado con la capacidad enzimática de las proteasas y de las enzimas amilolíticas que actúan a bajas temperaturas, con excepción de la α -amilasa. Valores inferiores a 37 se asocian a baja actividad enzimática (principalmente hidrólisis proteica) de la malta.

n) La actividad de la α -amilasa en una malta se expresa como tiempo de dextrinización (U.D) de una solución estándar de almidón en presencia de un exceso de β -amilasa. La α -amilasa es extraída con una solución de cloruro de sodio y su actividad se determina visualmente a través de comparación con estándares de color, los cuales indican el remanente de almidón en solución que no es atacado por la enzima. (Ver disolución amilolítica 2.4.4). Para que la hidrólisis de almidón de la malta proceda correctamente son necesarios valores superiores a 40 U.D.

ñ) El color de la malta contribuye en forma significativa a determinar el color de la cerveza. El color es determinado por comparación con discos de colores estándar (EBC) o por espectrofotometría (Bamforth *et al*, 1993). La actual demanda de cervezas tipo livianas (Lager) establece colores inferiores a 4.5 EBC. Colores superiores a 4.5 EBC indican reacciones químicas entre las distintas fracciones de nitrógeno y carbohidratos no deseables para este tipo de cervezas.

o) Las medidas de pH se realizan empleando un peachímetro. El valor de pH da idea de la capacidad buffer del mosto. Valores menores a 5.5 influyen negativamente durante la fermentación del mosto.

2.3.3. Índices de calidad de malta.

Varios de los parámetros de calidad de malta señalados anteriormente se agrupan en ecuaciones para desarrollar índices de calidad que son utilizados con distintas finalidades. Uno de los casos es el índice de calidad de micromalteo empleado para identificar y seleccionar genotipos de cebada cervecera con mejores atributos de calidad. Este no es un índice de calidad comercial sino una forma de facilitar la selección de materiales mediante la identificación de las características de calidad más salientes.

En Uruguay se ha diseñado un índice a partir de una propuesta de la Mesa Nacional de la Cebada (organismo que nuclea las empresas del sector y los centros de investigación). Este pondera: extracto, poder diastásico, viscosidad, friabilidad y atenuación límite (construcción del índice Ver Sección 3.2.3).

2.4. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO DE CEBADA. PROCESOS BIOQUÍMICOS DURANTE EL MALTEO Y SU RELACIÓN CON CALIDAD DE MALTA.

2.4.1 Estructura y composición del grano de cebada

En un corte de grano de cebada (cariopse) se pueden identificar diferentes tejidos como ser: cáscara, pericarpio, testa, capa de aleurona, capa de células comprimidas, endosperma, y embrión, los cuales sufren diferentes modificaciones durante el malteo. (Esau, 1976; MacGregor, 1991; Duffus *et al*, 1992; Duffus *et al*, 1993). (Ver *Figura 3*).

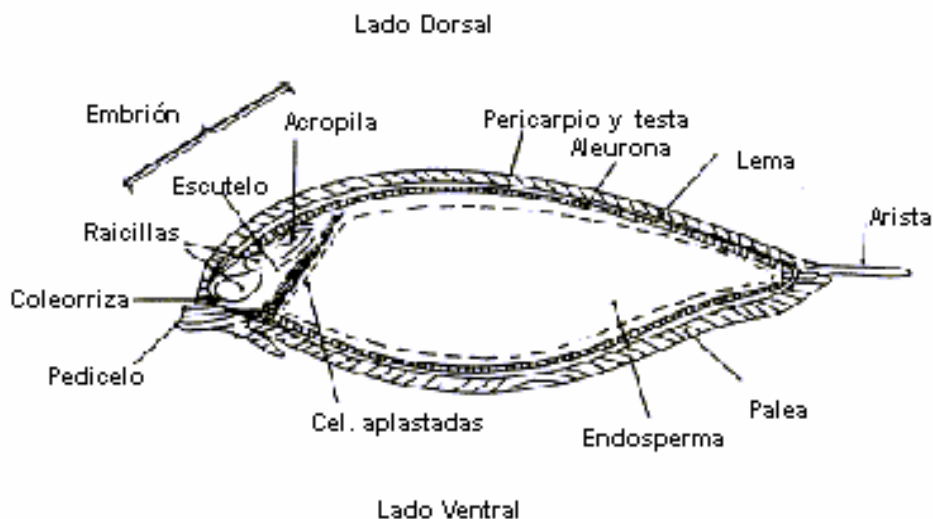


Figura 3: Corte longitudinal de un grano de cebada. Fuente: Modificado de Wallwork *et al*, 1998.

La cáscara corresponde a la lema y palea fusionadas al pericarpio, es el tejido exterior que rodea totalmente al grano excepto en el ápice y en la base. Es aproximadamente 10% del peso del grano conteniendo altos niveles de silicato y celulosa con niveles significativos de lignina y pentosanos (MacGregor, 1991).

El pericarpio representa alrededor del 3% del total del peso del grano maduro, circundando el grano entero. Existen dos tejidos diferentes en el pericarpio, el interno y el externo. Durante los primeros estados de desarrollo del grano, el pericarpio externo es un tejido grueso y translúcido, que contiene pequeños gránulos de almidón y bajos niveles de α -amilasa. El pericarpio interno es delgado, sin aparente actividad de α -amilasa y contiene clorofila que le confiere una coloración verde. En el grano maduro el pericarpio externo se restringe a una capa de células comprimidas y el interno a dos y tres capas de células atravesadas (“cross cell”) de pigmentación amarilla producto de la descomposición de la clorofila. Así el pericarpio, como un conjunto, es un tejido relativamente delgado de células muertas. (Esau, 1976; MacGregor, 1991; Duffus *et al*, 1992; Duffus *et al*, 1993).

Los mismos autores citan que de los dos tegumentos que forman la pared del óvulo (tegumento interno y externo), el tegumento interno degenera durante la antésis para

formar la testa. La misma representa alrededor del 1.5% del peso del grano maduro y consiste en dos capas de células ligadas, representada por una gruesa capa cuticular exterior y otra interior más delgada. La cutícula exterior es continua alrededor del grano excepto en la región de la micrópila y en la conjunción de la testa con el pericarpio, en la zona de la hendidura. Ambas capas son ricas en sustancias fenólicas capaces de reaccionar y restringir el acceso de oxígeno al embrión durante la germinación.

Otro tejido que se diferencia a partir de la antésis corresponde al endosperma amiláceo, representa alrededor del 70 % del peso del grano maduro, siendo sus mayores componentes: almidón y proteína. La forma que adopta este almidón es en forma de gránulos asociados a proteínas. Estas proteínas están dispuestas en forma de una matriz, en donde los gránulos están embebidos (Ver *Figura 4*). Estos componentes están contenidos dentro de una red celular extendida en el endosperma. Las paredes celulares de esta red obstruyen el movimiento del agua a través del endosperma y protegen al contenido celular, almidón y proteína, de las enzimas hidrolíticas formadas durante la germinación. Lo que refiere a almidón y proteína así como también lo que corresponde a paredes celulares, será analizado más adelante (Ver Sección 2.4.2; 2.4.3; 2.4.4).

Durante el desarrollo del grano las células de la periferia del endosperma, excepto en la zona de conexión escutelo-endosperma (células comprimidas), se desarrollan y se diferencian del resto del endosperma para formar la capa de aleurona. Representan alrededor del 10% del peso del grano y varían mucho respecto al resto de las células del endosperma. Las células de aleuronas están vivas y desprovistas de almidón, mientras que el resto de las células del endosperma están muertas y llenas de almidón. El estado de agregación de las distintas sustancias (proteínas, lípidos, ácido fítico y minerales) dentro de las células de aleurona le confiere un aspecto granuloso, por lo que en algunos casos se refiere al contenido celular como “granos de aleurona”. A su vez entre la capa de aleurona y el endosperma amiláceo se diferencian un conjunto de células a las que se les denomina la capa de subaleurona.

La capa de células-comprimidas corresponde a la región comprendida entre el endosperma y el escutelo. Estas células son el remanente de las células del endosperma que fueron comprimidas entre los tejidos del embrión y del endosperma durante el desarrollo y maduración del grano (MacGregor, 1991; Duffus *et al*, 1992; Duffus *et al*, 1993).

El embrión representa alrededor del 3% del peso del grano y consiste en dos secciones integradas, el escutelo y el eje. El escutelo es una estructura protectora con una capa de células epiteliales (epitelio escutelar) que termina en el endosperma. En el eje se pueden diferenciar tres unidades: la acrópila, que contiene el coleoptile y encierra los primordios foliares; la coleorriza, que encierra el sistema radicular, y entre estas dos porciones, el nudo escutelar, el cual puede dar origen a raíces secundarias. Las células del embrión son ricas en proteínas, lípidos, carbohidratos simples, minerales y el grupo de vitaminas B. Estas son células vivas y controlan el proceso de la germinación. En

presencia de cantidades suficientes de agua y de oxígeno, las células empiezan rápidamente a metabolizar. En la base del embrión está la micrópila en la cual el pericarpio es muy delgado y la cutícula de la testa es discontinua. Esta región parece ser relativamente permeable y las soluciones acuosas pasan a través de ella para acceder a la parte interna del grano (MacGregor, 1991).

Para que las reacciones bioquímicas que implican la germinación del grano durante el malteo transcurran normalmente, se tienen que dar ciertas condiciones: 1) que el grano sea viable, esto significa que el embrión este sano y capaz de sostener un crecimiento vigoroso 2) que el grano llegue a un umbral crítico de humedad del orden del 35-37% y 3) que el oxígeno este disponible, ya que las semillas viables no pueden germinar en su ausencia (Briggs, 1992).

Según MacGregor, (1995), de manera general los cambios en el endosperma durante el malteo implican la completa destrucción de las paredes celulares del endosperma, la disolución de la matriz proteica, hacer a los gránulos de almidón accesibles para la degradación enzimática y la formación de las enzimas hidrolíticas necesarias para hacer posibles estos cambios. Para analizar estos cambios se dividirán los procesos bioquímicos ocurridos durante el proceso de malteo y elaboración del mosto en: disolución citolítica, disolución proteolítica y disolución amilolítica.

2.4.2. Disolución citolítica

Como disolución citolítica se entiende el proceso que implica la degradación de las paredes celulares. Este proceso se considera de gran importancia para la completa modificación de la malta: las enzimas necesitan ser liberadas para poder difundir a través de los tejidos y los productos de la degradación de las paredes (principalmente β -glucanos) tienen efectos negativos en el proceso industrial cervecero (Ordoqui, 1994; Ordoqui, 1995; Speer *et al*, 2003).

En los tejidos del grano de cebada existen diferencias en la composición de las paredes celulares. En el endosperma amiláceo del grano maduro, las paredes celulares tienen una composición aproximada de 75% de β -glucanos y 20% de arabinosilanos, en tanto en la capa de aleurona dicha relación se invierte (Fincher, 1976; Bacic *et al*, 1981; Ballance *et al*, 1978, citados por Fincher, 1992). Esto es importante desde el punto de vista de tipo y actividad de cada enzima involucrada en el proceso de degradación de estos compuestos.

Los β -glucanos pertenecen a una familia de polisacáridos que varían en tamaño, estructura molecular y solubilidad en solventes acuosos. Consisten en una cadena lineal de residuos β -glucosídicos polimerizados a través de enlaces β -(1 \rightarrow 4) y β -(1 \rightarrow 3)

(Thompson *et al.*, 1977; Bacic *et al.*, 1981, Woodward *et al.*, 1983, Edney *et al.*, 1991, citados por MacGregor *et al.*, 1993;).

Según Fincher *et al.*, (1993), las principales enzimas involucradas en la despolimerización de los β -glucanos son las β -glucanasas (2 isoenzimas). Estas atacan a los enlaces β -(1 \rightarrow 4) de la cadena principal, en donde se ubica un residuo glucosídico en posición β -(1 \rightarrow 3). Una de las isoenzimas es sintetizada en el escutelo y otra en la capa de aleurona, ambas en presencia de Ca^{++} y de ácido giberélico liberado por el embrión. La acción de estas enzimas dejan como producto de reacción: tri y tetra-sacáridos.

En el grano no germinado las β -glucanasas están en muy baja actividad o ausentes, aumentando marcadamente durante la germinación (Ordoqui, 1994; MacGregor 1995). Debe considerarse que estas enzimas son termolábiles y que durante el secado puede provocarse una pérdida en su actividad de entre 50 y un 60% (Fincher 1986, citado por Ordoqui, 1994).

Los arabinoxilanos son polisacáridos compuestos principalmente por las pentosas: arabinosa y xilosa, por lo que comúnmente son llamados pentosanos (Thompson *et al.*, 1977; MacGregor *et al.*, 1993).

La despolimerización de los arabinoxilanos hacia sus contenidos monosacáridos es mediada por la acción combinada de las endo y exoxilanasas, α -arabinofuranosidasa y posiblemente la xilobiasa (Thompson *et al.*, 1977).

La degradación de los arabinoxilanos procedería primero a través del ataque por parte de la α -arabinofuranosidasa removiendo la arabinosa de la cadena principal, para así luego permitir a las endo y exo-xilanasas la liberación de xilosa (Thompson *et al.*, 1977; Fincher, 1993).

2.4.3. Disolución proteolítica

Según Osborne, (1924) citado por Shewry, (1993), se reconocen cuatro grupos de proteínas que usualmente son clasificadas de acuerdo a sus solubilidades: las albúminas solubles en agua, las globulinas solubles en soluciones salinas diluidas y las prolaminas solubles en mezclas de alcohol y agua. La fracción final, las glutelinas, son clásicamente extraídas con ácido diluido o álcali, o con el uso de detergentes.

Una manera de subdividir estos grupos es de acuerdo a sus funciones (Mifflin *et al.*, 1977, citado por Shewry, 1993), pudiéndose agrupar en dos grupos: de reserva y metabólicas. El primer grupo esta representado mayormente por las prolaminas llamadas hordeínas en cebada, pudiendo representar hasta el 60 % del nitrógeno total del grano (Wallace *et al.*, 1988).

La mayor parte de las proteínas de reserva están presentes dentro de las células del endosperma formando una matriz donde los gránulos de almidón se encuentran embebidos. Esta matriz es formada a partir de proteínas (principalmente hordeínas) que

son depositadas en el endosperma durante el llenado de grano (Duffus et al, 1992). La misma debe ser extensamente hidrolizada durante la germinación para liberar los gránulos de almidón para que estos puedan ser solubilizados durante el proceso de elaboración de la cerveza (MacGregor, 1991). Se ha estimado que alrededor del 50 % del total de proteína del grano puede ser movilizado durante el malteo (Barret et al, citado por Bamforth et al, 1993) así como el 68% del nitrógeno soluble (Burger et al, 1976 citado por Wallace et al, 1988).

La degradación proteica comienza con las endopeptidasas (proteasas) que generan péptidos largos, en los cuales las exopeptidasas (carboxipeptidasas) actúan para liberar los aminoácidos. (Rastogi, 1987 citado por Fincher et al, 1993).

Existen dos categorías de endopeptidasas (Enari et al, 1986, citado por Kihara, 2002): las cisteína (sulfhidril)-dependiente, las cuales cuentan con alrededor del 90% de la actividad y las endopeptidasas metal-dependientes. Estas enzimas son sintetizadas *de novo* durante la germinación en los tejidos vivos del grano en respuesta a las giberelinas. Las endopeptidasas son esenciales para la modificación del grano; ellas degradan las proteínas de reserva especialmente hordeínas y glutelinas (Osman, 2002). Algunos autores aseveran que estas enzimas son termolábiles o sensibles al calor producido durante la etapa de secado en el malteo (Kringstad et al, 1957 citado por Bamforth et al, 1993; Baxter, 1976 citado por Wallace, 1988). Osman, (2002), por su parte establece que estas enzimas permanecen prácticamente intactas durante esta etapa.

Según Guerin et al, 1992, citado por Osman, (2002), estas enzimas actúan también activando importantes enzimas como la β -amilasa.

Las carboxipeptidasas están presentes en altos niveles en cebada y se incrementan en la germinación. Estas son resistentes al calor (Narziß et al, 1975, citado por Bamforth et al, 1993). Cinco de estas enzimas han sido identificadas en cebada. Ellas varían en su sustrato específico, tamaño molecular y en el estado o momento en que se desarrollan durante el malteo. Estas enzimas son sintetizadas y activadas en el escutelo y endosperma (Mikola et al, 1972 citado por Wallace, 1988; Holwerda, 1992 citado por MacGregor et al, 1996).

La presencia de aminopeptidasas ha sido reportada en malta pero solo en el embrión y la aleurona, no incrementándose su actividad durante la germinación (Wallace et al, 1988; Fincher et al, 1993).

2.4.4. Disolución amilolítica

Se estima que el almidón contenido en el grano de cebada puede variar en el rango de 50 a 75% dependiendo tanto de factores genéticos como ambientales así como también

del método analítico de estimación (Duffus *et al.*, 1993, MacGregor, 1991). Se considera que la mayor parte de la disolución del almidón ocurre en el braceado, debiendo ser mínima la disolución durante el malteo (Macleod *et al.*, 1992).

La forma que adopta el almidón en el endosperma es en forma de gránulos, los que varían en tamaño, número y composición. Estos se distinguen en: gránulos de Tipo-A, que tienen en general un diámetro entre 10-25 μm , los cuales representan el 90% del peso del almidón pero solo el 10% en número del total de gránulos, y gránulos Tipo-B que varían en el orden de 2-5 μm representando el 10% del peso, pero el 90% del número total de gránulos (MacGregor, 1991). (Ver *Figura 4*).

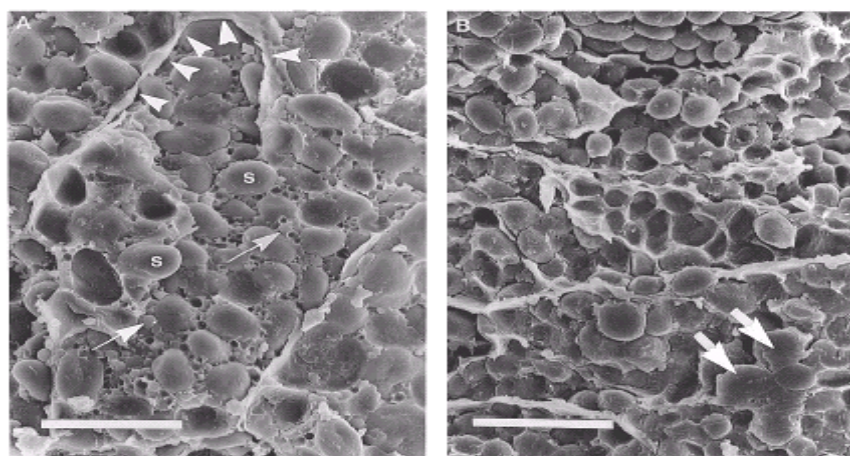


Figura 4. Endosperma amiláceo mostrando gránulos de almidón Tipo A (s), Tipo B (flechas pequeñas), pared celular (puntas de flecha) y depósitos de proteína (flechas grandes). Fuente: Wallwork *et al.*, 1998.

El almidón está formado por dos tipos de polisacáridos: la amilosa y la amilopectina. El almidón en el endosperma del grano de cebada contiene alrededor de 25% de amilosa y 75% de amilopectina. La amilosa consiste en cadenas largas y en general muy poco ramificadas de unidades de D-glucosa conectadas por enlaces α -(1 \rightarrow 4), en cambio la amilopectina se encuentra altamente ramificada (MacGregor *et al.*, 1993). Los enlaces glucosídicos que unen residuos sucesivos de glucosa en la cadena de amilopectina son de tipo α -(1 \rightarrow 4), pero los puntos de ramificación, que se producen cada 21-25 residuos glucosídicos son enlaces α -(1 \rightarrow 6) (Kano *et al.*, citado por MacGregor *et al.*, 1993). (Ver *Figura 5*)

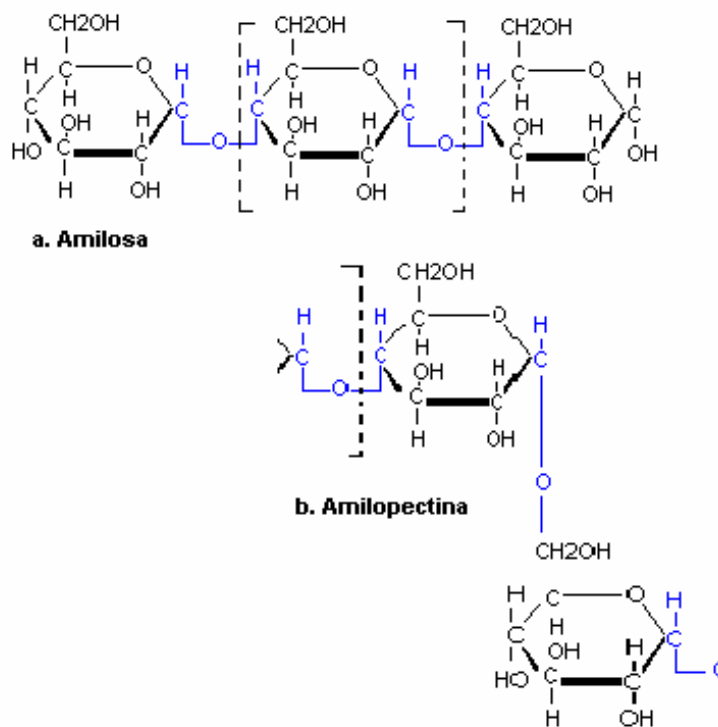


Figura 5: Estructura básica de la amilosa (a) y la amilopectina (b). Fuente: Modificado de Bernfeld, 1951.

Las enzimas involucradas en la degradación del almidón son: α -amilasa, β -amilasa, enzimas desramificadoras (principalmente dextrinasa límite) y α -glucosidasa. En general estas enzimas se presentan en más de una forma (isoenzimas) en el grano de cebada (Briggs, 1992).

La α -amilasa está esencialmente ausente en el grano maduro no germinado, generándose durante la germinación. Este tipo de enzima ataca los enlaces α -(1 \rightarrow 4) del almidón en forma aleatoria, liberando una compleja mezcla de maltodextrinas (MacGregor, 1995; Bernfeld, 1951; Brena *et al.*, 1996) (Ver *Figura 6*). Esta enzima se forma en la capa de aleurona y en el escutelo, su liberación es dependiente del nivel de giberelinas e iones de calcio (Briggs, 1992). Según Greenwood, 1968 citado por Brena, (1996), el rango de temperaturas óptimas para el ataque de esta enzima es de 48 – 55° C.

La β -amilasa no tiene acción sobre los gránulos intactos de almidón los cuales deben primero ser atacados por la α -amilasa o posiblemente por la α -glucosidasa (Briggs, 1992). Esta enzima ataca el penúltimo enlace de la cadena de almidón liberando maltosa. (Briggs, 1992; MacGregor, 1995; Brena *et al.*, 1996; Bernfeld, 1951). (Ver *Figura 6*).

En contraste con la α -amilasa, la β -amilasa existe preformada en el grano maduro no germinado y poco o nada es formada en la germinación. Esta enzima se concentra en el endosperma amiláceo, principalmente en la región de subaleurona, y se encuentra bajo dos forma, una libre y otra ligada, la cual incrementa su actividad durante la germinación (Grime y Briggs, 1995; Broadbent y Palmer, 2001; Briggs, 1992).

Esta enzima es termolábil (Swanston, 2001), inactivándose rápidamente a partir de los 60 – 65°C (Axcell *et al.*, 1980; Moll *et al.*, 1981, citados por MacGregor, 1992).

Tanto la α como β -amilasa actúan específicamente sobre los enlaces α -(1→4) que unen los residuos de glucosa del almidón (Ver *Figuras 5 y 6*). Los enlaces α -(1→6) son atacados por las enzimas desramificadoras, actuando sobre los oligosacáridos producto de la hidrólisis del almidón (MacGregor, 1995; Brena *et al.*, 1996).

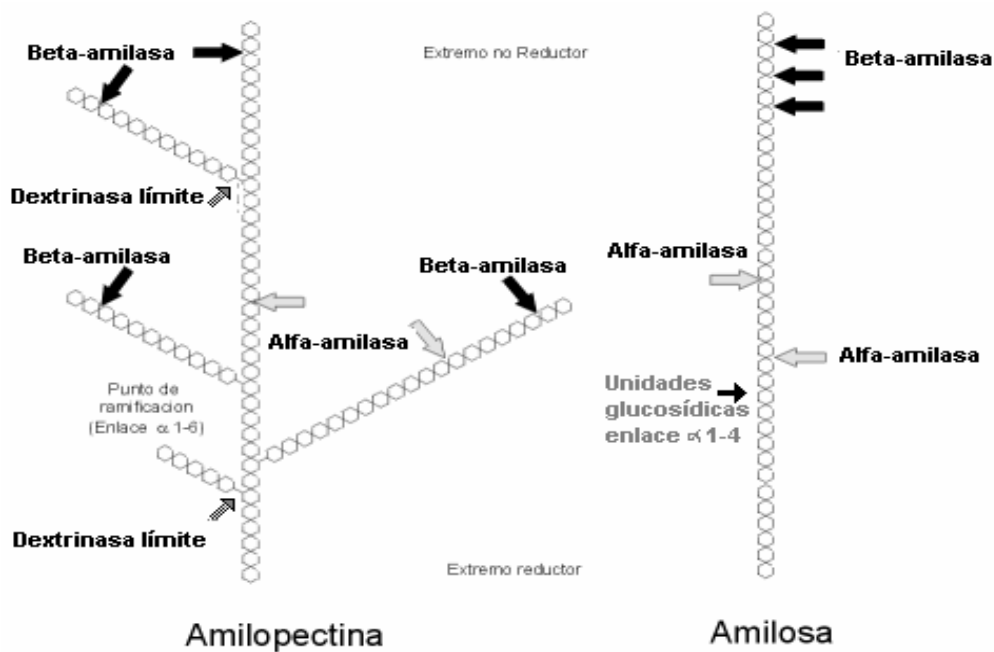


Figura 6: Sitios de acción de la α -amilasa, β -amilasa y dextrinasa sobre la amilosa y amilopectina. Fuente: Modificado de Bernfeld, 1951.

Las enzimas desramificadoras, principalmente la dextrinasa límite, actúan hidrolizando los enlaces α -(1→6) en la amilopectina así como también sobre las dextrinas liberadas por la α -amilasas (Ver *Figura 6*) (Briggs, 1992; MacGregor, 1987 citado por Fincher *et al.*, 1993). Esta enzima se encuentra en bajas concentraciones incrementándose en cantidad durante la germinación debido principalmente a su síntesis *de novo* en la capa de aleurona inducida por las giberelinas (Hardie, 1975 citado por

Fincher et al, 1993). Esta enzima al igual que la β -amilasa no tiene acción sobre los gránulos intactos de almidón (Maeda et al, 1978 citado por Fincher et al., 1993).

La α -glucosidasa aparece en granos no germinados en cantidades sustanciales. Durante la germinación, la cantidad de esta enzima se incrementa; se sugiere que la misma está confinada prácticamente al embrión y a la capa de aleurona y poca es liberada hacia el endosperma durante la germinación. La α -glucosidasa pueden degradar la maltosa, isomaltosa y otros oligosacáridos derivados de la degradación del almidón liberando glucosa (Briggs, 1992).

2.4.5. Influencia de los procesos bioquímicos en la calidad de malta.

Estudiando los aspectos relacionados a la calidad de cebada cervecera Arias, (1991), hace una asociación entre los procesos bioquímicos anteriormente citados y los parámetros de calidad de malta. Poder diastásico y sacarificación son observados como parámetros relacionados directamente a la actividad de enzimas amilolíticas, por lo tanto estimadores del proceso de disolución amilolítica. La viscosidad del mosto, friabilidad y diferencia de extracto, directamente relacionados a la disolución citolítica. Porcentaje de proteína de la malta, índice de Kolbach, nitrógeno soluble en mosto y FAN, relacionados a la disolución proteica. El extracto y la atenuación límite son interpretados como el resultado total de los procesos bioquímicos implicados.

Alrededor del 90 % del extracto esta constituido por carbohidratos, de los cuales la mitad corresponden al disacárido maltosa, un 25 % a dextrinas y el resto incluye pentosanos, glucanos y otros. El restante 10 % consiste en péptidos, aminoácidos, ácidos nucleicos y productos de su hidrólisis, en menor proporción, lípidos, vitaminas y minerales (Scriban, 1975 citado por Arias, 1991).

Muchos estudios reportan una correlación negativa entre el extracto y el porcentaje de proteína en cebada (Bishop, 1930; Shildbach, 1985; Smith, 1990; García del Moral et al, 1998; Molina-Cano et al, 1995; Molina-Cano et al, 2000). Los procesos bioquímicos que llevan a que se establezca esta relación no están del todo claro pero una de las explicaciones surge a través del rol físico que cumplen las hordeínas como el mayor componente de la matriz proteica, donde los gránulos de almidón están embebidos. Esta fracción de proteína limitaría el ataque enzimático de los gránulos de almidón y por lo tanto el logro de mayores extractos (MacGregor, 1991; Palmer, 1989 citados por Molina-Cano, 2000; Molina-Cano et al, 1995; Shildbach, 1985).

MacGregor, (1991); MacgGegor et al, (1996) sugieren que la carencia de extracto y/o azúcares fermentables en el mosto puede ser debido a una pobre modificación de la malta. Si las paredes celulares y las proteínas de reserva no son suficientemente

hidrolizadas en el endosperma durante el malteo, los gránulos de almidón permanecerán embebidos en el interior de las paredes celulares del endosperma. En este estado los gránulos gelatinizan incompletamente durante el braceado y por lo tanto serán menos accesibles a las enzimas amilolíticas (Lauro *et al.*, 1993, citado por Gunkel *et al.*, 2002).

Según Morgan, (1983) citado por Osman, (2002), las endopeptidasas (que degradan proteínas de reserva especialmente hordeínas y glutelinas) son el parámetro más correlacionado con el extracto.

Molina-Cano, (2002), estudiando diferencias entre cebadas cultivadas en diferentes zonas de Europa, estableció que el valor de extracto se incrementa con el aumento del índice de Kolbach, atenuación límite y degradación de los beta-glucanos, y decrece con el aumento de la proteína en cebada, β -glucanos en malta y viscosidad.

Según Gibson *et al.*, 1995, existe una relación lineal entre poder diastásico, α -amilasa, β -amilasa y dextrinasa límite, pero las β -amilasas son las que más contribuyen a la generación de poder diastásico.

Existe una relación positiva entre poder diastásico y proteína en grano. Esta relación se atribuye al rol de las proteínas en proveer de nitrógeno amino para la síntesis enzimática (Arends, 1994 citado por Gibson *et al.*, 1995).

Broadbent *et al.*, (2001) establecen que la actividad de la β -amilasa depende no solo del contenido de proteína del grano de cebada sino también del grado de empaquetamiento del endosperma (vítreo o harinoso), niveles de sales solubles de proteínas y de los niveles de hordeína.

MacGregor *et al.*, (1996), sugieren que la β -amilasa es muy importante durante el braceado, siendo la responsable de la degradación del almidón y de los productos de la hidrólisis que produce la alfa-amilasa liberando maltosa, el carbohidrato más abundante en el mosto. Gibson *et al.*, (1995), encontraron que los valores de poder diastásico y beta-amilasa son afectados tanto por el genotipo como por el ambiente.

Se entiende por atenuación límite al grado de fermentabilidad del mosto. Para MacGregor, (1991), al igual que lo explicado para extracto, existe una relación directa entre atenuación límite y modificación de endosperma, explicada por la carencia de extracto y/o azúcares fermentables en el mosto. Esto sería resultado de una gelatinización incompleta de los gránulos de almidón durante el braceado, producto de una insuficiente hidrolización de las paredes celulares y proteínas de reserva del endosperma durante el malteo.

En base a que uno de los principales sustratos para la fermentación por parte de las levaduras es la maltosa, tanto la actividad de la β -amilasa como su termoestabilidad se asocian con el grado de fermentabilidad del mosto (Kihara *et al.*, 1998). (Ver Sección 2.4.4). Según Gunkel *et al.*, (2002), las variaciones en atenuación límite responden a las variaciones en la concentración de carbohidratos en el mosto, principalmente maltosa.

El parámetro friabilidad es indicador del grado de modificación citolítica. Darlington *et al.*, (1995), estudiando las propiedades de harinas friables y residuos no friables, en dos muestras de cebada malteada de diferentes contenido de nitrógeno (1,45% y 1,66%), concluyen que los mayores niveles de proteína en el endosperma causan una agregación la cual limita la hidratación del endosperma y por tanto su modificación durante el malteo, con pérdidas en valores de extracto (Agu *et al.*, 2003a).

Según Fox *et al.*, (2001b), la friabilidad es afectada tanto por el genotipo como por las condiciones de crecimiento de la cebada. Para este autor, estudiando siete líneas de cebada en estado avanzado de mejoramiento de variedades Australianas, la friabilidad se asoció en forma negativa con proteína en el grano y β -glucanos en malta y mosto y en forma positiva con diferencia de extracto e índice de Kolbach (Shildbach, 1985). Estas relaciones han sido estudiadas por varios autores citados por Fox *et al.*, (2001b) y la mayoría de estos estudios reportan una correlación altamente negativa entre friabilidad y viscosidad. Según los mismos autores esta relación se explica principalmente por el mayor contenido de β -glucanos de la fracción no friable en maltas pobremente modificadas.

La viscosidad se asocia a problemas de filtrabilidad del mosto en el procesamiento industrial. García *et al.*, (1998), resaltan que viscosidades bajas no indican necesariamente un contenido total menor de β -glucanos, sino que el tamaño molecular de estos β -glucanos es menor (producto de su degradación por parte de las β -glucanasas), y por lo tanto sus efectos pueden ser menores también. Narziß, (1990), destaca que los valores de viscosidad dependen del año, genotipo y de las condiciones de germinación (energía germinativa y sensibilidad al agua) de la cebada.

Según varios autores citados por Speers *et al.*, (2003), altos niveles de β -glucanos en cerveza junto a otros componentes como ser proteínas, polifenoles y pentosanos son observados como los principales productos, derivados de la malta, formadores de turbidez en la cerveza.

Agu *et al.*, (2001), sugieren que para lograr niveles deseables de modificación en el endosperma y altos rendimientos en extracto se requieren niveles bajos y moderados de nitrógeno (1.5% –1.7%) en el grano a ser malteado. Para Agu, (2003a), las cebadas que contienen mayores porcentajes de nitrógeno reducen la tasa de modificación del endosperma, producen menor extracto, pero liberan mayores contenidos de nitrógeno soluble y F.A.N. Por el contrario, las cebadas que contienen menores porcentajes de proteína modifican su endosperma a tasas más rápidas, rinden mayores extractos y mayores contenidos de carbohidratos en el extracto.

Las levaduras necesitan un nivel mínimo de sustancias nitrogenadas asimilables de bajo peso molecular (aminoácidos y algunos péptidos) para su metabolismo. Para Bamforth *et al.*, (1993), niveles excesivos de F.A.N son indeseables ya que afectan la estabilidad microbiológica de la cerveza. Es crítico que los niveles de F.A.N sean

controlados, ya que el nivel de aminoácidos en el mosto determina el grado en el cual las levaduras producirán sustancias que confieren sabor a la cerveza, como ésteres, alcoholes y componentes sulfurosos (Bamforth et al, 1993).

El índice de Kolbach, en conjunto con otros parámetros como la friabilidad, es observado como indicador de la modificación de malta y en particular de la modificación proteica (Kihara et al, 2002, Bamforth et al, 1993). Un bajo porcentaje de este índice se interpreta como una mala modificación proteica durante la elaboración del mosto. Esto lleva a que sustancias proteicas de alto peso molecular contenidas en el mosto afecten posteriormente la estabilidad y conservación de la cerveza. Sin embargo valores demasiados altos de este índice indican una excesiva modificación proteica, lo que trae como consecuencia un excesivo molido de la malta, efectos negativos en el desarrollo de las levaduras y baja estabilidad de la espuma en la cerveza (Bamforth et al, 1993).

Al evaluar la sacarificación, tiempos excesivos de cambio de color pueden ser interpretados como insuficiente modificación del endosperma durante el malteo, dificultad en el ataque del almidón en el braceado o posible destrucción de las enzimas durante el secado de la malta (Cervecería Brahma, 1990).

El color de la malta se relaciona con el contenido de aminoácidos y azúcares (por lo tanto a la modificación). Altos niveles de estas sustancias y altas temperaturas, se combinan para producir colores intensos (Bamforth et al, 1993).

Respecto al contenido de humedad de la malta, excesivos porcentajes de humedad son indeseables principalmente por aspectos que refieren a la conservación de la malta. El contenido de humedad en conjunto con el color y los contenidos de enzimas, son indicativos de la severidad con que la malta fue secada.

2.5 ASPECTOS GENÉTICOS Y DE MANEJO DEL CULTIVO QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CEBADA CERVECERA.

Determinadas características distinguen a la cebada con destino a ser malteada de la que no será utilizada con ese fin. Si bien existen un conjunto de características que

definen a la calidad de cebada, básicamente esta separación esta dada por el tamaño de grano, proteína y aspectos sanitarios.

Para que la cebada sea malteada el grano debe ser viable, el tamaño de grano debe ser superior a 2.5 mm, tener valores de proteína del entorno al 12 % y ser una semilla sana. Por lo tanto el rendimiento y calidad de la cebada cervecera, valorada a través de un conjunto de características de las cuales se destacan rendimiento de grano, clasificación y proteína, estará influenciada por las condiciones de cultivo (genotipo y ambiente) y por el proceso industrial involucrado en la elaboración de malta.

2.5.1. Aspectos genéticos : Cultivares e interacción genotipo x ambiente

Estudios genéticos de componentes de rendimiento y de calidad de cebada y malta muestran diferentes resultados dependiendo de variables como: cebadas de invierno o primavera, de dos o seis hileras, variedades adaptadas o cultivares exóticos, y particularmente el ambiente en estudio. Hockett *et al*, (1985), resumieron información generada hasta ese momento en lo que respecta al componente genético para diferentes características que definen a la cebada (Ver *Cuadro 2*).

Cuadro 2: Heredabilidades en sentido amplio y estricto para componentes de rendimiento de grano y parámetros calidad. Fuente: Hockett *et al*, (1985).

CARACTERÍSTICA	HEREDABILIDAD (%)			
	Sentido Amplio (H^2A)*		Sentido Estricto (H^2E)*	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Rendimiento de grano	44	5-93	27	0-54
Número de espigas	49	3-93	34	14-66
Granos por espigas	64	15-99	39	2-91
Peso de grano	63	24-99	43	13-78
Proteína en grano	53	5-98	32	8-76
Poder diastásico	68	5-86	-	-
Extracto	57	46-69	-	-

* H^2A y H^2E representan, en forma abreviada, heredabilidad en sentido amplio y estricto respectivamente.

Puede observarse la existencia de una amplia distribución de valores y en particular valores altos de heredabilidades promedio para todas las características. De ser esto cierto para nuestros cultivares y condiciones ambientales, la tarea de seleccionar por características deseables sería relativamente fácil. La estimación de las heredabilidades (sentido amplio y estricto) de las características depende siempre de las poblaciones utilizadas (germoplasma), del ambiente y el diseño experimental utilizado.

Según Eagles et al., (1995), estudiando factores ambientales que afectan la calidad de malta en el sudeste de Australia, con variedades de distintos ciclos e incluyendo tipos no malteros, encontraron que las H²A fueron: proteína en grano 20 +/- 14%, granos < a 2,2 mm 45 +/- 24 %, extracto 44 +/- 26% y poder diastásico 44 +/- 25%. Wegrzyn et al., (1982) reporta H²A para extracto del orden del 30%.

Sparrow, (1971), trabajando con datos de tres años, cuatro sitios en Australia y con un conjunto de 40 variedades (comprendiendo materiales del Oeste de Europa, Mediterráneo, Australia y Norteamérica), estableció para poder diastásico, extracto y nitrógeno en cebada valores de H²A de 50, 57 y 5 % respectivamente.

Johnson, (1964); Ewerstson, (1977); Gothard, (1980) citados por Hockett et al., (1985); Rasmusson et al., (1966); Rutger et al., (1966), encontraron variación genética importante para contenidos de nitrógeno en malta y mosto, con valores aproximados de H²A de 77 % para nitrógeno en malta y de 67% de nitrógeno soluble en mosto.

Hockett et al., (1985), establecieron para contenidos de α -amilasa valores de H²A de 38 % (Berbigier et al., 1981), hasta valores de 97% (Hayter et al., 1978). Estos últimos autores a su vez hacen referencia a valores de H²E para contenido de α -amilasa de 65%.

Para diferencia de extracto, Ewertson, (1977); Hockett et al., (1981) reportaron diferencias significativas entre cultivares; estableciendo a su vez diferencias debido al año, localidad y fertilización nitrogenada. Wergzyn et al., (1982) reportan valores de H²A de 32% (autores citados por Hockett et al., 1985).

Morgan et al., (1983) citado por Hockett et al., (1985), observaron que tanto los β -glucanos como las β -glucanasas en malta difieren mayormente debido al genotipo más que al ambiente. Ordoqui, (1995), confirma lo mismo para los β -glucanos. Greenberg, (1977) citado por Hockett et al., (1985), determinaron para viscosidad, componente más asociado al contenido de β -glucanos, una H²A del 74% y H²E del 37%, en tanto Molina-Cano et al., (1995), encontraron valores de H²A de 43% para viscosidad, de 54% para β -glucanos totales en cebada, 19% para proteína en malta, 29% para atenuación final, 39% para el índice de Kolbach y 70% para extracto.

Por otro lado Arias, (1991), citando a Narziß, (1990), elaboró un resumen en el cual hace referencia hasta esa fecha de los estudios relacionados a la influencia que el genotipo, ambiente y tecnología de malteo empleada, pueden tener sobre los diferentes parámetros de calidad industrial de la malta (Ver Cuadro 3).

Cuadro 3: Influencia del genotipo, ambiente y la tecnología de malteo en la calidad de malta. Fuente: Arias, 1991 citando a Narziß, 1990.

Parámetros	Genotipo	Año/local	Tecnología
Extracto	***	***	*
Viscosidad	***	***	***
Proteína	*	***	0
Índice de Kolbach	**	**	**
Poder diastásico	**	**	*
Atenuación final	***	**	*

0 = ninguna

* = poca

** = alguna

*** = mucha

Los parámetros de calidad responden básicamente a un conjunto de procesos bioquímicos, que hacen tanto al desarrollo del grano como al proceso que implica el malteo y elaboración de la cerveza. Analizando los valores de heredabilidades citados hasta el momento así como lo expresado en el *Cuadro 3*, puede observarse que si bien el componente genético influye en las características de calidad, tanto la tecnología de malteo utilizada como el componente definido como ambiental (año y localidad) afectan sensiblemente al valor que tomará cada parámetro. También existe interacción genotipo por ambiente, efecto por el cual los genotipos cambian el ranking de comportamiento o la magnitud de sus diferencias de ambiente a ambiente.

Sparow, (1971), estableció interacción genotipo por ambiente (GXE) para poder diastásico y para extracto.

Molina-Cano *et al.*, (2002), estudiaron parámetros de calidad de malta para el cultivar Scarlett sembrado en el Norte (Finlandia y Dinamarca) y Sur (España) de Europa, encontrando diferencias significativas entre los parámetros de calidad medidos, para los diferentes ambientes. Las diferencias encontradas para el Norte y Sur respectivamente fueron: extracto % (82.46 vs. 81.62), proteína soluble % (4.94 vs. 5.30), viscosidad mPa.s (1.60 vs. 1.51), atenuación límite % (82.51 vs. 83.73), β -glucanos en cebada % (4.48 vs. 4.12) y β -glucanos en malta % (1.53 vs. 1.06). Según estos autores las diferencias encontradas respondieron a las diferentes condiciones ambientales entre el Norte y Sur de Europa, que podrían alterar los balances hormonales, los cuales condicionarían la capacidad de la capa de aleurona para la síntesis y liberación de enzimas hidrolíticas.

Romagosa *et al.*, (2001), a su vez determinó mayores niveles de ácido abscísico (hormona directamente asociada a la dormancia y que actúa reprimiendo la germinación) en cebadas cultivadas en el Norte de Europa comparadas con las sembradas en el Sur.

Eagle *et al.*, (1995), trabajando con siete cultivares de cebada (malteros y no malteros), en dos años con condiciones ambientales contrastantes y en una única localidad, con las condiciones mediterráneas del sur de Australia, observaron que la interacción genotipo-ambiente fue significativa, aunque de mucho menor peso que el de

los efectos principales (año y cultivar), siendo las diferencias dadas por las condiciones ambientales de años contrastantes las que más influyeron en los caracteres de calidad de malta estudiados: extracto, nitrógeno en grano de malta y poder diastásico.

Ramo, (1991), citado por Molina-Cano *et al.*, (1997), estudió ocho cultivares de cebada, incluyendo tipos malteros y no malteros, a lo largo de cinco localidades de España en un único año, estableciendo que los parámetros analizados (extracto, proteína en malta, índice Kolbach y atenuación final) mostraron efectos significativos de GxE.

Swanston *et al.*, (1995), compararon dos cultivares de cebada en dos estaciones y en dos sitios de Escocia y España, encontrando efectos altamente significativos de sitio por año y efectos significativos de genotipo por año para extracto e índice de Kolbach, siendo para este último altamente significativos los efectos de genotipo por año, genotipo por localidad y año por localidad. Destacándose que las diferencias debidas a los genotipos fueron mucho menores que las diferencias dadas por los diferentes ambientes.

García del Moral *et al.*, (1998), trabajaron con diferentes líneas experimentales de cebada, sembrados en dos localidades de España durante tres años (1994, 1995 y 1996) bajo diferentes regímenes de fertilización nitrogenada y control de malezas. Estos autores coincidieron en que el factor principal que contribuyó a la mayor variación fue el ambiente (año-localidad), siguiéndole en importancia la fertilización nitrogenada y por último el genotipo. Para esas condiciones de experimento la mayor interacción fue constatada para ambiente por fertilización nitrogenada.

Fox *et al.*, (2001a), estudiaron efectos genotipo-ambiente relacionados a aspectos de calidad de malta y cebada en programas de mejoramiento en Australia y concluyeron que variaciones de ambientes (fecha de siembra y fertilización nitrogenada) afectaron significativamente a todos los parámetros evaluados ($1^{ra} + 2^{da}$; proteína en grano, peso de 100 granos, friabilidad, extracto, diferencia de extracto, índice de Kolbach, nitrógeno total, nitrógeno soluble y poder diastásico), existiendo a su vez efecto significativo de los diferentes genotipos evaluados para todos los parámetros excepto para extracto y proteína en grano. También se pudo observar para estas mismas condiciones interacción GXE para todos los parámetros analizados excepto para proteína en grano, $1^{ra} + 2^{da}$ y diferencia de extracto.

Fox *et al.*, (2001b), evaluando 15 líneas avanzadas de mejoramiento, en diferentes localidades de Australia, en el año 2000, observaron diferencias significativas explicadas por el ambiente en todos los parámetros evaluados ($1^{ra} + 2^{da}$; proteína en grano, friabilidad, extracto, índice de Kolbach, nitrógeno total, nitrógeno soluble, poder diastásico y contenido de alfa-amilasa). Esos autores no encontraron efecto del genotipo únicamente en los parámetros: tamaño de grano inferior a 2,2 mm, extracto y nitrógeno total en malta.

Swanston *et al.*, (2002), estudiaron los efectos en la germinación y propiedades malteras de cuatro líneas derivadas del cultivar Triumph para los años 1997 y 1999, bajo condiciones ambientales contrastantes (Escocia vs España), estableciendo efectos significativos del ambiente, genotipo e interacción GxE para extracto, nitrógeno soluble e índice de Kolbach para las condiciones del año 1997. Sin embargo para el año 1999 no se reportaron interacción GXE para extracto, atenuación límite, nitrógeno soluble e índice de Kolbach, existiendo efectos significativos de ambiente y genotipo para todos estos parámetros, excepto para extracto, el que no reportó efectos de variación por genotipo.

Molina-Cano *et al.*, (1997), trabajaron con cinco cultivares de cebada en seis localidades de España en dos años diferentes, si bien se reportaron diferencias genotípicas (excepto para proteína), de localidad y de año para todos los parámetros de calidad de malta, no encontraron interacción genotipo-ambiente.

Molina-Cano *et al.*, (2004), evaluaron 4 cultivares de cebada de dos y seis hileras, en España y Canadá en los años 1998 y 1999. Estos autores no encontraron interacción GXE para los parámetros de calidad de malta, siendo las mayores fuentes de variación localidad cultivar y año. Por otra parte, Rutger *et al.*, 1966; Rasmusson *et al.*, 1967; Molina-Cano, (1997), encontraron un efecto de interacción GXE bajo (extracto, poder diastásico, viscosidad y atenuación límite)

En general la bibliografía presenta una serie de experimentos con valores de variación genética y heredabilidades medias a altas para los componentes de calidad maltera que suponen escasas dificultades en la selección y la posibilidad de avances genéticos rápidos. En realidad los programas de mejoramiento tienen serias dificultades para seleccionar por estos caracteres. Varios de ellos están correlacionados negativamente y muchas asociaciones con características agronómicas relevantes no están claras. Es más, la influencia ambiental en la estimación de los valores fenotípicos es alta como lo son los efectos de interacción genotipo x ambiente.

Es posible que varios de los experimentos realizados hasta el momento no hayan incorporado de forma estructurada estos dos factores en su diseño.

2.5.2. Factores de cultivo y de manejo que afectan el rendimiento y calidad de cebada

El desarrollo del cultivo y su rendimiento final, así como la calidad del grano producido, depende de varios factores, por ejemplo: suministro de agua y nutrientes, incidencia de enfermedades y plagas, temperatura y radiación. Las prácticas de manejo

influyen directa o indirectamente a través de modificaciones en uno o más de estos factores.

La época y densidad de siembra, sistema de laboreo, elección de chacra, fertilización y sanidad, buscan ubicar al cultivo en las mejores condiciones para su óptimo desarrollo. Este óptimo desarrollo determinará el logro de los objetivos buscados: buenos rendimientos, altos porcentajes de 1^{ra} + 2^{da}, valores adecuados de proteína en grano y granos viables libres de enfermedades.

Las características agroclimáticas de nuestro país, zona de transición subtropical-templada, determinan que las variaciones entre años afecten significativamente al cultivo, condicionando tanto el rendimiento como la calidad. Nuestras características ambientales establecen una estación relativamente corta para el desarrollo del cultivo, determinándose la misma principalmente por las altas temperaturas de primavera, las cuales condicionan el llenado de grano.

La característica de alta tasa de crecimiento inicial que presenta la cebada, hace que en condiciones en las cuales se favorece el rápido crecimiento en las primeras etapas del cultivo, el exceso de materia seca afecte el desarrollo de las espigas (fertilidad de los macollos), a través de la competencia por los diferentes factores, redundando en bajas fertilidades (espigas/m²).

Otro factor que afecta el rendimiento es el momento en que se da el llenado de grano. El mismo es deseable que se de en fechas no tan tempranas que provoque pérdidas por el efecto de heladas tardías (mayores en trigo que en cebada), ni fechas tan tardías que condicionen la duración del llenado. Este concepto es un de los principales objetivos para determinar la época de siembra.

Las prácticas de manejo buscan un equilibrio tendiendo a minimizar las pérdidas de fertilidad, establecer un número y tamaño de espiga adecuado, obtener el mayor porcentaje de granos de altas clasificación y llegar a la cosecha con un grano sano.

A continuación se hará referencia a las prácticas que determinan los componentes del rendimiento y calidad de cebada cervecera, resaltando aquellos factores determinantes de la calidad de grano: rendimiento, contenido de proteína en grano, clasificación de grano y sanidad.

2.5.2.1. Prácticas de manejo de cultivo que afectan el rendimiento y calidad de cebada

El atraso en la época de siembra, desde siembras de principios de junio (tempranas) a siembras a partir de agosto (tardías), aumenta la probabilidad de obtener rendimientos bajos, mala clasificación y mayor cantidad de nitrógeno en grano. Su efecto se explica

por la incidencia de los factores ambientales (luz, temperatura y humedad), sobre el rendimiento potencial y su concreción, determinando variaciones en la tasa y duración de los diferentes estadios (Ernst et al, 1993, Castro, 1995).

Si bien Drewitt, 1987, citado por Ernst et al, (1992c) estableció que las diferencias en clasificación a favor de las siembras tempranas son el resultado del efecto de mayores temperaturas y déficit hídrico en siembras tardías, otros autores no encontraron diferencias de clasificación entre las distintas fechas de siembra (Ernst et al, (1992c).

Varios autores citados por Hoffman et al, (1992a), afirmaron que una alta producción de materia seca hasta macollaje, consecuencia de altas tasas de crecimiento, determina altos niveles de competencia en el momento de fijación del potencial de rendimiento medio por tallo. Por el contrario, una mayor producción de materia seca a macollaje, resultado del alargamiento del período de crecimiento, determinado por bajas temperaturas, se relaciona directamente con el rendimiento (Tanaka, 1969, citado por Hoffman, 1996).

Los excesos de materia seca comúnmente producidos a macollaje en siembras tempranas, se asociaron a la incidencia de vuelco y nivel elevado de nitrógeno en grano (Mellatti, 1984; Barbe et al, 1989; Beathgen, 1990 citados por Hoffman et al, 1992a). Para estos autores, en siembras tardías, mayor temperatura provocó una elevada tasa de crecimiento que determinó a su vez, una elevada producción de materia seca inicial. La susceptibilidad al vuelco, tanto en épocas de siembra temprana o en presencia de alta disponibilidad de nitrógeno, se relacionó con el incremento del peso seco y altura del cultivo, sin el correspondiente aumento proporcional de solidez de las partes basales (Black, 1975 citado por Hoffman et al, 1992a).

El efecto de diferentes densidades de siembra fue estudiado por varios autores (Ernst et al, 1993b; Hoffman, 1995; Hoffman, 1996), para un rango de población de 110 a 290 plantas por metro cuadrado. Estos autores observaron que la densidad de siembra afectó dos componentes del rendimiento potencial, espigas /m² y granos /espiga, mostrando los mayores valores para esos componentes en el rango de 50 a 200 pl/m². Según García, (1992b), entre 110 a 290 plantas por metro cuadrado, el número de plantas no afectó significativamente el rendimiento de grano, aunque en el caso de la variedad evaluada (Toscur) el porcentaje de granos mayores a 2.5 mm tendió a caer con el aumento en la densidad de plantas.

Según Perdomo et al, (1984); Korn et al, (1983) citados por Hoffman (1996), la respuesta del rendimiento a las diferentes densidades estaría explicada fundamentalmente por el material genético, siendo este el factor que más interactúa con la densidad de siembra.

Comparando los efectos de los distintos métodos de preparación del suelo para la siembra (siembra convencional vs. siembra directa) sobre los componentes de

rendimiento y calidad de grano, Ernst, (1992b) estableció que los rendimientos en siembra directa son significativamente menores, explicado principalmente por la reducción del número de espigas /m² y su rendimiento. A su vez este autor no encontró diferencias en el porcentaje de granos mayores a 2.5 mm pero sí en su contenido de proteína. La siembra directa determinó significativamente menor porcentaje de proteína en grano, adjudicándose este resultado a la menor absorción de este nutriente más que a las diferencias en condiciones de llenado. Por otro lado, Ernst, (1999); Ernst, (2000), no observó diferencias significativas en el rendimiento acumulado (siembra directa vs. siembra convencional), explicando los bajos resultados obtenidos en siembra directa debido a los bajos rendimientos logrados en los primeros cultivos luego de pastura, situación que se revierte en un sistema estabilizado de manejo de suelo sin laboreo.

El porcentaje de proteína en grano es uno de los principales determinantes de la calidad de la cebada. Según Bishop *et al.*, (1971), el incremento de proteína en grano en ambientes de alta disponibilidad de nitrógeno será más importante si va asociado a una reducción de rendimiento; por lo que el nivel de proteína en grano dependerá de la capacidad de diluirlo por rendimiento. En tanto Drewitt, (1987) citado por Ernst *et al.*, (1992b), estableció que aquellas prácticas de manejo que alteren el número y tamaño de grano, afectan la calidad industrial a través de su efecto en el contenido proteico de los granos.

García, (1992a), observó que el efecto beneficioso del nitrógeno se debió fundamentalmente a un incremento en el número de espigas y que tanto la aplicación de nitrógeno como el material genético determina el tenor proteico del grano.

Perdomo *et al.*, 1999, estudiaron ajustes de fertilización nitrogenada en cebada cervecera y desarrollaron un conjunto de indicadores (nitratos a la siembra, a macollaje (Z- 22), y nitrógeno en planta a comienzo de encañado (Z- 30), historia de chacra, tipo de suelo, cultivo antecesor, etc.) que intentan ajustar modelos de fertilización teniendo en cuenta los potenciales de rendimiento del cultivo, manteniendo un adecuado nivel de proteína en grano.

Eagles *et al.*, (1995), evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada en dos años contrastantes para características de calidad de cebada, demostrando que la aplicación de nitrógeno no solo incrementó el rendimiento de grano sino también la concentración de proteína en grano, obteniendo un incremento lineal en tamaño de grano menor a 2,2 mm con el aumento de la fertilización nitrogenada. Estos autores encontraron que los niveles de proteína en grano y de granos menores a 2,2 mm fueron mayores cuando las condiciones de llenado de grano se dieron en un ambiente más seco y con mayores temperaturas. Para estas condiciones, los cultivares de ciclo de madurez más largo fueron los que presentaron menores rendimientos, ocurriendo lo opuesto para condiciones ambientales más favorables. Para los ciclo más cortos ocurrió lo contrario, escapando a las condiciones más severas en el año de mayores temperaturas, y

resultando en rendimientos de grano menores a los de ciclo más largo cuando las condiciones de llenado no fueron restrictivas.

García del Moral et al., (1998), establecieron que en condiciones de un año seco se produjo un bajo número de espigas/m² pero con granos de mayor tamaño y mayor contenido de proteína, lo que resultó en menores valores de extracto.

Hoffman et al., (1992 b), estudiaron las curvas de llenado de grano y acumulación de nitrógeno en grano para los cultivares Clipper y MN 599, estableciendo que tanto el cultivar como los factores ambientales afectaron la tasa de translocación de materia seca (MS) y acumulación de nitrógeno (N). En este sentido Aspinall, (1961); Russell, (1967) citados por Ernst et al., (1993 a), afirmaron que las condiciones climáticas imperantes durante el llenado de grano alteraron las proporciones de MS (principalmente carbohidratos) y N transportados al grano, teniendo mayor impacto sobre la translocación de la MS, resultando en cambios en los efectos de dilución y concentración del nutriente N, afectando así la calidad final del grano (Campell et al., 1968 citados por Ernst, et al., 1993b).

La bibliografía coincide en el efecto negativo de altas temperaturas sobre la duración del período de llenado, el cual a partir de determinado nivel no es compensado por aumentos en la tasa de traslocación de MS (Sofield et al., 1977). Para varios autores citados por Kemanian et al., (1999), la tasa y la duración del crecimiento de grano sintetizan los procesos que determinan el tamaño final y la acumulación de nitrógeno en el mismo, siendo ambos parámetros afectados por el genotipo y el ambiente.

Swanston et al., (1997), estudiaron los patrones de desarrollo de grano de cebada y sus implicancias en la calidad de malta, estableciendo que dadas las condiciones de llenado de grano más calientes y secas de España comparando con las condiciones de Escocia, tanto el contenido de proteína (principalmente hordeínas) como de β -glucanos resultaron mayores en España. En tanto, MacNicol, (1993), citado por Swanston et al., (1997), sugirió que el momento preciso del factor de estrés, más que el estrés mismo, puede ser crítico en determinar su efecto. Estos autores demostraron que las condiciones de sequía durante la última etapa del llenado de grano no cambiaron los contenidos de nitrógeno ni de β -glucanos en grano pero sí incrementaron el extracto.

Hughes et al., (1992), trabajando con diferentes situaciones de producción de cebada (tipo de suelo, rastrojo, laboreos y fertilizaciones) en la zafra 1989/90, para la variedad FNC-1, establecieron una estrecha relación entre rendimiento en grano y su contenido de proteína ($r= 0.66$). Para esta variedad dicha situación se daría a través de la variación en los componentes de clasificación de grano, donde la proporción de granos menores a 2.8 mm sería la explicación de la relación positiva entre rendimiento y proteína. A su vez dicha relación tomaría importancia mas allá de 3500 kg/há. donde el vuelco aparece

como el factor que afecta el equilibrio fuente –fosa determinando la no concreción de los potenciales de producción. En este sentido Roche, (1991), evaluó la influencia del tamaño de grano de cebada sobre las características de la malta, estableciendo que aquellas fracciones menores a 2.5 mm (3^{ra} y 4^{ta}) presentaron en general tendencias a mayores contenidos de proteína en grano y menores valores de extracto.

2.5.2.2. Aspectos sanitarios que afectan la calidad de cebada

Las principales enfermedades de la cebada son. las Manchas foliares (Mancha en red causada por *Drechslera teres*; Escaldadura causada por *Rhynchosporium secali* y Mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*); Roya de la hoja causada por *Puccinia hordei* y Fusariosis de la espiga causada principalmente por *Fusarium graminearum* y *F. Poae*. En forma esporádica aparecen otras enfermedades como Oídio causada por *Erysiphe graminis. sp.hordei* y *Ramularia* (MGAP, 1991; Pereyra et al, 2004).

Según Arias, (1992), los hongos de campo (aquellos presentes en el cultivo antes de la cosecha) provocan enfermedades que ocasionan pérdidas de rendimiento, disminuyendo el tamaño de grano y por tanto su clasificación comercial. Los granos producidos están contaminados por estos microorganismos que en circunstancias adversas ocasionan decoloración y punta negra, perjudicando también la calidad industrial. Este mismo autor hace referencia a la influencia de la microflora en la calidad de la cebada cervecera considerando su efecto negativo en el mantenimiento del poder germinativo, la calidad de malta, la producción de micotoxinas y problemas que pueden ocasionar en la cerveza.

Shipton, (1966), citado por Arias, (1992), destacó la importancia de Mancha en red como patógeno de la cebada australiana, por las pérdidas que ocasiona en rendimiento y peso de grano. Según este autor los valores de extracto disminuyeron a causa de esta enfermedad.

Pereyra, (1995), trabajando en INIA La Estanzuela, estableció que durante el período 1991-94 el cultivar Ana, susceptible a Mancha en red, presentó pérdidas en rendimiento del entorno de 13-33%, porcentajes de 1^{ra} + 2^{da} del 7-37% y peso de mil granos del entorno del 11-15%.

Vieira, (1985), citado por Arias, (1992), trabajando en Brasil con cebada de la variedad FM 404, con alta infección de Mancha borrosa, constató modificaciones con la mayor proporción de granos manchados: menor germinación, mayor proteína, mayor índice de Kolbach, mayor nitrógeno soluble, manteniéndose los valores de extracto y poder diastásico. Este mismo autor diferenció a su vez por clasificación (> a 2.5 mm y

entre 2.2 y 2.5 mm) y encontró que pese a existir mayor porcentaje de proteína en la fracción mayor a 2.5 mm (11.98 vs. 11.41) esta obtuvo mejor extracto, menor diferencia extracto fino-grueso y menor índice de Kolbach.

Mathre, (1982) citado por Pereyra, (1995), presentó para Mancha borrosa valores de pérdidas en rendimiento del orden del 20 a 30%, pérdidas del orden del 40% en epidemias severas de Escaldadura, siendo los parámetros más afectados el número de granos por espiga, número de espigas por planta y peso y tamaño del grano.

Pereyra, (1995), trabajando con el cv. Bowman, susceptible a Roya de la Hoja, estableció para esta enfermedad rangos de disminución del orden del 17 –25% de rendimiento, 3-25% de 1^{ra} +2^{da}, y de 9-15% en peso de mil granos.

Según Pereyra *et al.*, (2004), la fusariosis de la espiga es única en su habilidad de influenciar cada aspecto de la cadena agroindustrial, desde el rendimiento de grano hasta la calidad del producto final. Según estos autores se han estimado pérdidas de hasta el 14% del rendimiento de grano de cebada en el país. Sin embargo, la característica sobresaliente de esta enfermedad es que los hongos que la causan (las distintas especies de *Fusarium*) pueden producir distintas toxinas que afectan la salud humana y animal.

En lo que respecta a calidad de malta Gjertsen *et al.*, (1965) citados por Arias, (1992), informaron sobre la influencia de la presencia de *Fusarium* en la fabricación de la malta. Agregando cultivos de *Fusarium* al agua de remojo de lotes de cebada libres de este patógeno, estos autores constataron que las enzimas producidas por dicho microorganismo aumentaron el extracto, disminuyeron la diferencia entre molido fino y grueso y la viscosidad. También aumentó la disolución citolítica obteniéndose mayor índice de Kolbach con resultados negativos en la estabilidad y coloración del mosto (Göpp *et al.*, 1971). Varios autores citados por Arias, (1992), vincularon la presencia de *Fusarium* así como otros microorganismos (*Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*) como responsables del denominado “Gushing”, una efervescencia o borboteo que se produce apenas se destapa una botella de cerveza.

Pereyra *et al.*, (2004), resumieron las condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de cada enfermedad (Ver *Cuadro 4*). Ello explica porque enfermedades con requerimientos de temperatura más frescas como Escaldadura o Mancha en red ocurren con mayor probabilidad en siembras tempranas o en etapas más tempranas del desarrollo del cultivo. Contrariamente, Mancha borrosa generalmente ocurre desde espigazón, cuando las condiciones son más favorables (requerimiento de temperaturas más cálidas).

Cuadro 4: Requerimientos óptimos de temperatura y duración del período de mojado de los principales hongos que afectan a la cebada. Fuente: Pereyra *et al.*, (2004), Jornada Técnica Cultivos de Invierno 2004. INIA

Enfermedad	Temperatura (° C)	Duración de agua libre (horas)
Escaldadura	10-20	24-48
Mancha en red	15-25	10->30
Mancha borrosa	24-28	9-24
Roya de la hoja	15-22	6-8
Oídio	15-22	no necesaria
Fusariosis	24-28	48-72

En Uruguay la caracterización del comportamiento sanitario de los cultivares de cebada y de las líneas avanzadas de mejoramiento es realizada por el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) como parte de los ensayos de la red de evaluación de cultivares (Ver Anexo 1 pag. 21).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de este trabajo se utilizó la información de calidad de malta brindada por el Departamento de Cereales-Sector Micromaltería del Laboratorio tecnológico del Uruguay (LATU), correspondiente al informe de calidad de malta para el Registro Nacional de Evaluación de Cultivares (INIA-INASE), cosecha de cebada 2002. (Ver Anexo 2). Lo que respecta a características de rendimiento y calidad de

cebada, la información se obtuvo del informe de la Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera (INIA-INASE, 2002). (Ver Anexo 1).

3.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVARES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES UTILIZADOS.

Las características agronómicas relevantes de los cultivares y líneas experimentales micromalteados puede observarse en el *Cuadro 5*. (Ver Anexo 1).

Cuadro 5: Nómina de cultivares, líneas experimentales y años de evaluación agronómica dentro de la Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera (INIA-INASE, 2002). Fuente: Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera del año 2002. * Sólo se presentan los cultivares y líneas experimentales efectivamente micromalteados.

Cultivares y Líneas experimentales*	Años en Evaluación	Cultivares y Líneas experimentales	Años en Evaluación
Ac92/5943/4	más de 3	NOGS 1795	2
CLE 202	más de 3	CLE 227	1
CLIPPER	más de 3	CLE 228	1
MUSA 016	más de 3	CLE 229	1
N.DAYMÁN	más de 3	CLE 232	1
NCL 94088	más de 3	CLE 233	1
PERÚN	más de 3	CLE 234	1
U-5293	más de 3	ND 17268	1
M-6456	3	ND 17318	1
NE 1996	3	ND 17380	1
NCL 97085	2		
NDL 98316	2		
NOGS 1749	2		

La Red de Evaluación de Cebada Cervecera en el año 2002 comprendió cinco ensayos: tres en INIA-La Estanzuela (Colonia), uno en Young (Río Negro) y uno en Agraciada (Soriano). El ensayo de INIA-La Estanzuela época 1^{ra} fue eliminado por problemas asociados a emergencia despereja. En todos los ensayos se realizó evaluación del comportamiento sanitario.

En los ensayos de INIA-La Estanzuela 2^{da} y 3^{er} época (LE2 y LE3 respectivamente) y Young están presentes a la vez los materiales de 1^{er} año y los materiales de 2^{do} o más

años de evaluación. En el ensayo sembrado en Agraciada, están presentes solamente los materiales de 2 o más años de evaluación. Las fechas de siembra y de cosecha de los 4 ensayos se muestran en el *Cuadro 6*.

Cuadro 6: Fecha de siembra y cosecha de los ensayos correspondientes a la Red de Evaluación Oficial (INIA-INASE, 2002). Fuente: Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera del año 2002.

	LE 2	LE 3	Young	Agraciada
Fecha de siembra	18/06	01/08	16/06	03/08
Fecha de cosecha	19/11	02/12	13/11	29/11
Largo del ciclo (días)*	154	124	150	118

* días desde la siembra hasta la cosecha (no se considera días a emergencia ni momento de madurez fisiológica)

En el Anexo 1 (Pág. 1-4) se adjunta información relevante sobre los ensayos y metodologías de evaluación.

Del conjunto de variables agronómicas solo se tuvieron en cuenta:

Rendimiento de grano total (REND): kg/ há.

Rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (superior a 2.5mm), (RPYS): kg/ há.

1^{ra} : granos superiores a 2,8 mm

2^{da} : granos superiores a 2,5 mm

Porcentaje de proteína (PROT).

Porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS).

Porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta} (TYC).

Los resultados de las características agronómicas así como lo referente a comportamiento sanitario se presenta en el Anexo 1 (Pág. 5-19).

Para los micromalteos y datos analíticos de calidad (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU) se utilizó una mezcla en partes iguales de todas las repeticiones para cada cultivar y ensayo.

3.2. MICROMALTEO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE MALTA.

3.2.1. Micromalteo

En el período marzo-abril de 2003, se realizaron 5 micromalteos para analizar los cultivares y líneas experimentales suministradas por el programa de evaluación de

cultivares de cebada cervecera INIA-INASE. Las muestras a micromaltear se compusieron con cebada de primera + segunda de los cuatro ensayos de la Red 2002. Los micromaltesos se realizaron en el Sector Micromaltería del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) que posee una unidad Phoenix y un laboratorio de análisis de calidad de malta.

En cada micromalteo se colocaron 24 tambores con 300 gr de las muestras a analizar. El protocolo de micromalteo se presenta en el *Cuadro 7*. El proceso de micromalteo duró aproximadamente 6.5 días, de los cuales 6 días correspondieron a la etapa de germinación. A las 24 y 40 hs de iniciado el micromalteo se corrigió la humedad ajustándose al 46 y 45 % respectivamente. Finalizado el micromalteo, las raicillas secas se retiraron manualmente quedando las muestras prontas para analizar.

Cuadro 7: Protocolo de Micromalteo Programa Estándar (Micromaltería-LATU).

Fuente: Sector Micromaltería del LATU.

Etapa	Horas	Temp °C	Rodillos (%)	Spray (%)	Flujo aire (%)		
Lavado	0.17	-	100	-	-		
Enjuague	0.25	-	100	-	-		
Remojo 1	5	18	25	-	-		
Descanso 1	14	18	20	100	10		
Remojo 2	5	18	25	-			
Descanso 2	20	18	20	100	10		
Descanso 3	34	18	20	100	10		
Descanso 4	10	14	25	100	10		
Descanso 5	20	15	25	100	10	Damper ab.	
Descanso 6	23	15	25	100	10	Inic (%)	Final (%)
Secado 1	14	50	100		90	90	90
Secado 2	1	60	100		90	80	80
Secado 3	1	70	100		90	80	80
Secado 4	8	80	100		90	80	80
Secado 5	1	20	25		90	80	80

Los materiales a micromaltear fueron distribuidos de la siguiente forma:

- 1er. Micromalteo (11/03/03), localidad Young.
- 2do. Micromalteo (18/03/03), localidad INIA Estanzuela 2^{da} época
- 3er. Micromalteo (25/03/03), localidad INIA Estanzuela 3^{er} época.
- 4to. Micromalteo (01/04/03), localidad INIA Estanzuela 2^{da} y 3^{er} época.
- 5to. Micromalteo (22/04/03), localidad Agraciada y Young.

Cada cultivar y/o línea experimental de cada localidad se malteó una única vez. La disponibilidad del laboratorio no permitió realizar repeticiones.

Los datos que se utilizan en este trabajo corresponden a los datos de calidad (extracto (EX), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), friabilidad (FR) y atenuación límite (AL)) corregidos por las muestras testigo de micromalteo (corrección por el promedio).

Los resultados de los cinco micromalteos se presentan en el Anexo 2 (datos sin corregir).

3.2.2. Análisis de calidad de malta

Las determinaciones de humedad, extracto, sacarificación, nitrógeno total, nitrógeno soluble, friabilidad, homogeneidad, atenuación límite, viscosidad y poder diastásico, se realizaron de acuerdo a las técnicas analíticas proporcionadas por LATU, basadas en las normas de la European Brewery Convention (E.B.C). A continuación se presenta un resumen de los protocolos de análisis de malta para estos parámetros.

3.2.2.1. Humedad

El protocolo seguido para determinar humedad contenida en la malta fue el siguiente:

- Moler 20 gramos de malta (molino Bühler, molido fino 0.2mm).
- Pesar exactamente 5 gr.
- Colocar la muestra en placa y secar (estufa Binder) a 105° C durante 3 hs.
- Dejar enfriar y pesar hasta peso constante.

Humedad se calculó de acuerdo a:

Toma: (Peso de placa + Muestra) – (Peso de placa)

<p>Humedad (%): $\frac{((\text{Peso de placa} + \text{Muestra}) - (\text{Peso final})) * 100}{\text{Toma}}$</p>

Toma

Expresión de resultados: como porcentaje (%) de agua retenida en la malta.

3.2.2.2. Friabilidad y homogeneidad

El protocolo seguido para determinar friabilidad y homogeneidad fue el siguiente:

- Pesar 50 gr de malta.
- Colocar la muestra en el friabilímetro (Pfeuffer) y moler durante 8 minutos.
- Pesar fragmentos retenidos en la malla del friabilímetro.
- Cribar en la clasificadora Sortimat-Pfeuffer durante un minuto estos residuos y pesar fragmentos retenidos por la zaranda mayor a 2.2 mm.

Friabilidad y homogeneidad se calcularon de acuerdo a:

$$F_{BF} (\%) = 100 - 2 (\text{residuo1})$$

$$F_{BS} (\%) = \frac{(\text{toma} - 4.5 - \text{residuo1} + H^{\circ}) * 100}{\text{toma}}$$

F_{BF} : friabilidad base fresca

F_{BS} : friabilidad base seca

H° : humedad de la muestra (%)

toma : 50gr.

residuo1 : muestra en gramos retenida por el friabilímetro luego de 8 minutos.

$$\text{Homogeneidad o índice de Baxter (\%)} = 100 - (100 * (\text{residuo2}/\text{toma}))$$

residuo2: residuos en gramos por encima de 2.2 mm, luego de cribar el residuo1 durante un minuto en la zaranda o clasificadora Sortimat-Pffeuffer.

Expresión de resultados: friabilidad como porcentaje (%) en base seca, homogeneidad como porcentaje (%) en base húmeda.

3.2.2.3. Nitrógeno total y soluble e índice de Kolbach

El protocolo empleado para determinar nitrógeno total, nitrógeno soluble e índice de Kolbach fue el siguiente:

- Pesar 1 gr de malta molida (molino Bühler, molido fino 0.2 mm) y agregar catalizadores junto a 20 mL de ácido sulfúrico.
- Digerir la muestra colocando la muestra en el digestor (Kjeldhal) a 200° C. Aumentar 50° C cada 30 minutos hasta 410° C, observando que la muestra quede de color verde sin aureolas negras.
- Dejar enfriar y agregar 50 mL de agua destilada.
- Colocar la muestra en el destilador y recoger el destilado en una solución de ácido bórico.
- Titular con ácido clorhídrico

Nitrógeno total y proteína se calcularon de acuerdo a:

$$\text{Nitrógeno total \% (base húmeda)} = \frac{14.02 * (G-B) * N_{(HCl)} * 100}{\text{Toma} * 1000}$$

G= Gasto de HCl (mL)

B= Gasto de blanco (mL)

$N_{(HCl)}$ = Normalidad de HCl

Toma = muestra en gramos

Para el cálculo en base seca:

Base seca = 1-% humedad de la muestra / 100

$$\text{Proteína total \% (base seca)} = \frac{14.02 * (G-B) * N_{(HCl)} * 100 * 6.25}{\text{Toma} * 1000 * \text{Base seca}}$$

Para estimar **nitrógeno y proteína soluble** el protocolo seguido fue:

- Extraer 20 mL del mosto Congreso.
- Adicionar 1 mL de H₂SO₄.
- Caramelizar.
- Después seguir igual procedimiento que en la determinación de nitrógeno total.

Nitrógeno y proteína soluble (base seca) se calcularon:

Base seca = 1-% humedad de la muestra / 100

$$\text{Nitrógeno soluble mg/100g (base seca)} = \frac{14.02 * (G-B) * N_{(HCl)}}{\text{Toma} * 1000 * \text{Base seca}}$$

$$\text{Proteína soluble (\% (base seca))} = \frac{14.02 * (G-B) * N_{(HCl)} * 100 * 6.25}{\text{Toma} * 1000 * \text{Base seca}}$$

G= Gasto de HCl (mL)

B= Gasto de blanco (mL)

N_(HCl)= Normalidad de HCl

Toma = muestra en gramos

$$\text{Índice Kolbach (\%)} = (\text{Proteína soluble (\%)} / \text{Proteína total (\%)}) * 100$$

Expresión de resultado: nitrógeno y proteína total como porcentaje (%) en base seca, nitrógeno soluble en miligramos cada 100 gramos de malta en base seca, proteína soluble e índice de Kolbach se expresan como porcentaje (%) en base seca.

3.2.2.4. Sacarificación

Para la determinación de este parámetro se siguió el siguiente protocolo:

- Transferir a un plato una gota del mosto una vez que hallan transcurridos 10 minutos, luego de alcanzar los 70° C durante la elaboración del mosto Congreso.
- Agregar una gota de iodo y tomar el tiempo a intervalos de 5 minutos, anotando el tiempo final cuando la solución vire hacia el color amarillo.

Expresión de resultados: tiempo (minutos) a viraje de color.

3.2.2.5. Extracto.

Para la determinación de extracto se elaboró un mosto Congreso de acuerdo al siguiente protocolo:

- Pesar y moler 50 gr de malta en molino (Bühler), molienda fina (0.2 mm).
- Termostatar baño (Bender & Hobein) a 45° C.
- Agregar a la muestra 250 mL de agua destilada a 45° C y agitar.
- Mantener a 45° C por 30 minutos agitando.
- Elevar la temperatura del baño a 70° C a una velocidad de 1° C / minuto.
- A los 70° C agregar 100 mL de agua termostatizada y dejar reposar 60 minutos.
- Enfriar 20 minutos.
- Filtrar (porosidad = ø 320) 100 mL y refiltrar.
- Terminar la filtración a torta seca y si la filtración es lenta filtrar por 2hs.
- Introducir una muestra en el densímetro (DMA 48 PAAR) y efectuar la lectura.

Extracto se calculó mediante:

$$E1(\%) = P (M+800) / 100-P$$

$$E2(\%) = E1*100 / 100-M$$

E1= Porcentaje (%) de extracto de la muestra en base fresca

E2= Porcentaje (%) de extracto de la muestra en base seca

P (Plato) = Porcentaje de extracto en mosto, (lectura del densímetro transformada a gramos de extracto cada 100 gramos de mosto mediante conversión por tabla Goldimer- Kledmann)

M = Porcentaje de humedad contenido en malta

800= cantidad de agua destilada adicionada al “mash” para 100 g de agua

Expresión de resultado: extracto como porcentaje (%) relativo a los gramos de extracto cada 100 g de mosto base seca (**E2**).

3.2.2.6. Atenuación límite

Para determinar atenuación límite se siguió el siguiente protocolo:

- Tomar el mosto a los 45 minutos de filtración (porosidad = \emptyset 320) una vez refiltrados los primeros 50 mL.
- Calentar 150 mL de mosto en plancha calefactora, tratando de que no llegue a los 90° C.
- Dejar enfriar. Agregar 15 gr de levadura prensada y agitar vigorosamente.
- Mantener a 20° C por 24 hs.
- Filtrar (porosidad = \emptyset 320) el mosto fermentado y determinar el extracto aparente por medida de la gravedad específica (densímetro DMA 48 PAAR)

Atenuación límite se calculó según:

$$\text{Atenuación límite aparente (\%)} = (E' - E'a) * 100 / E'$$

E' = Extracto del mosto en % Plato (Ver P (Plato) en el cálculo de extracto 3.2.2.5)

E'a = Extracto aparente del mosto fermentado en % Plato.

$$\text{Atenuación límite real} = \text{Atenuación límite aparente} \times 0,81$$

Expresión de resultados: atenuación límite aparente como porcentaje (%) relativo a la diferencias de extracto (E' - E'a)

3.2.2.7. Poder diastásico

El protocolo seguido para determinar poder diastásico consistió en:

- Pesar 20 gr de almidón soluble y disolver en un pequeño volumen de agua fría. Agregar 400 mL de agua destilada a ebullición.
- Pesar en vaso 20 gr de malta molida fina (0.2 mm), agregar 480 mL de agua destilada fría.
- Colocar el vaso en el baño (Bender & Hobein) a 40° C.
- Dejar 1 hora.
- Enfriar a 20° C
- Corregir peso adicionando agua destilada hasta 520 gr.
- Dejar filtrar (porosidad = \varnothing 320) 200 mL descartarlos y usar los próximos 50 mL para el análisis (extracto de malta)
- Transferir 100 mL de la solución de almidón agregar 5 mL de buffer acetato (pH 4.3) y colocar en matraz aforado (200 mL), en baño termostatzado a 20° C durante 20 minutos
- Agregar al matraz 5 mL de extracto de malta y dejar 30 minutos.
- Agregar hidróxido de sodio agitando vigorosamente para inactivar las enzimas y llevar a 200 mL con agua destilada
- Transferir 50 mL, agregar 5mL de solución de iodo y 3 mL de solución de hidróxido de sodio.
- Mantener en la oscuridad por 15 minutos.
- Agregar 4.5mL de ácido sulfúrico 0.5 M y titular con una solución de tiosulfato (0.1 N).

Poder diastásico se calculó según:

$$PD (U.W.K) = 34.2 * 10 N (NaS_2O_3) * (B - Gasto) * 100/100-Humedad$$

G = Gasto de tiosulfato de sodio (mL)

N = Normalidad de tiosulfato de sodio (NaS₂O₃)

B = Gasto del blanco (mL)

H = Humedad (%)

Expresión de resultados: el resultado se expresa como gramos de maltosa cada 100 gramos de malta (U.W.K, Unidades Windish Kolbach)

3.2.2.8. Viscosidad

El protocolo para la determinación de la viscosidad del mosto fue el siguiente:

- Tomar un volumen de muestra de mosto filtrado de aproximadamente 40 mL e introducir en el viscosímetro de bola (Haake).
- Colocar la bola correspondiente en el tubo de medida del viscosímetro y tapar.
- Realizar la medida del tiempo de caída de la bola desde el primer enrase hasta el segundo.

La viscosidad se calculó mediante:

$$N = t \cdot (p_1 - p_2) \cdot K$$

N= viscosidad absoluta de un fluido

t = tiempo de caída de la bola (s)

P1= densidad de la bola (2.219*)

P2 = densidad del mosto

K = constante (0.00843*)

* : propio de cada viscosímetro, para este caso el usado en el laboratorio de calidad de malta (LATU).

Expresión de los resultados: se expresa como viscosidad absoluta usando la unidad absoluta estandarizada “mili pascal segundo (mPa.s)”.

3.2.2.9. pH y Color

Una vez finalizada la elaboración del mosto Congreso, mediante el uso de un peachímetro (Mettler-Toledo) se determinó el pH del mosto. Por comparación visual con una serie de discos de colores (EBC) se determinó su color.

3.2.3. Índice de Calidad de Micromalteo

Los parámetros de calidad de malta que se tienen en cuenta en Uruguay para construir el índice de calidad de micromalteo son: EX, PD, VS, FR y AL.

La ecuación por medio de la cual se calcula el Índice de Calidad de Micromalteo (I.C.M) es la siguiente:

$$\text{I.C.M} = 0.25 (P.CE^*) + 0.20 (P.PD^*) + 0.20 (P.VS^*) + 0.15 (P.AL^*) + 0.20 (P.FR^*)$$

(*): Puntaje asignado a cada componente de la ecuación. Oscila entre 0 y 9 (valor óptimo).

Las ecuaciones de cada parámetro son:

Extracto: Calidad de extracto (CE) = Ex s/s – (89.7 – 0.85 Proteína s/s (%))^{*1}
Puntaje por calidad de extracto (P.CE) = 1.45 (CE) + 5.37

*1: existe corrección por % de proteína.

Poder diastásico:

$$\text{Puntaje por poder diastásico (P.Pd)} = (-0.0005) (P. d)^2 + 0.365(P.d) - 57.5$$

El rango de valores oscila entre 0, para valores menores o iguales a 230 U.W.K de PD y 9 para valores mayores o iguales a 350 U.WK.

Viscosidad:

$$\text{Puntaje por viscosidad (P.Vs)} = -717.17 (V.s)^2 + 2134.3 (V.s) - 1579.3$$

Valores de VS de 1.38 y 1.6 mPa.s corresponden a 0. El óptimo es 1.47 con 9 puntos.

Friabilidad:

$$\text{Puntaje por friabilidad (P.Fr)} = 0.0174 (\text{Fr})^2 - 2.2031 (\text{Fr}) + 69.569$$

Los valores menores o iguales a 65 % de FR reciben 0 y los valores mayores o iguales a 86 % reciben 9.

Atenuación límite:

$$\text{Puntaje por atenuación límite P.AL} = -0.21 (\text{A.l})^2 + 35.61 (\text{A.l}) - 1499.9$$

Los valores menores o iguales a 78 % y mayores o iguales a 86 % equivalen a 0. El óptimo de AL es 83 % con 9 puntos.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Las características agronómicas y de calidad de malta que se analizaron fueron las siguientes: rendimiento de grano total (REND), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS), porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta} (TYC), ciclo, extracto (EX), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), friabilidad (FR), atenuación límite (AL) y el I.C.M (Índice de Calidad de Micromalteo). La metodología utilizada fue el Análisis de Componentes Principales (Procedimiento Princomp de SAS versión 98)

Los análisis se describen a continuación:

- 1) Cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación en todas las localidades en el año 2002 (Agraciada, LE2, LE3 y Young). Estos son:

Ac 92/5943/4, CLE 202, CLIPPER, M-6456, MUSA 016, N.DAYMÁN, NCL 94088, NCL 97085, NDL 98316, NE 1996, NOGS 1749, NOGS 1795, U-5293 y PERÚN (sin datos de calidad para la localidad de Young).

Se presenta una descripción de la asociación de características de calidad de malta, rendimiento y calidad de cebada, para el conjunto de las cuatro localidades. Luego se procederá con el análisis particular de cada localidad.

2) Líneas experimentales de primer año de evaluación que presentan valores de calidad de malta y cebada en las localidades de LE2, LE3, Young. Estos son:

CLE 227, CLE 228, CLE 229, CLE 232, CLE 233, CLE 234, ND 17268, ND 17318 y ND 17380

Se presenta una descripción de la asociación de parámetros de calidad de malta, rendimiento y calidad de cebada para el conjunto de las tres localidades. Luego se procederá con el análisis particular de cada localidad.

3) El tercer análisis estudia el comportamiento del Índice de Calidad de Micromalteo, y sus relaciones con los parámetros de calidad de malta, rendimiento y calidad de cebada (extracto, atenuación límite, friabilidad, poder diastásico, viscosidad, rendimiento de grano total, porcentaje de proteína, rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da}, porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} y porcentaje de 3^{ra} y 4^{ta}).

Se tienen en cuenta todos los materiales genéticos de 1er. año y de 2 y más años de evaluación (análisis 2 y 1 respectivamente), con valores de parámetros de calidad de malta y de cebada para las localidades de LE2, LE3 y Young. A su vez se integra al análisis como variable el ciclo de cultivo (días desde emergencia a espigazón), para las mismas localidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y DE CALIDAD DE CEBADA.

Los datos de rendimiento de grano total (REND), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de proteína (PROT), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS), porcentaje 3^{ra} y 4^{ta} (TYC) y ciclo son el resultado de la Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera (INIA-INASE, 2002), Ver Anexo 1, pág. 5-19.

En el *Cuadro 8* puede observarse para cada localidad el promedio de los cultivares y líneas experimentales analizados y su desvío estándar para las variables REND, RPYS, PROT, PYS y TYC.

Cuadro 8: Promedios y desviaciones estándar por localidad (Agraciada, LE2, LE3 y Young) para rendimiento de grano total (REND), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de proteína (PROT), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS), porcentaje 3^{ra} y 4^{ta} (TYC) y ciclo (CICLO). Fuente: Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera del año 2002.

Característica	Localidad				Promedio
	Agraciada* ¹	LE2* ²	LE3* ³	Young* ⁴	
REND (kg/há)	3064 ± 444	3870 ± 489	2553 ± 313	3233 ± 600	3192 ± 683
PROT (%)	11.5 ± 0.7	11.5 ± 0.6	11.3 ± 0.7	11.9 ± 0.5	11.5 ± 0.65
RPYS (kg/há)	2870 ± 419	3227 ± 652	2249 ± 437	1983 ± 1015	2558 ± 851
PYS (%)	93.6 ± 3.0	82.7 ± 9.0	87.7 ± 10.0	56.2 ± 22.9	78.9 ± 19.7
TYC (%)	6.4 ± 3.0	17.3 ± 9.0	12.3 ± 10.0	43.8 ± 22.9	21.1 ± 19.7
Ciclo (días)	s/d	92.4 ± 3.5	68.7 ± 4.6	92.9 ± 3.7	-

*¹: 14 cultivares y líneas experimentales 2 y más años de evaluación.

*²: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*³: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*⁴: 22 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

s/d: sin dato

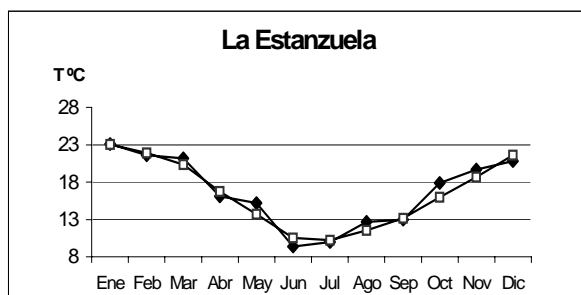
Para el año 2002 los valores de rendimiento de los ensayos de evaluación fueron aceptables si se tiene en cuenta que el año fue particularmente problemático para los cultivos de invierno, con un rendimiento promedio nacional en cebada de solamente 1721 kg/há (DIEA, 2003). Los valores de proteína fueron también aceptables teniendo en cuenta los requerimientos industriales. Se destaca la localidad de Young por los bajos valores de clasificación de PYS.

Se observó una tendencia a mayor rendimiento (REND) y rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS) en la localidad LE2. La localidad de Young presentó el mayor porcentaje de tercera y cuarta (TYC) y el menor valor de RPYS. La localidad de Agraciada mostró el mayor valor de RPYS así como LE3 presentó el menor valor para REND. No parecen existir diferencias en el nivel de PROT en las distintas localidades, ubicándose Young con 11,9 %.

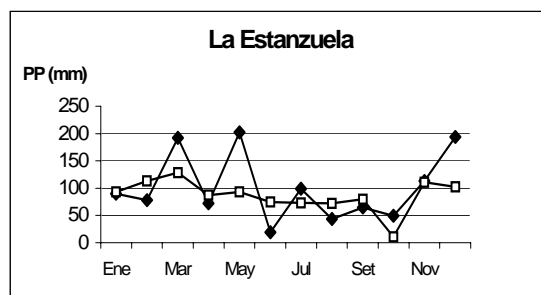
Con respecto a las épocas de siembra (*Cuadro 6*, pág. 38), las fechas más tempranas de LE2 y Young, mantuvieron una tendencia a mayores REND respecto a las fechas más tardías de LE3 y Agraciada, a pesar de que el ensayo de Young se vio afectado (clasificación).

Las condiciones climáticas correspondientes a la zona de Young, Agraciada (datos de Mercedes) y La Estanzuela para el período de desarrollo del cultivo pueden observarse en la *Figura 7*.

A1



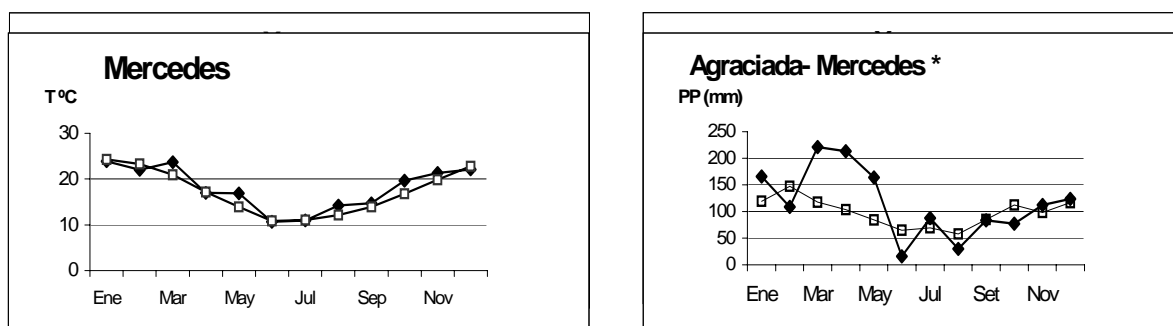
A2



B1
C1

B2
C2

Figura 7: Promedio de temperaturas y precipitaciones del año 2002 y series históricas (1971-2000, Mercedes y Young; 1965-2002, La Estanzuela) para las localidades de: A1) Temperatura en La Estanzuela, Colonia; A2) Precipitaciones en La Estanzuela, Colonia; B1) Temperatura en Young, Río Negro y B2) Precipitaciones en Young, Río Negro; C1) Temperatura en Mercedes, Soriano; C2) Precipitaciones en Mercedes, Soriano; Las líneas con el rombo relleno (-◆-) representa los datos promedio del año 2002; las líneas con el cuadrado vacío (-□-) representa los valores promedio de las



series históricas. Fuente: Dirección Nacional de Meteorología e Instituto de Investigación Agropecuaria.

* Se presenta datos de la localidad de Mercedes como localidad más cercana a Agraciada con registros para temperatura promedio año 2002. Los datos de precipitaciones año 2002 corresponden efectivamente a la Localidad de Agraciada.

Los registros de temperatura para el año 2002 estuvieron levemente por encima del promedio histórico (1971-2000, Mercedes y Young; 1965-2002, La Estanzuela), siendo las localidades de Young y Mercedes las que presentaron mayores registros promedios para el año 2002 (La Estanzuela 16,7°C, Mercedes, 18,0°C y Young 18,4°C).

Las precipitaciones del año 2002 se caracterizaron por un período de altas precipitaciones en los meses de marzo, abril y mayo y variaciones en los restantes meses dependiendo de la localidad. Durante el ciclo del cultivo se destacó la localidad de Young, en la cual en los meses de setiembre, octubre y noviembre los excesos alcanzaron los 300 mm (calculado como la diferencia entre las precipitaciones del año 2002 y la serie histórica para el período 1971-2000).

El Cuadro 9 muestra las condiciones sanitarias respecto a Manchas foliares, Roya de la Hoja, *Fusarium* y Oídio para las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young en el año 2002.

Cuadro 9: Valores promedios de infección de Manchas foliares, Roya de la Hoja y Fusarium para todas las localidades (Agraciada, LE2, LE3 y Young) y de Oídio (Young) en el año 2002. Fuente: Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera del año 2002 (INIA-INASE).

Enfermedad	Agraciada* ¹	LE2* ²	LE3* ³	Young* ⁴	Promedio
Manchas foliares**	18	60	40	22	35
Roya de la hoja**	0	0.3	6	0	1.6
Fusarium**	0.7 - 0.5	5.5 - 3.0	1.0 - 1.0	0.8 - 0.6	2.0 - 1.2
Oídio**	-	-	-	5	-

*¹: 14 cultivares y líneas experimentales 2 y más años de evaluación.

*²: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*³: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*⁴: 22 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

** : Los niveles de infección para las distintas enfermedades se expresan en:

Manchas Foliares: porcentaje del área foliar afectada

Roya de la Hoja: coeficiente de infección (0-100)

Fusarium: escala de doble dígito de 0-10 donde el primer dígito representa el porcentaje de espigas infectadas y el segundo el porcentaje de espiguillas infectadas dentro de la espiga.

Oídio: porcentaje de área foliar afectada

La enfermedad que predominó, por presentar los valores más altos entre las distintas localidades fue Manchas foliares, principalmente Mancha borrosa y en red, siendo LE2 la localidad más afectada (60% en promedio), seguida de LE3 (40% en promedio). A su vez, la localidad de LE2 presentó los valores más altos de *Fusarium* (55 % de espigas con el 30% en promedio de espiguillas afectadas).

Cabe resaltar que a nivel experimental, salvo para Manchas foliares, las diferentes enfermedades no parecen haber afectado al cultivo. Sin embargo a nivel de campo el año 2002 se caracterizó por los bajos rendimientos obtenidos a nivel nacional, a causa de la alta incidencia de *Fusarium*.

Como se concluye de la información anterior, si bien los excesos de lluvias tuvieron poca incidencia sobre el desarrollo de las enfermedades en Young, esta localidad presentó valores medios a altos de quebrado (Ver Anexo 1, pag 19) lo que podría justificar los bajos valores de clasificación (PYS), así como su bajo REND. Romero 1992, Hoffman *et al*, (2001), estudiaron los efectos de exceso de lluvias para trigo y cebada, concluyendo que estos determinan reducciones en el número de espigas/m², en el número de granos por espiga y en el peso de grano, eliminando la posibilidad de compensaciones entre los componentes de rendimiento.

La localidad de Agraciada, mostró los menores valores de infección para las distintas enfermedades con los mayores valores de PYS. No siempre las fechas tardías de siembra se asocian a clasificaciones bajas (Ernst, 1992 c).

La localidad LE2 (la más afectada por Manchas foliares y *Fusarium*) presentó menores valores de PYS, si bien mostró valores superiores a Young.

La localidad LE3 mejora los valores de PYS con respecto a LE2, presentando a su vez menores registros de enfermedad.

4.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE MALTA

Los resultados de calidad de malta para los cinco micromalteos se muestran en el Anexo 2.

Los promedios por localidad y sus desvíos estándar para extracto (EX), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), friabilidad (FR) y atenuación límite (AL) se presentan en el *Cuadro 10*.

Cuadro 10: Promedios y desviaciones estándar por localidad (Agraciada, LE2, LE3 y Young) para los parámetros de calidad de malta: extracto (EX), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), friabilidad (FR) y atenuación límite (AL) de los cultivares y líneas experimentales. Fuente: Sector micromaltería para el Registro Nacional de Evaluación de Cultivares año 2002.

Parámetro*	Localidad				Promedio
	Agraciada* ¹	LE2* ²	LE3* ³	Young* ⁴	
Extracto (%)	80.6 ± 1.0	79.5 ± 1.3	80.0 ± 0.9	78.7 ± 1.3	79.6 ± 1.32
Poder diastásico (U.W.K)**	303.5 ± 51.5	322.8 ± 43.1	307.8 ± 46.9	353.1 ± 41.9	323.4 ± 48.6
Viscosidad (mPa.s)***	1.46 ± 0.03	1.46 ± 0.03	1.46 ± 0.04	1.45 ± 0.02	1.46 ± 0.03
Friabilidad (%)	80.1 ± 7.0	75.9 ± 7.2	80.5 ± 8.0	82.1 ± 7.8	79.5 ± 7.8
Atenuación límite (%)	80.4 ± 2.7	79.4 ± 2.7	80.9 ± 2.3	81.3 ± 2.7	80.5 ± 2.7

* Los datos que se presentan fueron corregidos por el testigo de micromalteo.

*¹: 14 cultivares y líneas experimentales 2 y más años de evaluación.

*²: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*³: 23 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

*⁴: 22 cultivares y líneas experimentales de primer y más años de evaluación.

** U.W.K : Unidades Windish Kolbach

*** mPa.s : miliPascal por segundo

Los valores de extracto (EX) en general fueron pobres a medios, la localidad de Agraciada presentó el mejor valor y Young el valor más bajo. Los valores de poder diastásico (PD) fueron de buenos a muy buenos, destacándose la localidad de Young. Para viscosidad (VS), todas las localidades presentaron muy buenos valores; mientras que los valores de friabilidad (FR) fueron de medios a bajos, Young logrando el mejor valor y LE2 el peor valor. Los valores de atenuación límite (AL) fueron medios a buenos, con la localidad de Young presentando el valor más alto y LE2 el valor más bajo.

Las particularidades climáticas del año 2002 y los factores sanitarios, condicionaron la concreción de mayores potenciales de cultivo tanto a nivel de resultados físicos (rendimiento y 1^{ra} + 2^{da}) como de calidad (extracto). Particularmente en la localidad de Young, en la cual se dieron exceso de lluvias durante el llenado de grano, los resultados fueron muy pobres en rendimiento y clasificación, con porcentajes de quebrado muy altos, correspondiendo con los peores valores de extracto.

La localidad de Agraciada, al contrario, obtuvo los mejores valores de clasificación de grano y extracto.

En la localidad de LE2 el porcentaje de extracto fue probablemente influenciado por las enfermedades foliares, siendo a su vez el segundo peor ensayo en clasificación de grano, aunque los bajos niveles de friabilidad alcanzados en los micromalteos pueden también estar contribuyendo al bajo valor de extracto. Pereyra, (1995), reportó que altos valores de infección dados por Manchas foliares (Mancha en red y borrosa) se pueden asociar a pérdidas en rendimiento y clasificación. Shipton, (1966) citado por Arias,

(1992), confirma la reducción del extracto en cultivos de cebada atacados por Mancha en red.

La localidad de LE3 obtuvo los menores valores de rendimiento, y después de LE2 fue la más afectada por enfermedades foliares, con valores de clasificación comparativamente más bajos que en Agraciada. Sin embargo los parámetros de calidad de malta no parecen haber sido afectados.

4.3. COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES. RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CEBADA Y CALIDAD DE MALTA

A continuación se analiza el comportamiento de los cultivares y líneas experimentales en base a las relaciones entre características de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS), rendimiento y calidad de cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC), para las diferentes localidades (Agraciada, LE2, LE3 y Young) mediante el análisis de componentes principales. El análisis considera a los cultivares y líneas experimentales con 2 y más años de evaluación (Ver Sección 4.3.1), las líneas experimentales de primer año de evaluación oficial (Ver Sección 4.3.2) y a todos los materiales, para analizar el comportamiento del Índice de Calidad Maltero propuesto en el país (Ver Sección 4.3.3)

4.3.1. Cultivares y líneas experimentales con 2 y más años de evaluación oficial

Estos materiales cuentan con varios años de evaluación agronómica y micromalteos, y fueron sembrados en las cuatro localidades.

En la *Figura 8* se presenta el comportamiento de los parámetros de calidad de malta: EX, PD, VS, FR, AL y rendimiento y calidad de cebada: REND, RPYS, PROT, PYS y TYC para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación (Ver *Cuadro 5*, pág. 37) sobre los cuatro sitios experimentales.

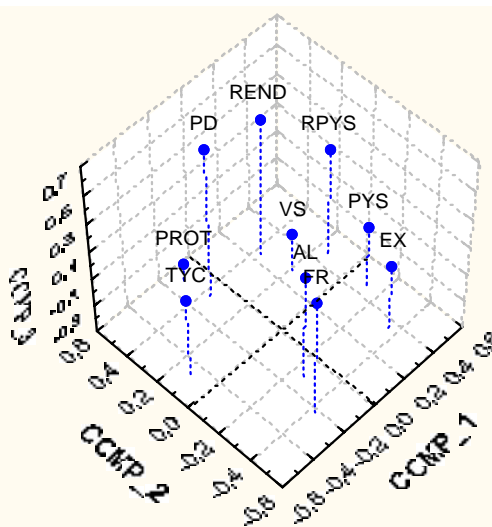


Figura 8: Relaciones entre parámetros de calidad de malta (EX, PD, VS, FR, AL) y de calidad de cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young, respecto a los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2, y COMP 3).

Se observó que en el año (2002), el rendimiento total de grano (REND), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS), viscosidad (VS) y extracto (EX) se agruparon a lo largo del primer componente en sentido opuesto al porcentaje de 3^{ra} y 4^{ta} (TYC), proteína (PROT) y friabilidad (FR). El segundo componente separa PROT, REND y poder diastásico (PD) de EX y FR. Ambos componentes explican el 57 % de total de la varianza como indica el *Cuadro 11*, que brinda la estructura de los tres primeros componentes principales.

Cuadro 11: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de cada uno de ellos sobre la varianza total para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación.

COMP 1	COMP 2	COMP 3
--------	--------	--------

Prop. de la varianza	0,378081	0,192084	0,128296
AL	-0,110708	-0,262516	0,247381
EX	0,356395*	-0,356882*	-0,029999
FR	-0,215979	-0,433988*	0,334534*
PD	-0,094335	0,366072*	0,56625*
VS	0,282417	0,191364	-0,233768
REND	0,245358	0,363784*	0,484687*
PROT	-0,116375	0,514193*	-0,371778*
RPYS	0,470756*	0,140103	0,2646
PYS	0,463716*	-0,119132	-0,06144
TYC	-0,463716*	0,119132	0,06144

* Los coeficientes resaltados indican valores superiores a 0.30 e inferiores a -0.30.

El primer componente principal acumula el 37.8 % del total de la varianza, el segundo 19,2 % y el tercer componente el 12,8 %. Esto significa que los tres primeros componentes explican el 70% del total de la varianza. En el primer componente destacan con coeficientes positivos RPYS, PYS (RPYS variable dependiente del valor de PYS) y EX seguidos de VS y REND, en tanto TYC muestra el coeficiente más negativo seguido de FR, PROT y atenuación límite (AL). El segundo componente destaca a PROT con el coeficiente positivo más alto seguido de REND y PD y en sentido opuesto FR seguido de EX. El tercer componente destaca el valor de PD y REND seguido de FR y el coeficiente negativo de PROT.

Las relaciones entre los parámetros de calidad de malta y rendimiento y calidad de cebada para las condiciones del año 2002 confirmaron de manera general lo que citan varios autores. Castro, (1995); Ernst, *et al*, 1993a, establecieron que los mejores rendimientos se asocian a mejores clasificaciones de grano. Arias, (1991); Roche, (1991); Fox *et al*, (2001a); Palmer, (1989) citado por Agu *et al*, (2003b); Palmer, (1990), demostraron que clasificaciones menores a 2.5mm (tercera y cuarta) se asocian con mayores contenido de proteína en grano y menores extractos. Si bien las fracciones que se micromaltearon correspondieron a primera + segunda, la asociación de tercera y cuarta con el resto de los parámetros da cuenta de la influencia de esta fracción en la calidad de malta mas allá de que esta fracción no fuera micromalteada. Esto refleja, que los posibles eventos fisiológicos que llevan al cultivo a presentar altos valores de tercera y cuarta afectan al cultivo en su conjunto y por lo tanto a la calidad del mismo.

Bishop, (1930), Shildbach, (1985); Arias, (1991); Molina-Cano *et al*, (1995); García del Moral *et al*, (1998); Molina-Cano *et al*, (2000a); Molina-Cano *et al*, (2001); Molina-Cano *et al*, (2002); Agu, (2003a), observaron un aumento de extracto con disminuciones en el porcentaje de proteína en el grano de cebada. A su vez varios autores citados por Arias (1991), Gibson *et al*, (1995), determinaron una fuerte asociación entre poder diastásico y contenido de proteína en grano.

Shildbach, (1985); Fox *et al.*, (2001a), Gunkel *et al.*, (2002); Molina-Cano *et al.*, (2002) establecieron una asociación negativa entre porcentaje de extracto y mayor viscosidad. Para las condiciones de este año la viscosidad se asoció positivamente al extracto. Posiblemente esto puede explicarse a que en general las viscosidades fueron buenas a muy buenas, por lo que su influencia negativa sobre el desarrollo de extracto pudo no quedar en evidencia.

En general la bibliografía coincide en establecer una relación directa entre la friabilidad y el extracto, dada básicamente por el rol físico que cumplen las paredes celulares del endosperma y matriz proteica (MacGregor, 1991, MacGregor *et al.*, 1996; Fox, 2001a; Gunkel *et al.*, 2002), aunque otros factores pueden influir (tipo de proteína, actividad enzimática) en el desarrollo de extracto durante el malteo y posterior braceado (Molina-Cano *et al.*, 2000a, Molina-Cano *et al.*, 2000b, Altunkaya *et al.*, 2001; Molina-Cano *et al.*, 2002).

Si bien el segundo componente establece una asociación positiva entre el extracto y la friabilidad, debemos tener en cuenta que se trata de micromalteos estándar con un protocolo que no favorece friabilidades óptimas, por lo tanto para algunos materiales los bajos valores de friabilidad probablemente condicionaron el logro de mejores extractos.

Los promedios y desvíos estándar para los parámetros de calidad de malta (AL, EX, FR, PD y VS) y calidad de cebada (REND, PROT, RPYS, PYS y TYC) para cada uno de los ensayos se muestran en el *Cuadro 12*.

Cuadro 12: Promedios y desviaciones estándar de los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años, para las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young. Fuente: Sector Micromaltería LATU y Red de Evaluación Oficial para el Registro de Cultivares de Cebada Cervecera del año 2002.

Parámetro	Localidad				Promedio
	Agraciada	LE2	LE3	Young	
EX (%)	80,6 ± 1,0	79,8 ± 1,3	80,2 ± 0,7	78,4 ± 1,3	79,7 ± 1,4
PD (u.w.k)	304 ± 51	320 ± 35	286 ± 39	339 ± 42	312 ± 45
AL (%)	80,4 ± 2,7	79,5 ± 3,0	81,5 ± 1,8	81,5 ± 2,8	80,7 ± 2,7
FR (%)	80,1 ± 7,0	75,6 ± 6,4	82,7 ± 5,7	83,5 ± 6,3	80,4 ± 6,9

VS (mPa.s)	1,46 ± 0,03	1,46 ± 0,03	1,44 ± 0,03	1,44 ± 0,02	1,45 ± 0,03
REND (kg/há)	3064 ± 444	3720 ± 392	2465 ± 207	3001 ± 535	3064 ± 603
RPYS (kg/há)	2870 ± 419	2928 ± 547	2047 ± 337	1525 ± 849	2358 ± 804
PROT (%)	11,5 ± 0,7	11,4 ± 0,6	11,1 ± 0,6	11,9 ± 0,4	11,5 ± 0,6
PYS (%)	94 ± 3	78 ± 8	83 ± 10	45 ± 19	76 ± 21
TYC (%)	6 ± 3	22 ± 8	17 ± 10	55 ± 19	24 ± 21

Los resultados obtenidos (*Cuadro 12*) confirman en general lo observado en los *Cuadros 8 y 11*, donde se tuvieron en cuenta todos los materiales (materiales de primer año de evaluación y materiales con 2 y más años). Se destaca una caída en los valores de PYS para los materiales de 2 y más años en la localidad de Young.

La localidad de Agraciada mostró los mayores valores de PYS y mejor EX. De manera contraria, Young presentó los mayores valores de TYC con menores valores de EX y RPYS, con una ligera tendencias a mayores valores de PROT. La localidad de LE3 mostró los menores valores de REND y de PD. La localidad de LE2 obtuvo los mayores valores de REND y junto con Agraciada, los mayores valores de RPYS, aunque LE2 presentó menor PYS.

Este análisis establece que la asociación de primera y segunda con el porcentaje de extracto, para los materiales de 2 y más años de evaluación, fue clara este año, confirmándose lo expuesto por varios autores (Bishop, 1930, Shildbach, 1985; Palmer 1990; Arias, 1991; MacGregor 1991; Roche, 1991; MacGregor *et al*, 1993; MacGregor, 1995; Molina-Cano *et al*, 1995; MacGregor *et al*, 1996; Molina-Cano *et al*, 2000a; Fox *et al*, 2001a, Fox *et al*, 2001b, Palmer, 1989 citado por Agu *et al*, 2003b; Molina-Cano *et al*, 2004).

La influencia de las localidades sobre el comportamiento de los cultivares y líneas experimentales sembrados en las cuatro localidades se observa en la *Figura 9*, en la cual se consideraron los dos primeros componentes principales, acumulando el 57 % del total de la varianza. La estructura de componentes principales se muestra en el *Cuadro 11*.

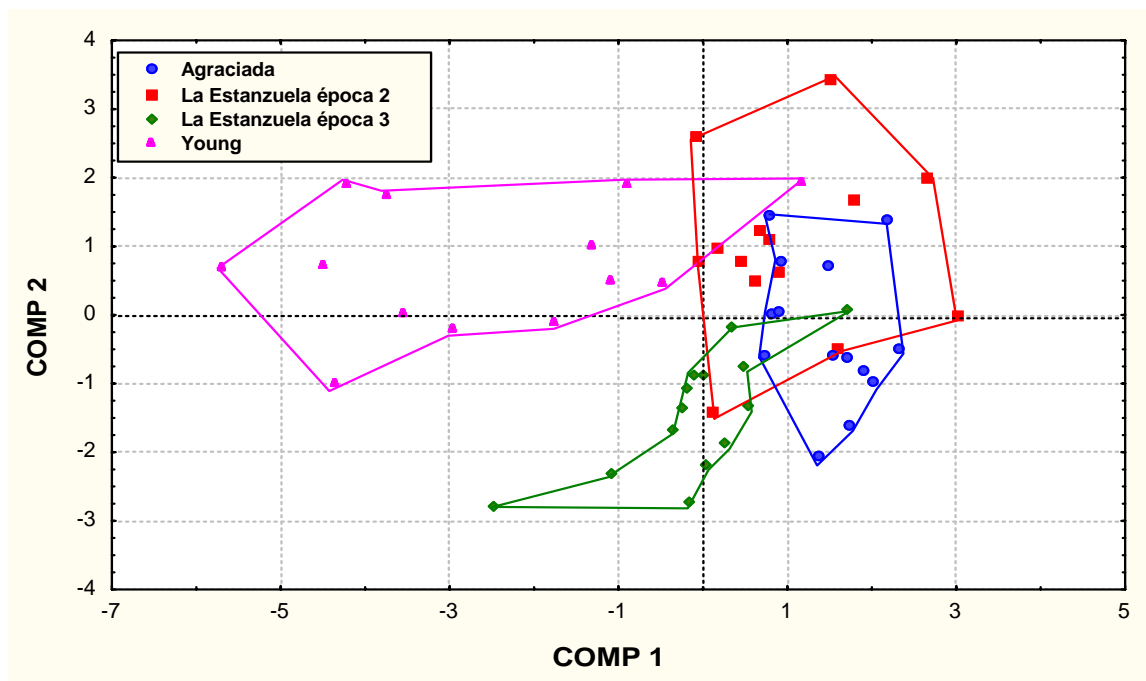


Figura 9: Cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación sembrados en Agraciada, LE2, LE3 y Young para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se muestra en el cuadro 11. Los símbolos indican cultivares y líneas experimentales en las distintas localidades. Las líneas continuas unen materiales sembrados en la misma localidad.

Como puede observarse, los cultivares y líneas experimentales tienden a agruparse en general en función de las localidades en donde fueron sembrados. En la localidad de Young, los materiales se ubicaron más dispersos a lo largo de valores negativos del primer componente (mayores valores de TYC) y ligeramente positivos para el segundo componente (valores ligeramente mayores de PROT) (Ver Anexo 1, pág. 5-19). En Agraciada los distintos materiales se ubicaron sobre valores positivos del primer componente (mayores valores de PYS y EX) y dispersos sobre el segundo componente (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2). En LE2 los materiales se presentaron dispersos, concentrándose sobre valores ligeramente positivos del primer y segundo componente (mayores valores de RPYS y REND con valores bajos de PYS, FR y EX) (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2). En LE3 los materiales se agruparon dispersos sobre el primer componente, mostrando las diferentes situaciones respecto al comportamiento de los distintos materiales, y agrupados sobre valores negativos del segundo componente (bajos valores de PROT y REND con valores medios de EX, FR y AL) (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2).

El patrón de comportamiento de los cultivares y líneas experimentales para cada localidad (Ver *Figura 10 a,b,c*) permite realizar algunas inferencias sobre la estabilidad o no de algunos materiales genéticos en las condiciones del año 2002. La estructura de componentes principales se muestra en el *Cuadro 11*.

Becker, (1981) citado por Romagosa *et al*, (1993), establece dos tipos de estabilidad genotípica, estabilidad “biológica” en sentido de estabilidad homeostática, donde los materiales presentan similares respuesta en condiciones ambientales diferentes y estabilidad “agronómica”, donde un genotipo es considerado estable si este se comporta asociado al potencial del ambiente. En este análisis nos acercaremos más al concepto de “estabilidad biológica”, tratando de visualizar aquellos materiales que se destacan según las diferentes condiciones ambientales. Según Sparrow, (1971); Molina-Cano *et al*, (2000a), aquellos materiales de mejor calidad de cebada y de malta son menos influenciados por el ambiente que aquellos de calidad media. Estos últimos en general presentan mejores valores de calidad solo cuando el ambiente resulta altamente favorable.

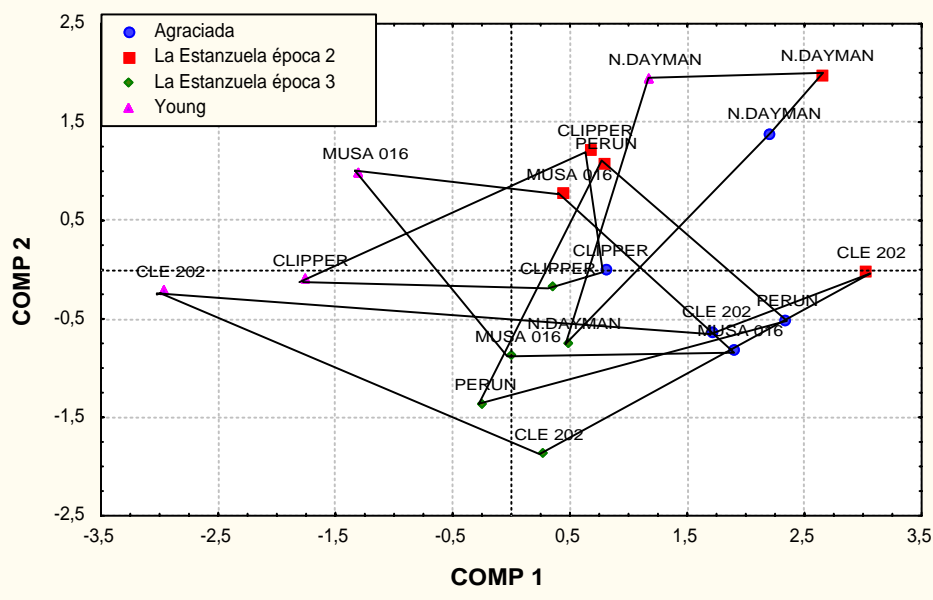


Figura 10-a : Cultivares comerciales en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se brinda en el Cuadro 11. Las líneas continuas unen mismos materiales genéticos en las diferentes localidades.

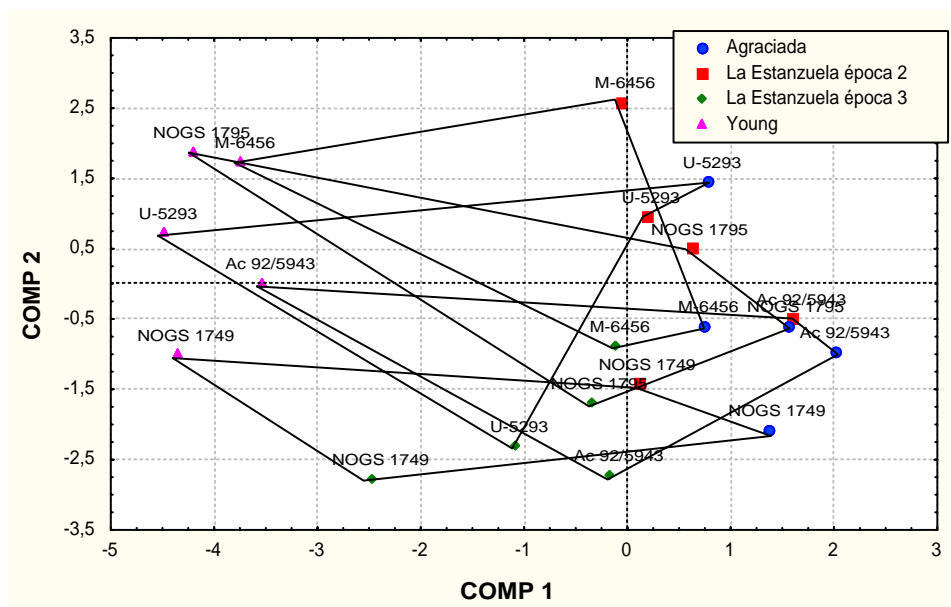


Figura 10-b : Líneas experimentales de Maltería Oriental S.A (MOSA) en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se brinda en el Cuadro 11. Las líneas continuas unen mismos materiales genéticos en las diferentes localidades.

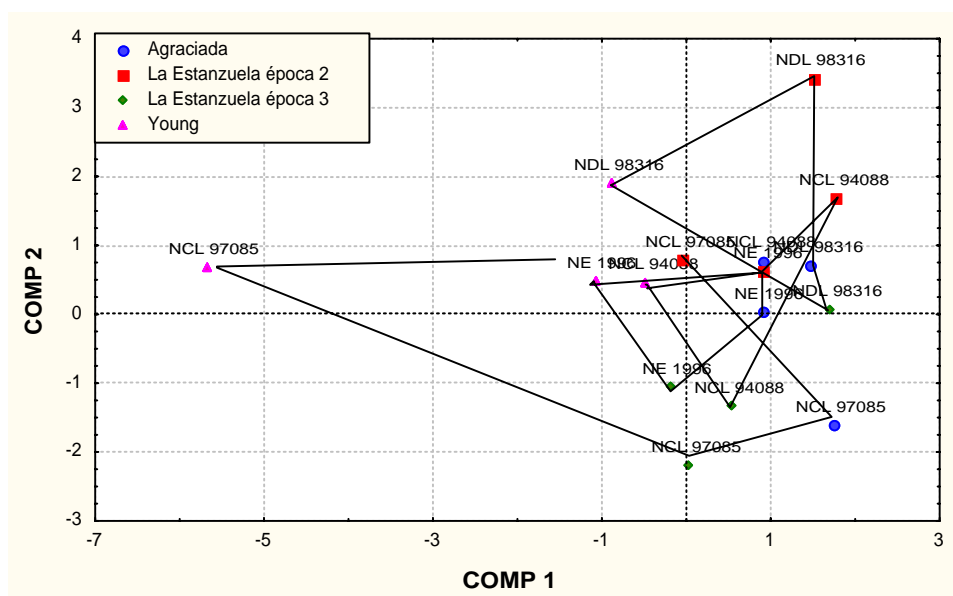


Figura 10-c: Líneas experimentales de AMBEV en las localidades de Agraciada, LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se brinda en el Cuadro 11. Las líneas continuas unen mismos materiales genéticos en las diferentes localidades.

Daymán y Clipper fueron los cultivares comerciales (*Figura 10-a*) más estables dada la menor dispersión de los datos, seguidos de Musa 016, ya que Perún no fue sembrado en Young. Daymán se ubicó sobre valores positivos para el primer y segundo componente, explicado por los mayores valores de RPYS, PYS y REND y PD con tendencias a mayores valores de PROT (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2). CLE 202 se mostró como el cultivar menos estable, presentando los valores más dispersos sobre el primer componente y ubicándose sobre valores negativos del segundo componente. Este cultivar presentó tendencias a mayores valores de FR y menores de PROT, principalmente en LE2, LE3 y Young (Ver Anexos 1, pág. 5-19 y Anexo 2). Perún y Musa 016, sin considerar la localidad de Young en la cual no se encuentra Perún, en el resto de las localidades se comportaron en forma similar ubicándose sobre valores ligeramente positivos del primer componente. Para ambos cultivares los mayores valores de EX explicaron la tendencia a ubicarse sobre valores positivos del primer componente, dado que estos materiales presentaron a su vez altos valores de TYC en todas las localidades (lo que tendería a ubicarlos sobre valores negativos del primer componente). (Ver Anexos 1, pág. 5-19 y Anexo 2)

En general las líneas experimentales de MOSA, las que se observan en la *Figura 10-b*, mostraron alto rango de variación en función del lugar en donde fueron sembrados, presentando los valores mas bajos de REND y RPYS en la localidad de Young, comparado con el resto de los materiales analizados.

Los materiales de AMBEV: NE 1996 y NCL 94088 de la *Figura 10-c* fueron los materiales más estables con una tendencias de NDL 98316 a valores positivos para el primer y segundo componente. NE 1996 se presentó como el material menos disperso del los materiales anteriormente analizados, ubicándose en la intersección de los ejes de ambos componente.

El análisis de componentes principales para los cultivares y línea experimentales en cada localidad permite visualizar como se comportan y agrupan los materiales genéticos de acuerdo a las condiciones particulares del ensayo (Ver *Figura 11 a,b,c,d*). La estructura de componentes principales se muestra en el Anexo 3 (pág. 1).

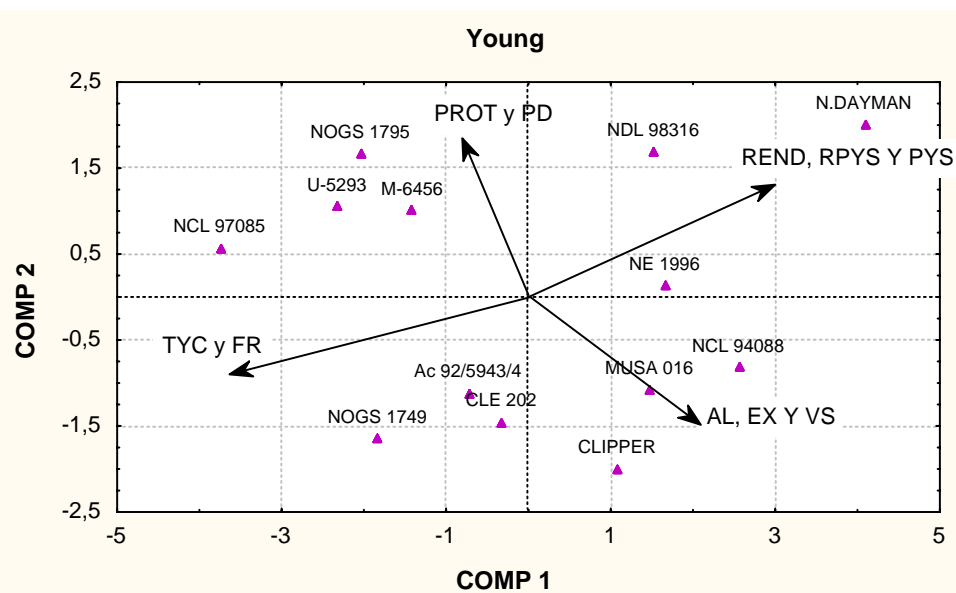


Figura 11-a: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Young. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y cebada.

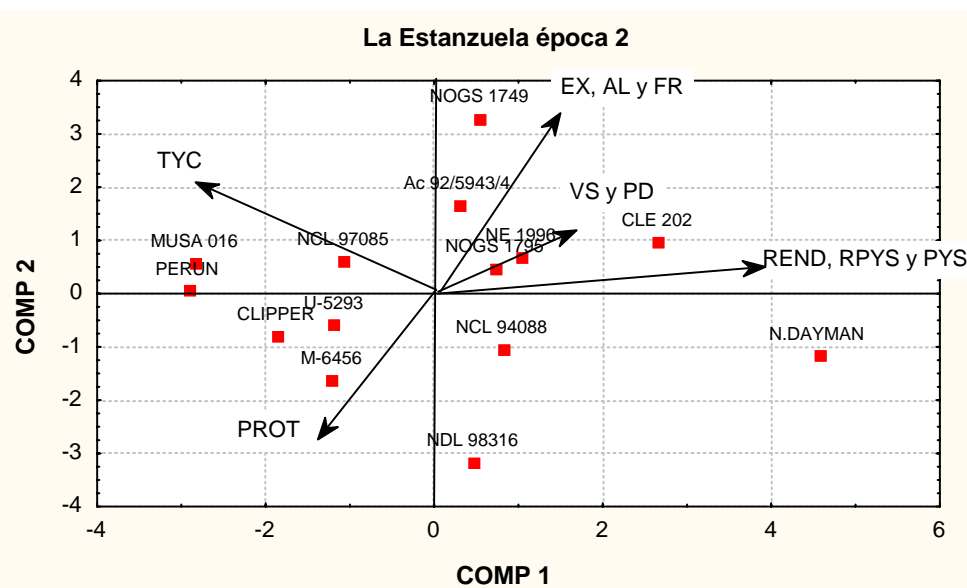


Figura 11-b: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE 2. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

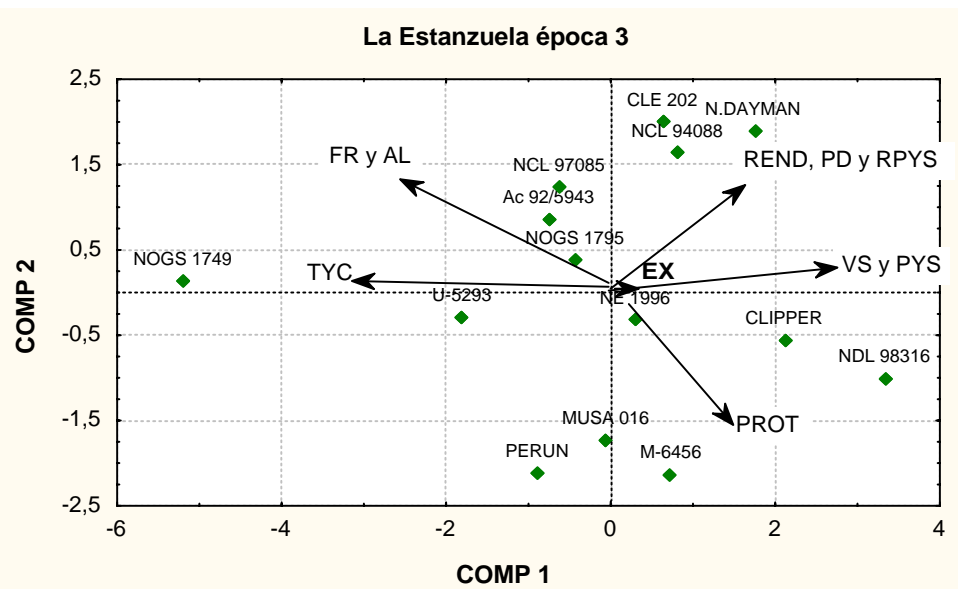


Figura 11-c: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE3. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

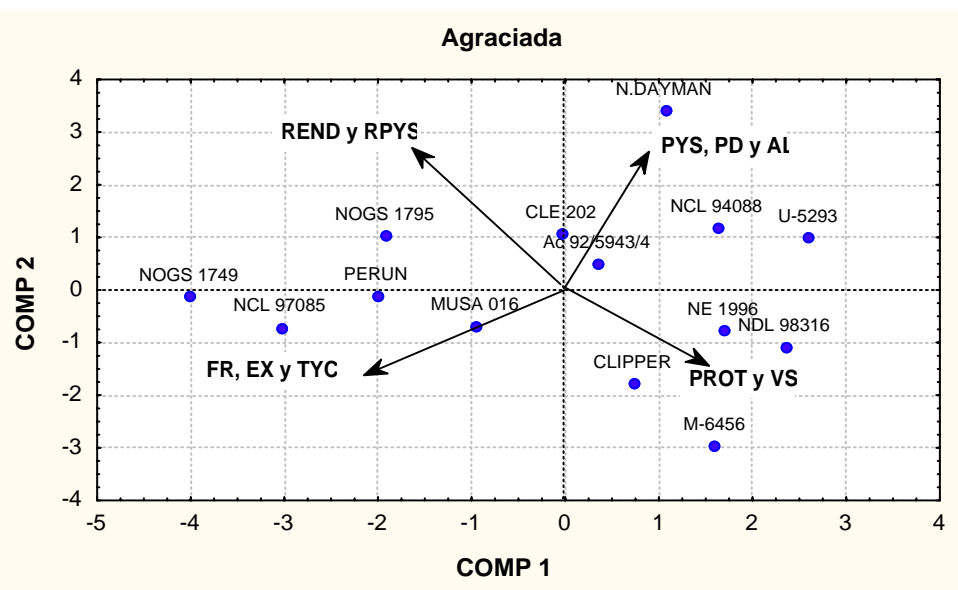


Figura 11-d: Cultivares, líneas experimentales y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Agraciada. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

En la localidad de Young (Ver *Fig. 11-a*) el cultivar Daymán se destacó por los altos valores de PD (412.5 UWD), REND (3955 kg/há), RPYS (3415 kg/há) y PYS (86 %), con valores de PROT promedialmente altos (12 %) comparado con CLE 202, que por el contrario, mostró menores valores de REND (2862 kg/há) con menores valores de PROT(11.1%) y bajos porcentajes de PYS (38%) (Ver Anexo 1, pág. 5-19).

En la localidad de LE2 (Ver *Fig. 11-b*), Daymán seguido de CLE 202 presentaron altos valores de REND, PYS y PD, CLE 202 con los mayores valores de EX (82,2 %) y VS (1,515 mPa.s) y menores valores de PROT (10,8 %). Los cultivares Perún, Musa 016 y Clipper se caracterizaron por los mayores valores de TYC (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2).

Para la localidad LE3 (Ver *Fig. 11-c*) los valores de REND alcanzados así como las diferencias entre cultivares fueron menores comparadas con el resto de las localidades (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2). Daymán seguido de CLE 202 y Clipper obtuvieron los mejores REND, RPYS y PYS. Los cultivares Perún y Musa 016 se caracterizaron por los mayores valores de TYC, siendo Musa 016 junto con Clipper los que presentaron los mayores valores de PROT (Musa 016 y Clipper 12 %, demás materiales 10.9 % en promedio) (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2).

En la localidad de Agraciada (Ver *Fig. 11-d*), Daymán logró los mayores valores de PYS, REND y PD, Clipper bajos REND con los valores más altos de PROT (Clipper 12.5 %, demás materiales 11.4% en promedio), Perún y Musa 016 lograron buenos EX, que para el caso de Perún se acompañó con valores promedialmente mayores de REND y PYS respecto a las demás localidades (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2)

Se destacaron materiales como M-6456 con los mayores valores de PROT en todas las localidades no asociados necesariamente a mayores valores de PD, y NOGS 1749 con los mayores valores de FR en todas las localidades (supone una buena adaptación del programa de micromalteo para este material) y tendencias a mayores valores de TYC. (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2)

El comportamiento de los materiales genéticos, principalmente los cultivares comerciales, en los distintos ensayos mostró al cultivar Daymán con los mejores valores de rendimiento y clasificación en todas las localidades así como Musa 016 y Perún con tendencias a presentar las peores clasificaciones. La magnitud de estas respuestas muestra una posible asociación con las condiciones sanitarias de cada cultivar en cada localidad, siendo en todos los casos el cultivar Daymán el menos afectado por las enfermedades y de manera contraria Perún y Musa 016 (Ver Anexo 1, pág. 10-18). Si bien en general los cultivares Musa 016 y Perún lograron valores aceptables de extracto, estos mejoraron en ambientes que favorecieron el logro de mejores clasificaciones y menor enfermedad (Agraciada). Para condiciones de cultivo no restrictivas el cultivar CLE 202 alcanzó valores de buenos a aceptable de extracto con valores de proteína comparativamente menores al resto de los cultivares, presentando a su vez respuestas en rendimiento y clasificación que variaron según las diferentes localidades. El cultivar Clipper con tendencias a presentar mayores valores de proteína y menores valores de poder diastásico, salvo para la localidad de Young, mostró un comportamiento estable.

En este análisis, así como en los anteriores, se observa que la asociación entre las características de calidad de cebada y malta es compleja. Si bien algunos materiales presentaron menos variación respecto a los parámetros de calidad de malta y cebada en los distintos ambientes (ensayos), en general el comportamiento de los genotipos varió en función de las distintas condiciones ambientales. Rutger *et al.*, (1966); Rasmusson *et al.*, (1967); Molina-Cano *et al.*, (1997); García del Moral *et al.*, (1998); Molina-Cano *et al.*, (2004), no encontraron interacción genotipo por ambiente (genotipo x localidad, genotipo x año, genotipo x localidad x año) básicamente para los parámetros de calidad de malta, rendimiento y proteína. Otros autores establecen lo contrario (Sparrow *et al.*, (1971); Eagle *et al.*, (1995); Swanston *et al.*, (1995); Fox *et al.*, (2001a); Swanston *et al.*, 2002).

Como puede observarse existió interacción genotipo por ambiente (localidad), para diferentes parámetros de calidad de malta y cebada. Dentro de este contexto algunos materiales evaluados presentaron mayor estabilidad.

4.3.2. Líneas experimentales en primer año de evaluación oficial

El comportamiento de los parámetros de calidad de malta: EX, PD, VS, FR, AL y rendimiento y calidad de cebada: REND, RPYS, PROT, PYS y TYC para líneas experimentales de primer año de evaluación (Ver Cuadro 5, pág. 37) sobre las localidades LE2, LE3 y Young se muestra en la Figura 12.

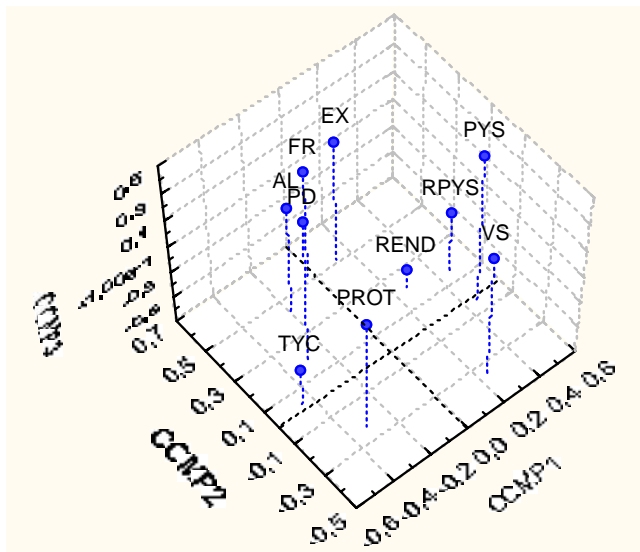


Figura 12: Parámetros de calidad de malta: EX, PD, VS, FR, AL y calidad de cebada: REND, RPYS, PROT, PYS y TYC para líneas experimentales de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3).

REND, RPYS, PYS, VS y EX se agruparon a lo largo del primer componente en sentido opuesto a TYC, PROT, PD y AL. El segundo componente PROT y VS con valores negativos se separaron del resto de los parámetros de calidad de malta y cebada. Ambos componentes explicaron el 57 % de total de la varianza. El *Cuadro 13* brinda la estructura de los tres primeros componentes principales.

Cuadro 13: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de la varianza total de cada uno de ellos para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para las líneas experimentales de primer año de evaluación.

	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop. de la varianza	0,320233	0,248447	0,162623
AL	-0,194811	0,428885*	0,124701
EX	0,125984	0,51197*	0,214578
FR	-0,024095	0,526528*	0,107408
PD	-0,292773	0,191194	0,380701*
VS	0,242535	-0,344609*	0,22167
REND	0,265449	0,207452	-0,561781*
PROT	-0,317617*	-0,226073	0,148797
RPYS	0,466630*	0,158542	-0,249402
PYS	0,453856*	-0,032564	0,407957*
TYC	-0,453856*	0,032564	-0,407957*

* Los coeficientes resaltados indican valores superiores a 0.30 e inferiores a -0.30.

El primer componente principal representa el 32 % del total de la varianza, el segundo el 24.8 y el tercer componente el 16.2 %, sumando los tres explican el 73.1 % del total de la varianza (Ver *Cuadro 13*).

Para el primer componente los parámetros que obtuvieron mayores coeficientes fueron RPYS, PYS con valores positivos y TYC seguidos de PROT con coeficientes negativos. En el segundo componente se destacaron FR, EX Y AL con valores de coeficiente positivos y VS con valor negativo. El tercer componente destacó REND y TYC con coeficientes negativos y PYS y PD con coeficientes positivos.

Al igual que para los materiales de 2 y más años de evaluación (Ver *Cuadro 11*), los parámetros con coeficientes más altos asociados al primer componente, fueron: RPYS y PYS y TYC (variables interdependientes). Para materiales de 2 y más años de evaluación RPYS, PYS claramente se asociaron en forma positiva a EX. Esta relación no es clara para los materiales de primer año, los que si muestran una clara asociación negativa de RPYS y PYS con PROT. Para ambos análisis el segundo componente principal tiende a relacionar positivamente a EX, FR y AL. La asociación negativa de

estos parámetros con PROT fue más evidente para el caso de los materiales de 2 y más años de evaluación. (Ver Cuadro 11 y Figura 8).

Los promedios y desvíos estándar para los parámetros de calidad de malta (AL, EX, FR, PD y VS) y calidad de cebada (REND, PROT, RPYS, PYS y TYC) para las localidades de LE2, LE3 y Young se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14: Promedios y desviaciones estándar para los parámetros de calidad de malta y cebada: extracto (EX), atenuación límite (AL), friabilidad (FR), poder diastásico (PD), viscosidad (VS), rendimiento de grano total (REND), porcentaje de proteína (PROT), rendimiento de grano de 1^{ra} + 2^{da} (RPYS), porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} (PYS) y porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta} (TYC), para materiales de primer año de evaluación oficial en las localidades LE2 y LE3 y Young.

Parámetro	Localidad			Promedio
	LE2	LE3	Young	
EX	79,1 ± 1,3	79,8 ± 1,2	79,2 ± 1,3	79,4 ± 1,2
PD	327 ± 56	341 ± 39	373 ± 35	347 ± 47
AL	79,3 ± 2,2	79,8 ± 2,7	81,0 ± 2,7	80,0 ± 2,5
FR	76,3 ± 8,6	77,1 ± 10	79,9 ± 9,6	77,8 ± 9,2
VS	1,46 ± 0,04	1,48 ± 0,03	1,45 ± 0,03	1,46 ± 0,03
REND	4102 ± 554	2690 ± 406	3570 ± 550	3454 ± 768
PROT	11,5 ± 0,6	11,6 ± 0,7	11,9 ± 0,7	11,7 ± 0,7
RPYS	3691 ± 534	2563 ± 399	2646 ± 890	2967 ± 809
PYS	90 ± 4	95 ± 2,5	72 ± 19	86 ± 15
TYC	10 ± 4	5 ± 2,5	28 ± 19	14 ± 15

La localidad de Young presentó los menores valores de PYS logrando similares valores de EX que la localidad de LE2, la que obtuvo mejores valores de clasificación. La localidad de LE3 mostró el mejor valor de EX asociado a una buena clasificación de PYS. La asociación de clasificación y extracto para materiales de primer año de evaluación no quedó clara en las localidades de LE2 y Young.

Se destaca que estos materiales presentaron los mejores estados sanitarios para todas las localidades. (Ver Anexo 1, pág. 10-18).

Con respecto a lo analizado anteriormente para los materiales de 2 y más años de evaluación (Ver Cuadro 12), se observó que los materiales de primer año presentaron valores superiores para PYS seguido de RPYS y REND, en todas las localidades. Para características de calidad de malta, los materiales de primer año mostraron un ligero aumento de PD y leve caída en los valores de AL y FR. En Young los materiales de primer año lograron mejor valor de EX con una caída en los valores de FR y mejora en clasificación.

Este análisis permite establecer para líneas experimentales de primer año de evaluación una tendencia a mejores clasificaciones de grano asociados a menores porcentajes de proteína, sin observarse una clara relación entre clasificación y extracto. Por otro lado los mejores valores de extracto, friabilidad y atenuación límite se correlacionaron con menores viscosidades y tendencias a menores contenidos de proteína. Estos resultados confirman lo expuesto anteriormente por varios autores (Bishop, 1930, Shildbach, 1985, Arias, 1991 MacGregor, 1991; MacGregor *et al.*, 1996; Roche, 1991; Molina-Cano *et al.*, 1995; Molina-Cano *et al.*, 2000a; Fox *et al.* 2001a; Molina-Cano *et al.*, 2004).

La influencia de las localidades sobre los materiales genéticos se observan en la *Figura 13*, donde solo se tuvieron en cuenta los dos primeros componentes principales, los que suman el 57 % del total de la varianza. La estructura de componentes principales se brinda en el *Cuadro 13*.

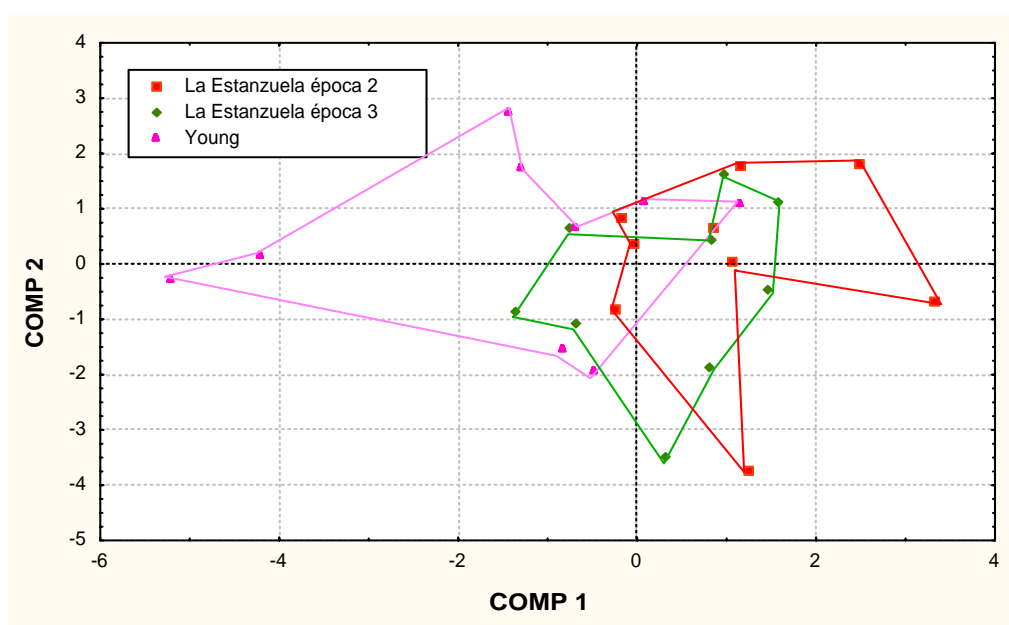


Figura 13: Líneas experimentales de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2). Los símbolos indican materiales genéticos en las distintas localidades. Las líneas continuas unen materiales sembrados en la misma localidad.

En la localidad de Young la mayoría de los materiales se mostraron menos dispersos respecto a los materiales de 2 y más años de evaluación (Ver *Figura 9*), ubicados sobre valores ligeramente negativos del primer componente, explicado principalmente por los valores de TYC y PROT (Ver Anexo 1, pág. 7-8). En la localidad de LE2 la mayoría de los materiales se ubicaron sobre valores positivos para el primer componente

(presentando los mayores valores de RPYS; Ver Anexo 1, pág. 6) y dispersos para el segundo componente (mostrando las diferentes situaciones respecto a las características de calidad que afectan este componente, Ver Cuadro 13). En la localidad de LE3 los materiales se ubicaron dispersos en la intersección de los ejes para ambos componentes, con alguno de los materiales situados sobre valores más negativos del segundo componente, resultado de los mayores valores de viscosidad (Ver Anexo 2, pág. 5, 6 y 8). Para esta localidad, los materiales genéticos de primer año mostraron menores valores de AL y FR que los materiales de 2 y más años (Ver Anexo 2, pág. 5, 6 y 8)

El patrón de comportamiento de los materiales sembrados en las localidades LE2, LE3 y Young se muestra en la *Figura 14-a* y *14-b*, lo que permitirá inferir sobre la estabilidad o no de los diferentes materiales genéticos en las condiciones del año 2002. La estructura de componentes principales se muestra en el *Cuadro 13*.

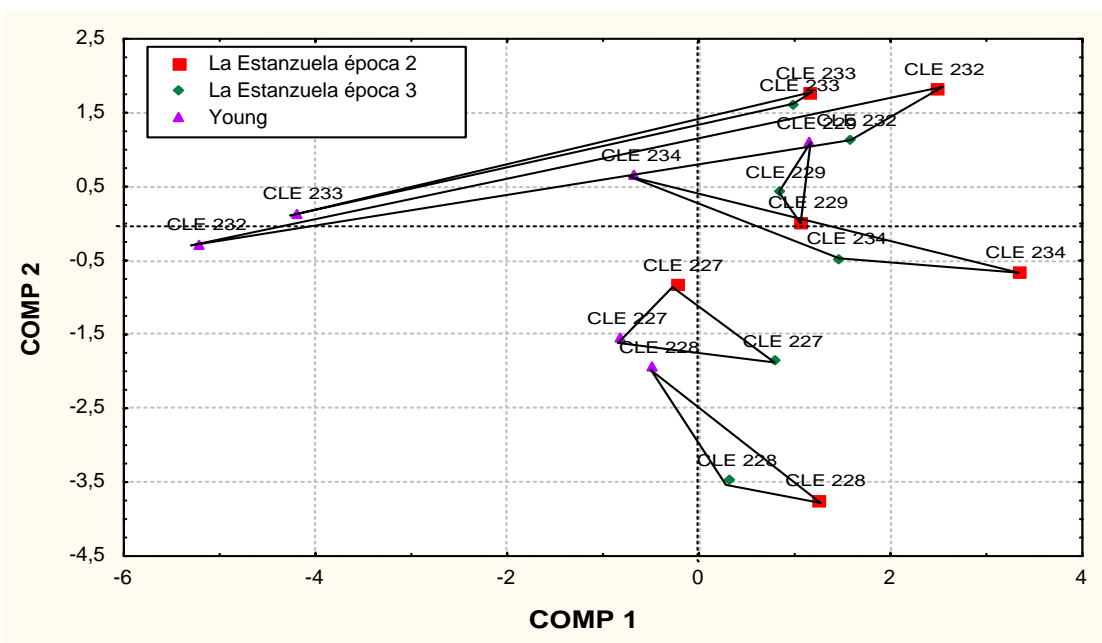


Figura 14-a: Líneas experimentales INIA de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se brinda en el cuadro 13. Las líneas continuas unen mismos materiales genéticos en las diferentes localidades.

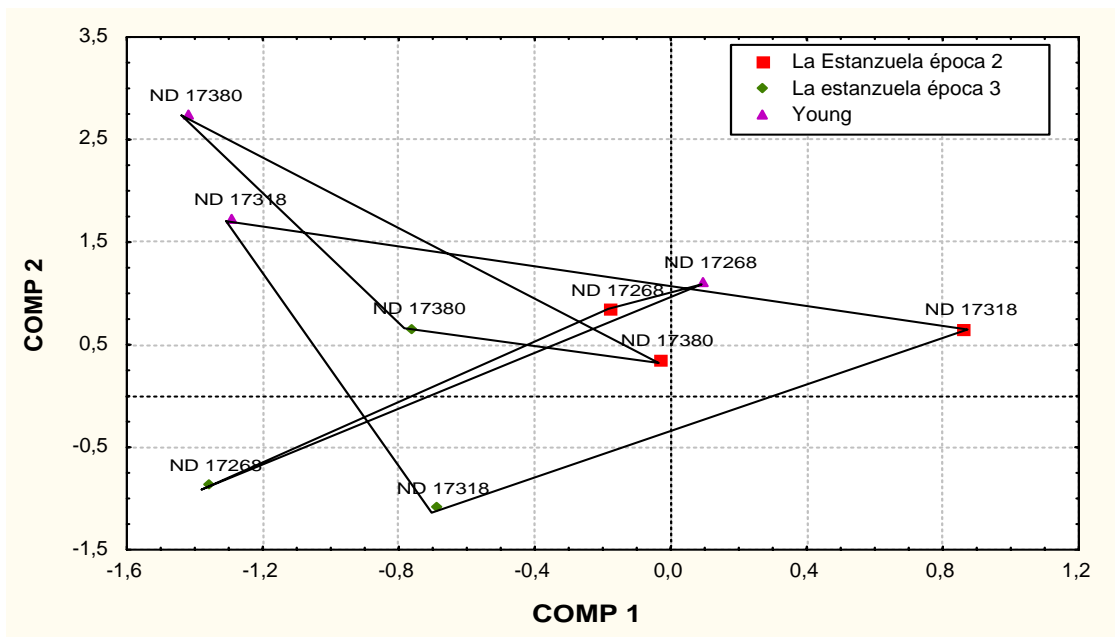


Figura 14-b: Líneas experimentales AMBEV de primer año de evaluación en las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2). La estructura de componentes principales se brinda en el cuadro 13. Las líneas continuas unen mismos materiales genéticos en las diferentes localidades.

En la Figura 14-a se observó a CLE 232 y CLE 233 como aquellos materiales más afectados en la localidad de Young (con los mayores valores de TYC) (Ver anexo 1 pág. 7). El material CLE 229 se mostró como el más estable agrupado sobre valores ligeramente positivo del primer y segundo componente. En la Figura 14-b, ND 17318 se observó como el material menos estable (con los mayores registros de Roya de la Hoja y Oídio en las localidades de LE3 y Young respectivamente, Ver Anexo 1, pág. 14, 15 y 18) y ND 17268 el más afectado en Young respecto a las demás localidades, con tendencias a mayores valores de proteína (12, 6 %) aunque con los menores valores de TYC (10 %) (Ver anexo 1 pág. 7 y 8). En la localidad de Young el material ND 17380 se destacó con los mayores valores de poder diastásico (451 U.W.K).

El análisis de componentes principales para los cultivares y línea experimentales en cada localidad permite visualizar como se agrupan los materiales genéticos de acuerdo a las condiciones particulares de cada ensayo (Ver Figura 15 a,b,c). La estructura de componentes principales se muestra en el Anexo 3 (pág. 2).

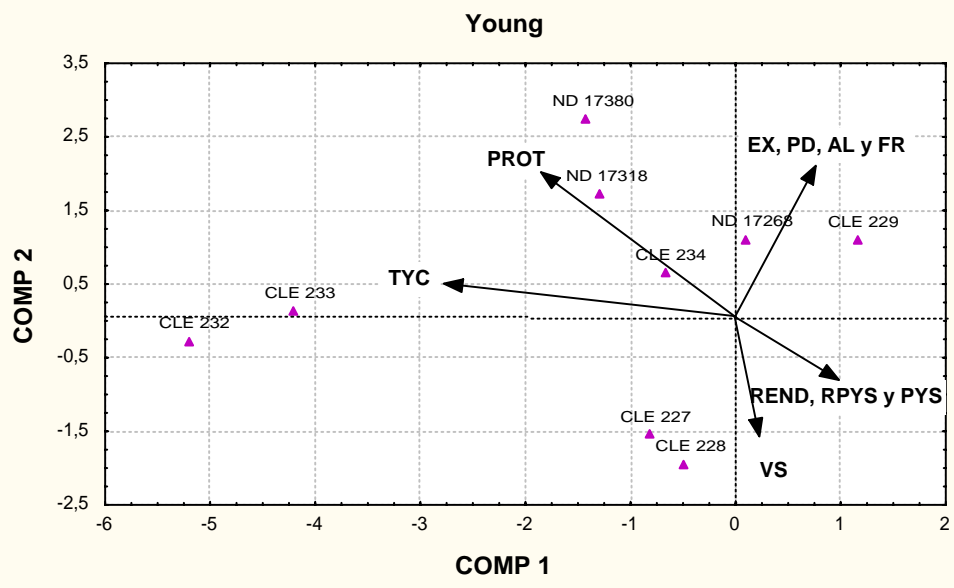


Figura 15-a: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de Young. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

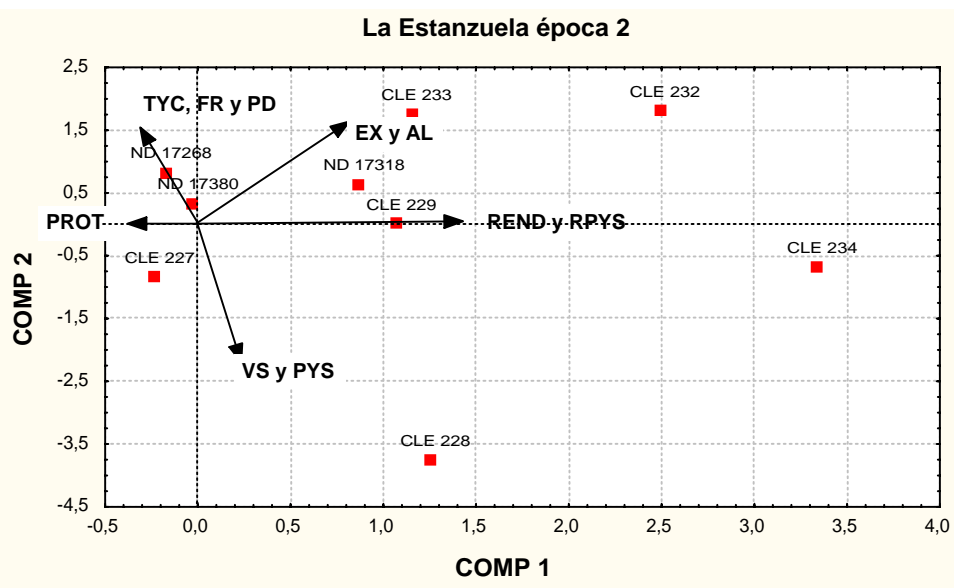


Figura 15-b: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE 2. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

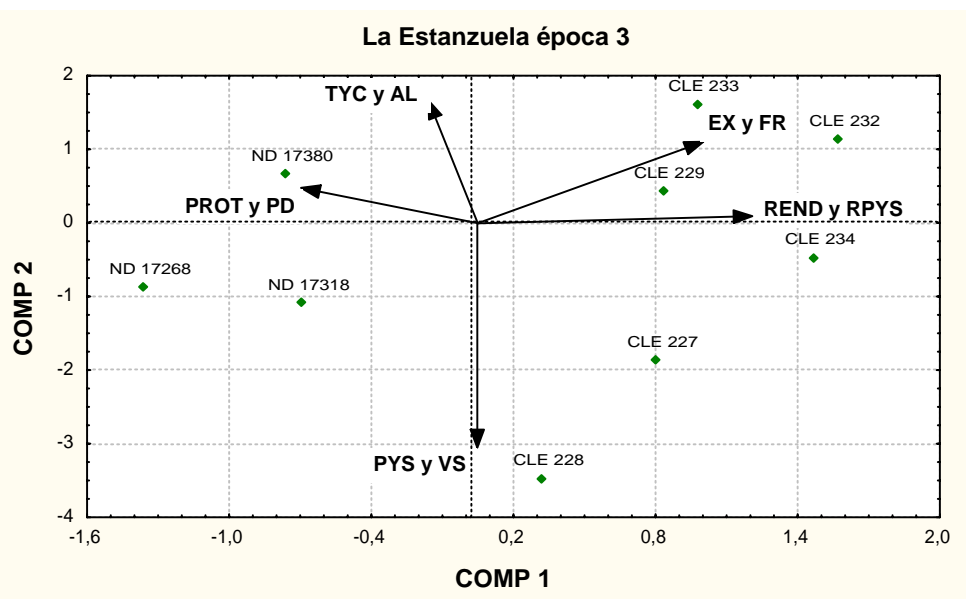


Figura 15-c: Líneas experimentales de primer año de evaluación y tendencias de parámetro de calidad de malta (EX, PD, AL, FR y VS) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS y TYC) para los dos primeros componentes principales (COMP 1 y COMP 2) en la localidad de LE3. Las flechas indican tendencias de los parámetros de calidad de malta y de cebada.

El material CLE 229 se presentó para las tres localidades ubicado sobre valores positivos del primer componente y con los mayores valores de FR (Ver Anexo 2) y ubicado sobre valores ligeramente positivos del segundo componente para las localidades de Young y LE3. Este material mostró ser el más estable (Ver Figura 14-a y 15 a,b,c) y en general obtuvo buenos valores de clasificación y rendimiento, aunque para algunos de los parámetros de calidad (PROT, EX y VS) pudieron observarse variaciones en cada localidad (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2).

En la localidad de Young CLE 232 y CLE 233 presentaron los mayores valores de TYC (65 y 52 % respectivamente) con valores medios de EX, FR y AL, ubicándose sobre valores negativos del primer componente. Para las localidades de LE2 y LE3 estos materiales se ubicaron sobre valores positivos del primer y segundo componente, con los mayores valores de REND, RPYS y EX (Ver Anexo 1, pág. 5-19 y Anexo 2).

ND 1318, material genético que se comportó como el menos estable (Ver Figura 14-b y 15 - a,b,c), presentó en Young buenos valores de REND con baja clasificación de PYS (72 %), en tanto en las demás localidades (LE2 y LE3) mostró menores rendimientos con mejores clasificaciones (Ver Anexo 1, pág. 5-7). Respecto a las características de calidad de malta para este material, FR seguido de AL y EX fueron las que presentaron mayor variación entre localidades (Ver Anexo 2).

Si bien existieron variaciones entre localidades, en general puede establecerse una asociación negativa entre los parámetros REND, RPYS y PYS respecto a los parámetros PROT, TYC. Los mejores rendimiento y clasificaciones de las líneas experimentales de primer año de evaluación no mostraron mayores diferencias, respecto a los materiales de 2 y más años de evaluación, al momento de considerar los valores de extracto, donde se esperaban mejores resultados en la medida en que estos materiales presentaron mejores condiciones sanitarias en todas las localidades (Ver Anexo 1, pág. 10-18). Estas mejores condiciones sanitarias posiblemente hayan influenciado hacia mejores valores de clasificación y rendimiento (Pereyra, 1995; Shipton, 1966 citado por Arias, 1992).

El comportamiento de los materiales mostró a algunos más estables que otros, estableciéndose para estos materiales interacción genotipo por ambiente (localidad) para los parámetros de calidad de malta y cebada, lo que concuerda con lo citado por varios autores (Sparrow *et al.*, 1971; Eagle *et al.*, 1995; Swanston *et al.*, 1995; Fox *et al.*, 2001a; Swanston *et al.*, 2002).

4.3.3. Índice de Calidad de Micromalteo, parámetros de calidad de malta y cebada para cultivares y líneas experimentales de primer año y 2 y más años de evaluación oficial

Este análisis comprende los ensayos de LE2, LE3 y Young donde se analizan los materiales de primer año de evaluación y 2 y más años de evaluación (Ver *Cuadro 5*, pág. 37) respecto al Índice de Calidad de Micromalteo (INDICE) que opera en Uruguay en relación a las características de cebada (calidad y rendimiento) y malta. Se agrega a este análisis la característica de ciclo (CICLO), como días desde emergencia a espigazón.

La estructura del análisis de componentes principales para los parámetros de calidad de malta; y rendimiento y calidad de cebada: EX, PD, AL, FR, VS, INDICE, REND, PROT, RPYS, PYS, TYC y CICLO, para las localidades de LE2, LE3 y Young respecto a los tres primeros componentes principales puede observarse en el *Cuadro 15*.

Cuadro 15: Estructura de los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3) y proporción de cada uno de ellos sobre la varianza total para los parámetros de calidad de malta (EX, PD, AL, FR VS e Índice de Calidad de Micromalteo (INDICE)) y cebada (REND, RPYS, PROT, PYS TYC y ciclo (CICLO)) para los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación y líneas experimentales de primer año de evaluación oficial, en las localidades de Young, LE 2 y LE 3.

	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop. de la varianza	0,307311	0,227864	0,161971
AL	-0,155655	0,409129*	0,14245
EX	0,229898	0,430686*	0,004252
FR	-0,211337	0,443079*	0,102185
PD	-0,055932	0,038499	0,393374*
VS	0,316359*	-0,097607	-0,008628
REND	0,238194	-0,152878	0,555654*
PROT	-0,122732	-0,326481*	0,066889
RPYS	0,448216*	-0,04609	0,319836*
PYS	0,483274*	0,080373	-0,094318
TYC	-0,483274*	-0,080373	0,094318
CICLO	-0,187287	-0,198141	0,563877
INDICE	-0,012761	0,505499*	0,251317

* Los coeficientes resaltados indican valores superiores a 0.30 e inferiores a -0.30.

Los tres primeros componentes principales suman el 70 % del total de la varianza (*Cuadro 15*). En el primer componente se destacaron PYS, RPYS seguido de VS con coeficientes positivos y TYC con valor de coeficiente negativo. Para el segundo componente se destacaron INDICE junto a EX, FR y AL con los mayores coeficientes positivos y PROT con el coeficiente más negativo y en el tercer componente CICLO y REND seguidos de PD y RPYS con valores positivos de coeficiente.

Las relaciones entre los diferentes parámetros de calidad de malta, características de cebada, índice de calidad y ciclo para los tres primeros componentes principales se muestra en la *Figura 16*.

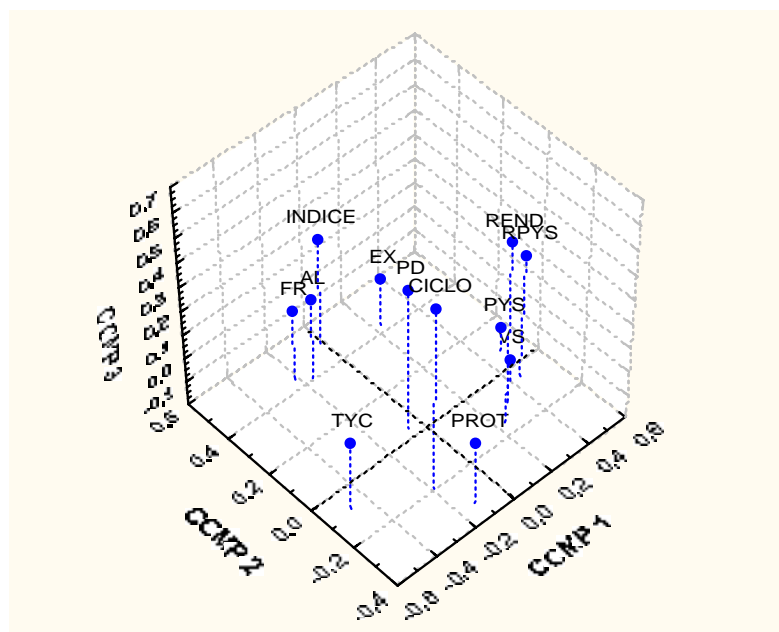


Figura 16: Parámetros de calidad de malta y cebada (EX, PD, AL, FR, VS, INDICE, REND, PROT, RPYS, PYS, TYC y CICLO), en las localidades LE2 , LE3 y Young para los tres primeros componentes principales (COMP 1, COMP 2 y COMP 3).

Del análisis del Cuadro 15 y Figura 16 se desprende que existió una asociación negativa entre los mayores valores de rendimientos y clasificación respecto a los mayores valores de proteína, tercera y cuarta y días de ciclo (desde emergencia a espigazón).

Para las características de malta, los mayores valores del Índice de Calidad de Micromalteo se asociaron directamente con los mayores valores de friabilidad seguidos de extracto y atenuación límite, asociándose en forma negativa a proteína. Analizando la estructura del Índice de Calidad de Micromalteo (Ver Sección 3.2.3, pág. 48), donde el 60 % del total de los punto se le atribuyen a EX, FR y AL, resulta esperable que estas características resultaran asociadas directamente al INDICE. Para los protocolos de micromalteo y análisis de calidad de malta que se aplican en nuestro país en la evaluación oficial de cultivares y líneas experimentales, el Índice de Calidad propuesto aparece asociado a menores valores de proteína y mayores valores de extracto.

5. CONCLUSIONES

1. Para las condiciones del año 2002, el análisis de los cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación determinó que los materiales con mejores rendimientos y clasificación de grano mostraron los mejores valores de extracto. A su vez estos mejores valores de extracto presentaron una tendencia a menores contenidos de proteína en grano.
2. Para líneas experimentales de primer año de evaluación las asociaciones más claras entre características de cebada y malta fueron: rendimiento total de grano y rendimiento de 1^{ra} +2^{da} asociados negativamente a porcentaje de 3^{ra} y 4^{ta} y porcentaje de proteína. No existió una clara asociación entre clasificación y contenido de extracto.
3. Si bien existieron diferencias de comportamiento entre las distintas localidades de evaluación, los materiales genéticos presentaron interacción genotipo x ambiente (localidad) para las características de calidad de cebada y malta. En este contexto algunos genotipos manifestaron mayor estabilidad de comportamiento.
4. Las características de calidad más asociadas al Índice de Calidad Maltero fueron: friabilidad, extracto y atenuación límite. El porcentaje de proteína se asoció negativamente. Para los protocolos de micromalteo y análisis de calidad de malta que se aplican en el Uruguay, en la evaluación oficial de cultivares, el Índice de Calidad de Micromalteo propuesto parece resaltar aquellas características que se asocian a las mejores cebadas y maltas.

6. RESUMEN

Uruguay exporta más del 90% de su producción de cebada como malta. La malta es la cebada germinada y secada que se usa como principal sustrato en la fermentación alcohólica para la elaboración de la cerveza. La calidad final de la malta es una combinación de factores de producción del cultivo (genéticos, tecnologías de manejo, clima, etc) así como de los procesos involucrados en su fabricación industrial.

El objetivo general de este trabajo fue analizar las relaciones entre parámetros de calidad de malta (extracto, poder diastásico, atenuación límite, friabilidad y viscosidad), rendimiento y calidad de cebada (rendimiento total de grano, porcentaje de proteína, rendimiento de 1^{ra} + 2^{da}, porcentaje de 1^{ra} + 2^{da} y porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta}).

Los objetivos específicos fueron primero analizar el comportamiento de distintos genotipos respecto a los parámetros de calidad de malta y características de cebada en diferentes localidades y en un mismo año (interacción genotipo x ambiente) y segundo estudiar las asociaciones entre el Índice de Calidad de Micromalteo, sus componentes y los parámetros de rendimiento y calidad de cebada .

Los materiales genéticos utilizados fueron líneas experimentales de primer año de evaluación y cultivares y líneas experimentales de dos y más años de la red de evaluación oficial de cebada cervecera (4 ensayos en distintas localidades) sembrados en el año 2002 (INIA-INASE). Para la evaluación de calidad de malta se realizaron cinco micromalteos durante los meses de marzo y abril del año 2003 en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay.

Las condiciones climáticas del año 2002 condicionaron el logro de buenas clasificaciones (problemas sanitarios y quebrado) que afectaron los valores de extracto. Para los materiales de dos y más años de evaluación las relaciones más claras entre parámetros de calidad de malta y características de cebada fueron: rendimiento total de grano, rendimiento de 1^{ra} + 2^{da}, y extracto asociados negativamente con porcentaje de 3^{ra} + 4^{ta} y porcentaje de proteína (como tendencia). Los materiales de primer año de evaluación presentaron mejores rendimientos y clasificaciones en todas las localidades asociados posiblemente a un mejor comportamiento sanitario. Para estas líneas las relaciones más claras entre parámetros de calidad de malta y características de cebada fueron: rendimiento total de grano, rendimiento de 1^{ra} + 2^{da}, asociados negativamente con porcentaje de 3^{ra}+4^{ta} y porcentaje de proteína. No fue clara la asociación entre clasificación y extracto.

Si bien se pudieron identificar genotipos con tendencias a mantener valores estables en las características de cebada y calidad de malta a través de los diferentes ensayos, en la mayoría de los casos el resultado fue variable y dependió de las condiciones de cada localidad. A lo largo de los experimentos se constató interacción genotipo x ambiente (localidad) en varias características.

Al integrar el Índice de Calidad de Micromalteo en el análisis éste se asoció fuertemente con friabilidad, extracto y atenuación límite. La asociación con porcentaje de proteína fue negativa. Para este experimento y este año los resultados sugieren que

los protocolos de micromalteo establecidos en la evaluación de cultivares y el Índice de Calidad de Micromalteo, que establece el puntaje final de calidad de malta, resaltan aquellas características que directamente se asocian a la mejores cebadas y maltas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, H.; 1994. Calidad Industrial en el programa de evaluación. In V Reunión Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia. pp. 87-96.
2. AGU, R.; PALMER, G. 2001. The Effect of Nitrogen Level on the Performance of Malting Barley Varieties During Germination. *Journal of the Institute of Brewing*.107(2): 93-98.
3. _____. 2003a. Some Relationships Between Malted Barleys of Different Nitrogen Levels and the Wort Properties. *Journal of the Institute of Brewing*.109(2): 106-109.
4. _____. PALMER, G. 2003b. Pattern of Nitrogen Distribution in Barley Grains Grown in the Field. *Journal of the Institute of Brewing*.109(2): 110-113.
5. ARIAS, G. 1991. Calidad Industrial de la Cebada Cervecera. INIA. Serie Técnica N° 18.
6. _____. 1992. Calidad industrial de la Cebada Cervecera. Microorganismos en los Granos de Cebada. In II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 199-221.
7. ALTUNAKAYA, A.; CELIK, S., YALÇIN, E.; KÖKSEL, H.; ÖZKARA. 2001. Effects of Genotype and Environment on Malt β -Glucanase Activity. *Journal of the Institute of Brewing*.107(1): 27-31.
8. BAMFORTH, C.; BARCLAY, A. 1993. Malting Technology and the Uses of Malt. In Barley Chemistry and Technology. MacGregor, A. W.; Bhatti, R.S ed. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A. pp. 297-354.
9. BERNFELD, P. 1951. Advances in Enzimology and Related Subjects of Biochemistry. F. Nord ed. New York, Interscience Publisher. pp 379-395.
10. BISHOP, L. 1930. The Nitrogen Content and Quality of Barley. *Journal of the Institute of Brewing*. 36: 352-369.
11. BISHOP, R.; MACEACHERN, C. 1971. Response of Spring Wheat and Barley to Nitrogen, Phosphorus and Potassium. *Canadian Journal of Soil Science*. 51(1): 1-11.

12. BRENA, B. M.; PAZOS, C.; FRANSO-FRAGUAS, L.; BATISTA-VIERA, F. 1996. Chromatographic Methods for Amylases. *Journal of Chromatography B*. 684: 217: 237.
13. BRIGGS, D.E. 1992. Barley Germination: Biochemical Changes and Hormonal Control. *In* *Barley : Genetics, Biochemistry Molecular Biology and Biotechnology*. Shewry. P.R ed. C.A.B international. pp. 369-401.
14. BROADBENT, R.E.; PALMER, G.H. 2001. Relationship Between β -amylase Activity, Steeliness, Mealiness, Nitrogen Content and the Nitrogen Fraction of the Barley Grain. *Journal of the Institute of Brewing*.107(6):349-354.
15. CASTRO, A. 1995. Época de Siembra en Cebada Cervecera. *Cangüé*. 5: 8-13.
16. CHMELIK, J.; KRUMLOVA, A.; BUDINSKA, M. 2001. Comparison of Size Characterization of Barley Starch Granules Determined by Electron and Optical Microscopy, Low Angle Laser Light Scattering and Gravitational Field-Flow Fractionation. *Journal of the Institute of Brewing* 107(1): 11-17.
17. DARLINGTON, H.; PALMER, H. 1996. Homogeneity of the Friable Flour of Malting Barley. *Journal of the Institute of Brewing*.102: 179-182.
18. DIEA. 2003.www.mgap.gub.uy/SeriesHistóricas/hvariaexcell.aspx?6,2,AGRICULTURA++CEREALES+Y+OLEAGINOSOS.
19. DUFFUS, C.M.; COCHRANE, M.P. 1992. Grain Structure and Composition. *In* *Barley Genetics, Biochemistry Molecular Biology and Biotechnology*. P.R. Shewry. ed. C.A.B international. pp. 291-317.
20. _____. COCHRANE, M.P. 1993. Formation of the Barley Grain- Morfphology, Physiology, and Biochemistry. *In* *Barley Chemistry and Technology*. MacGregor, A. W.; Bhatta, R.S ed. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A. pp. 31-72.
21. EAGLE, H.; BEDGGOOD, A.; PANOZZO, J.; MARTIN, P. 1995. Cultivar and Environment Effects on Malting Quality in Barley. *Australian Journal Agriculture Research*. 46: 831-844.
22. ERNST, O.; HOFFMAN, E.; MAILHOS, M.; URRUTY, F. 1992a. Análisis comparativo de Crecimiento en Trigo y Cebada y su Efecto sobre la Determinación del Rendimiento. *In* *II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera*. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 138-143.

23. _____. 1992b. Respuesta de Cebada Cervecera a Manejos de Suelos Contrastantes. In III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 81-89.
24. _____. HOFFMAN, E.; MAILHOS, M.; URRUTY, F. 1992c. Efecto del Manejo Sobre el Rendimiento y Calidad de Grano en Cebada Cervecera. In III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 108-116.
25. _____. HOFFMAN, E.; BRASSETTI, D.; SIRI, G. 1993a. Caracterización de la Curva de Acumulación de Materia Seca y Nitrógeno en el Grano de Cebada Cervecera. In IV Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Palmar. pp. 75-78.
26. _____. HOFFMAN, E.; BRASSETTI, D.; SIRI, G. 1993b. Efectos de las Variables de Manejo sobre el Llenado de Grano y Deposición de Proteína. Época de siembra, Variedad, Densidad y Laboreo. In IV Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Palmar. pp. 89-101.
27. _____. 1999. Aporte de la Siembra sin Laboreo en la producción de Cebada Cervecera. Informe a la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 38-46.
28. _____. 2000. Siete Años de Siembra sin Laboreo. Cangüé. 20: 9-13.
29. ESAU, K. 1976. Anatomy of seed plant. 2ª. Estados Unidos de América, John Wiley & Sons, Inc. 550 p.
30. FINCHER, G.B. 1992. Barley Germination: Biochemical Changes and Hormonal Control. In Barley : Genetics, Biochemistry Molecular Biology and Biotechnology. Shewry. P.R ed. C.A.B international. pp 413-437.
31. _____. STONE, B. 1993. Physiology and Biochemistry of Germination in Barley. In Barley Chemistry and Technology. MacGregor, A. W.; Bhatti, R.S ed. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A. pp. 247-296.
32. FOSTER, A.; PETERSON, G.; BANASIK, O. 1967. Heretability of Factors Affecting Malting Quality of Barley, *Hordeum vulgare* L., emend. Lam. Crop Science. 7: 611-613.

33. FOX, G.; ONLEY-WATSON, K.; FERGUSO, R.; SKERMAN, A.; POULSEN, D.; INKERMAN, A.; JOHNSTON, P. 2001a. Grain and malt Quality Evaluation from Structure Environmental Trial. www.regional.org.au/au/abts/2001/t4/fox3.htm.
34. _____. ONLEY-WATSON, K.; FERGUSO, R.; SKERMAN, A.; POULSEN, D.; INKERMAN, A.; JOHNSTON, P. 2001b. The Friabilimeter as a Tool in Assessing Malt Quality in a Breeding Program. www.regional.org.au/au/abts/2001/t4/fox1.htm.
35. GARCIA, A. 1992a. Manejo Intensivo de Cebada Cervecera: Potenciales de Rendimiento. *In* III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 24-31.
36. _____. 1992b. Densidad de Siembra y Disponibilidad de Nitrógeno en dos cultivares de Cebada Cervecera. *In* III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 32-38.
37. GARCIA , J.; ACTIVO, M.1988. Análisis de Malta: Una Revisión General. *Cerveza y malta*. 25(4): 20-25.
38. GARCIA DEL MORAL, L.; SOPENA, A.; MONTOYA, J.; POLO, P.; VOLTAS, J.; CODESAL, P.; RAMOS, J.; MOLINA-CANO, J. L. 1998. Image Analysis of Grain and Chemical Composition of the Barley Plant as Predictor of Malting Quality in Mediterranean Environments. *Cereal Chemistry*. 75(5): 755-761.
39. GIBSON, T.; SOLAH, V.; GLENNIE HOLMES, M.; TAYLOR, H. 1995. Diastasic Power in Malted Barley: Contributions of Parameters to Its Development and the potential of Barley Grain Beta-Amylase to Predict Diastasic Power. *Journal of the Institute of Brewing*.101: 277-280.
40. GRIME, K.H.; BRIGGS, D.E. 1995. Release and Activation of Barley β -Amylase. *Journal of the Institute of Brewing*.101: 337-343.
41. GUNKEL, J.; VOETZ, M.; RATH, F. 2002. Effect of the Malting Variety (*Hordeum Vulgare* L.) on Fermentability. *Journal of the Institute of Brewing*.108(3): 355-361.
42. HOCKETT, E.; NILAN, R. 1985. Genetics. Rasmusson, D. ed. ASA, CSSA, SSSA, Madison. pp. 190-231.
43. HOFFMAN, E.; ERNST, O.; MARTINO, M. 1992a. Efecto de la defoliación sobre el Rendimiento en Grano y Calidad Industrial de Cebada Cervecera. *In* II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 144-151.

44. _____. ERNST, O.; BRASSETTI, D.; SIRI, G.; ESPASANDIN, A. 1992b. Diferencias Varietales en la Curva de Llenado de Grano y Acumulación de Nitrógeno. In III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 77-80.
45. _____. ERNST, O.; BRASSETTI, D.; SIRI, G.; ESPASANDIN, A. 1992c. Modificación por Manejo de la Curva de Crecimiento, su Influencia sobre Rendimiento , Componentes y Calidad Industrial de Cebada Cervecera. In III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo. pp. 124-133.
46. _____. 1996. Respuesta de los Cultivos de Invierno a la Densidad de Siembra II Cebada. Cangüé. 7: 23-26.
47. _____. ERNST, O.; VIEGA, L.; BENITEZ, A.; OLIVO, N.; BORGHI, E. 2001. Efectos del Exceso hídrico en los Cultivos de Invierno en la Zafra 2000-2001. Cangüé. 23: 30-36.
48. HUGHES, A.; CHARBONIER, R. 1992. Limitantes al Potencial de Rendimiento en una Variedad Nacional (FNC-1). In II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 52-53.
49. KEMANIAN, A.; VIEGA, L. 1999. Concreción del Peso y Concentración de Nitrógeno del Grano de Cebada Cervecera. In Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Universidad de la República (Uruguay) Facultad de Agronomía. pp. 22-37.
50. KANAUCHI, M, BAMFORTH, C.W. 2002. Enzymatic Digestion of Walls Purified from the Starchy Endosperm of Barley. Journal of the Institute of Brewing 108(1): 73-77.
51. KIHARA, M.; SAITO, W.; OKADA, Y.; KANEKO, T.; ASAKURA, T.; ITO, K. 2002. Relationship Between Proteinase Activity During Malting and Malt Quality. Journal of the Institute of Brewing.108(3): 371-376.
52. MACGREGOR, A.W.; 1991. The Effect of Barley Structure and Composition on Malt Quality. In Proceeding of the European Brewery Convention Congress, Lisbon. pp. 37-50.
53. _____. FINCHER, G.. 1993. Carbohydrates of the Barley Grain. In Barley Chemistry and Technology. MacGregor, A. W.; Bhatti, R.S ed. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A. pp. 73-130.

54. _____. 1995. Changes in Barley Endosperm Structure and Composition During Malting. *In* VI Reunión de la Mesas de la Cebada. LATU. Montevideo. pp. 50
55. _____. 1996. Malting and Brewing Science: Challenges and Opportunities. *Journal of the Institute of Brewing* 102: 97-102.
56. _____. A.W.; BAZIN, S.L.; IZYDORCZYK, M.S. 2002. Gelatinization Characteristics and Enzyme Susceptibility of Different Types of Barley Starch in temperature Range 48-72° C. *Journal of the Institute of Brewing* 108(1): 43-47.
57. MACLEOD L.C; WALLWORK, M.A.B. 1992. Barley Starch Composition and Malting Quality. *In* Twenty-second Convention of the Institute of Brewing, Australian & New Zealand Section. pp. 21-24
58. MOLINA-CANO, J. L.; RAMO, T.; ELLIS, R.; SWANSTON, J.; BAIN, H.; URIBE-ECHECEVERRIA, T.; PEREZ-VENDRELL, A.M. 1995. Effect of grain Composition on Water Uptake by Malting Barley: A Genetic and Environmental Study. *Journal of the Institute of Brewing*.101: 79-83.
59. _____. FRANCESH, M.; PEREZ-VENDRELL, A. M.; RAMO, T.; VOLTAS, J.; BRUFAU, J. 1997. Genetic and Environmental Variation in Malting and Feed Quality of Barley. *Journal of Cereal Science*. 25: 37-47.
60. _____. RUBIO, A.; IGARTUA, E.; GRACIA, P.; MONTOYA, J. 2000a. Mechanism of Malt Extract Development in Barleys from Different European Regions: I. Effect of Environment and Grain Protein Content on Malt Extract Yield. *Journal of the Institute of Brewing*.106(2): 111-115.
61. _____. POLO, J.; SOPENA, A.; VOLTAS.; PEREZ-VENDRELL, A. M.; ROMAGOSA, I. 2000b. Mechanism of Malt Extract Development in Barleys from Different European Regions: II. Effect of Barley Hordein Fraction on Malt Extract Yield. *Journal of the Institute of Brewing*.106(2): 117-123.
62. _____. POLO, J.; ROMERA, E.; ARAUS, J.; ZARCO, J.; SWANSTON, J. 2001. Relationship between Barley Hordeins and Malting Quality in a Mutant of cv. Triumph I. Genotype by Environment Interaction of Hordein Content. *Journal of Cereal Science*. 34: 285-294.
63. _____. ROMERA, E.; AIKASALO, R.; PEREZ-VENDRELL, A. M.; LARSEN, J.; RUBIO, A. 2002. A Reappraisal of the Differences between Scandinavian and

- Spanish Barleys: Effect of β -Glucan Content and Degradation on Malt Extract Yield in the cv. Scarlett. *Journal of the Institute of Brewing*.108(2): 221-226.
64. _____. POLO, J.; ROMAGOSA, I.; MACGREGOR, A. 2004. Malting Behaviour of Barleys Grown in Canada and Spain as Related to Hordein and Enzyme Content. *Journal of the Institute of Brewing*.110(1): 34-42.
65. NARZIß, L. 1990. Malt Specifications, Barley Properties and Limitations of Malting Technology. *Breuwelt international*. 3: 180-185.
66. OPYPA.2003. Anuario.www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario03/Indice.htm.
67. ORDOQUI, E. 1994. Betaglucanos en Cebada y su Evolución Durante el Malteo. *In* V Reunión Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia. pp. 97- 103.
68. _____. 1995. Betaglucanos: Su Influencia en la Modificación del Endosperma y en la Elaboración de Cerveza. *In* VI Reunión Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. LATU, Montevideo. pp. 94- 101.
69. OSMAN, A.M.; COVERDALE, S.M.; COLE, N.; HAMILTON, S.E.; JERSEY, J.; INKERMAN, P.A. 2002. Characterization and Assessment of the Role of barley Malt Endoproteases During Malting and Mashing. *Journal of the Institute of Brewing*.108(1): 62-67.
70. PALMER, G. H. 1990. Ultrastructure of Endosperm and Quality. *In* Seminar “ New trends in Barley Quality for Malting and Feeding. Barcelona. pp.105-110.
71. _____. SATTLER, R.1996. Different Rates of Development of α -amylase in Distal Endosperm Ends or Germinated (Malted) Chariot and Tipper Barley Varieties. *Journal of the Institute of Brewing*.102: 11-17.
72. PEPPARD, T. 1988. The Use of Principal Components Analysis in Monitoring the Quality of Beer. *In* Beer Analysis. Linskens, H.; Jackson, J. eds. *Modern Methods Plant Analysis*. Vol. 7. Springer-Verlag. pp 264-279.
73. PERDOMO, C.; HOFFMAN, E.; PONS, C.; PASTORINI, M. 1999. Fertilización Nitrogenada en Cebada Cervecera. Informe a la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 1-22.

74. PEREYRA, S. 1995. Estrategias para el Control Químico de Enfermedades en Cebada. In VI Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. L.A.T.U, Montevideo-. pp. 112-115.
75. _____. STEWART, S. 2004. Manejo de Enfermedades en Cebada. In Jornada técnica de Invierno 2004. INIA. Serie de Actividades de Difusión N° 357. pp. 2-11.
76. PLA, L. 1986. Análisis Multivariado: Métodos de Componentes principales. OEA. Washington D.C. 94p.
77. RASMUSSEN, D.; GLASS, R. 1967. Estimates of Genetics and Environmental Variability in Barley. *Crop Science*. 7: 185-188.
78. ROCHE, E. 1991. Influencia del Calibrado del Grano de Cebada en las Características de la Malta. *Cerveza y Malta*. 25(2): 16-22.
79. ROMAGOSA, I.; FOX, P. 1993. Genotype x Environment Interaction and Adaptation. In *Plant Breeding: Principles and Prospect*. Hayward, M.; Bosemark, N., Romagosa, I. eds. Chapman & Hall. U.K. pp. 373-390.
80. _____. PRADA, D.; MORALEJO, M.; SOPENA, A., MUÑOZ, P.; CASAS, A.; SWANSTON, J.; MOLINA-CANO, J. L. 2001. Dormancy, ABA Content and Sensitivity of a Barley Mutant to ABA Application During Seed Development and After Ripening. *Journal of Experimental Botany*. 52(360): 1499-1506.
81. ROMERO, R. 1992. Estudio de los Factores Ambientales que Inciden en el Rendimiento. In II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela, Colonia. pp. 222-223.
82. RUTGER, J., SCHALLER, C.; DICKSON, A.; WILLIAMS, J. 1966. Variation and Covariation in Agronomic and Malting Quality Characters in Barley I. Heritability Estimates. *Crop Science*. 6: 231-234.
83. SCHILDBACH, R. 1985. Correlations Between Malt Characters and Brewing Properties. *Monatsschrift für Brauwissenschaft*. 1: 55-61.
84. SECTOR MICROMALTERIA-LATU. 1995. Calidad y Mesa de la Cebada. In V Reunión Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. LATU, Montevideo. pp. 102-106.
85. SHEWRY, P.R.; Kreis, M. 1992. The Control of Protein in Developing Barley Seeds. In *Barley : Genetics, Biochemistry Molecular Biology and Biotechnology*. Shewry. P.R ed. C.A.B international. pp. 319-333.

86. _____. 1993. Barley Seed Protein. In Barley Chemistry and Technology. MacGregor, A. W.; Bhatti, R.S ed. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A.pp 131-198.
87. SMITH, D. 1990. Barley Seed Protein and Its Effects on Malting Brewing Quality. Plant Varieties and Seeds. 3: 63-80.
88. SOFIELD, I.; EVANS, L.; COOK, M.; WARDLAW, I. 1977. Factors Influencing the Rate and Duration of Grain Filling in Wheat. Australian Journal of Plant Physiology. 4: 785-797.
89. SPAROW, D. 1971. Genetics of Quality-Malting.W. R. A Nilan ed. In Barley Genetic II Proc. 2nd Int.Genet. Symp. Washington State University, Pullman. pp 559-574.
90. SPEERS, R.; JIN, Y.; PAULSON, A.; STEWART, R. 2003. Effect of β -Glucan, Shearing and Environmental Factors on the Turbidity of Wort and Beer. Journal of the Institute of Brewing.109(3): 236-244.
91. STEWART, S.; HUGO, W.; PEREYRA, S.; VAZQUEZ, D. 2004. Relación entre *Fusarium* en Grano y DON. In Jornada Técnica de Invierno 2004.INIA. Serie de Actividades de Difusión N° 357. pp. 19-23.
92. SWANSTON, J.; RUBIO, A.; PEREZ-VENRELL, A. M.; MOLINA-CANO, J.L. 1995. Differences in Malting Performance Between Barleys Grown in Spain and Scotland. Journal of the Institute of Brewing.101: 261-265.
93. _____. ELLIS, R.; PEREZ-VENRELL, A. M.; VOLTAS, J.; MOLINA-CANO, J. L. 1997. Patterns of Barley Grain Development in Spain and Scotland and Their Implications for Malting Quality. Cereal Chemistry. 74(4): 456-461.
94. _____. MOLINA-CANO, J.L. 2001.Beta-amylase Activity and Thermostability in two Mutants Derived from the Malting Barley cv. Triumph. Journal of Cereal Science. 33: 155-161.
95. _____. SOPENA, A.; MORALEJO, M.; MOLINA-CANO, J. L. 2002. Germination and Malting Properties of Mutants Derived from Malting Barley cv. Triumph. Cereal Chemistry. 79(3): 392-396.

96. THOMPSON, R.; LABERGE, D. 1977. Barley Endosperm Cell Walls: A Review of Cell Wall Polysaccharides and Cell Wall-Degrading Enzymes. *MBAA Technical Quarterly* 14(4): 238-243.
97. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SERVICIOS DE PROTECCION AGRICOLA. 1992. Principales Enfermedades Foliars de la Cebada. 76 p.
98. WALLACE, W.; LANCE, R. 1988. The Protein Reserves of the Barley Grain and Their Degradation During Malting and Brewing. *Journal of the Institute of Brewing*. 96: 379-386.

8. ANEXOS

Anexo 1.

**RESULTADOS EXPERIMENTALES DE EVALUACION DE
CEBADA CERVECERA PARA EL REGISTRO NACIONAL DE
CULTIVARES**

Período 2002

**URUGUAY
28 de Febrero de 2003**

Equipos de Trabajo

INIA

Programa Nacional de Evaluación de Cultivares

Ing. Agr. M.Sc. Sergio Ceretta
Jefe del Programa

Ing. Agr. M.Sc. Marina Castro
Coordinadora Cultivos de Invierno

Tec. Agr. Mauricio Sastre
Asistente de Investigación

Liliana Benedetto
Beatriz Castro
Procesamiento de datos

Unidad de Biometría

Tec. Agr. Vilfredo Ibáñez

Protección Vegetal

Ing. Agr. M.Sc. Silvia Pereyra
Ing. Agr. PhD. Silvia Germán
Lic. Biol. Silvina Stewart
Dra. Amalia Ríos

Laboratorio Calidad de Granos

Q.F. M.Sc. Daniel Vázquez

Unidad de Difusión

Ing. Agr. María Marta Albicette
Sr. Amado Vergara

INASE

Area Técnica

Ing. Agr. Carlos Gómez Etchebarne
Jefe del Area

Ing. Agr. Mariela Ibarra

Area de Laboratorio

Ing. Agr. Jorge Machado
Jefe del Area

Ing. Agr. Teresita Farrás
Ing. Agr. Deneb Manfrini
Lab. Rosa Dios
Lab. Laura Telechea

Area Administrativa

Daniel Almeida

Area de Difusión

Ing. Agr. Arturo Rebollo

Impreso por
Unidad de Difusión
INIA La Estanzuela

Tiraje: 150 ejemplares

TABLA DE CONTENIDO

	Página
I. PRESENTACION.....	1
II. RESULTADOS EXPERIMENTALES DE EVALUACION DE CULTIVARES CEBADA CERVECERA	2
1. OBJETIVOS.....	2
2. MATERIALES Y METODOS.....	2
3. RESULTADOS.....	5
3.1 Rendimiento de Grano.....	5
3.2 Calidad de Grano.....	7
3.3 Comportamiento Sanitario	10
3.4 Características Agronómicas.....	19
4. CONSIDERACIONES FINALES.....	20
III. ANEXOS.....	21
1. COMPORTAMIENTO SANITARIO DE CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA EN COLECCIONES	21
2. TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.....	23
3. CONDICIONES CLIMATICAS.....	24

I. PRESENTACION

Carlos Gómez Etchebarne¹

A partir de la promulgación de la Ley N° 16.811 del 27 de febrero de 1997, la evaluación agronómica de cultivares a los efectos de su aceptación e inscripción en el Registro Nacional de Cultivares, es responsabilidad del INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE).

El objetivo de la evaluación agronómica, es el de proveer de una información básica, confiable y objetiva acerca del comportamiento de los cultivares de las distintas especies a nivel nacional, útil para el Registro Nacional de Cultivares y para los usuarios del sistema.

En el país sólo podrán ser comercializados aquellos cultivares que figuren inscriptos en el Registro, para lo cual previamente deben haber sido evaluados agronómicamente.

En el marco de dicha Ley, el 15 de setiembre de 1998, INASE e INIA celebraron un Convenio a través del cual el INIA es el ejecutor de los ensayos y demás comprobaciones técnicas requeridas por la evaluación de cultivares con fines del Registro Nacional de Cultivares.

La conducción de los ensayos y demás comprobaciones técnicas se efectúan de acuerdo a Protocolos de Evaluación y de Control de Calidad, que fueran aprobados y reglamentados por el INASE. Dichos Protocolos son elaborados en forma previa por un Comité Técnico Mixto Permanente (CTM) INASE – INIA, siendo sometidos a consideración de los Grupos Técnicos de Trabajo en Evaluación (GTTE), en los cuales están representados todos los agentes vinculados a la evaluación y Registro.

En el correr del año 2001, INASE aprobó y reglamentó Protocolos para 45 especies, que incluyen a todas aquellas de mayor importancia agrícola. En lo que concierne a los Cultivos de Invierno, se encuentran protocolarizados los ensayos de evaluación de cultivares de trigo, triticale y cebada.

La evaluación agronómica de los cultivares de cebada cervecera, se realiza mediante la siembra anual de 2 ensayos en La Estanzuela y 1 en Young para aquellos cultivares que ingresan por primera vez a la evaluación. Para aquellos con dos y más años, se instala además un tercer ensayo (temprano) en La Estanzuela. Estos últimos además, se evalúan en un ensayo instalado en Paysandú y otro en Dolores. Los cultivares de esta especie, podrán ser inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares, a partir del momento que se cuente con los resultados experimentales correspondientes a 3 años de ensayos.

La información contenida en esta publicación, comprende a los resultados experimentales de los cultivares de cebada cervecera, evaluados en las localidades de La Estanzuela, Young y Agraciada en el año 2002.

¹ Ing. Agr. Jefe del Área Técnica del INASE. E-mail: inasecge@adinet.com.uy

II. RESULTADOS EXPERIMENTALES DE EVALUACION DE CULTIVARES CEBADA CERVECERA

Marina Castro², Silvia Pereyra³, Silvina Stewart⁴, Silvia Germán⁴ y Daniel Vazquez⁵

1. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento agronómico y de calidad de grano de cultivares de cebada cervecera.

2. MATERIALES Y METODOS

Cuadro N° 1. Cultivares de cebada cervecera evaluados durante el año 2002 en la Red de Evaluación de cultivares en Uruguay

CULTIVARES (42)	REPRESENTANTE	CRIADERO	Años en evaluación
CLE 202	INIA	INIA	más de 3
CLE 203	INIA	INIA	más de 3
CLE 207	INIA	INIA	más de 3
CLIPPER	INIA	INIA	más de 3
E. QUEBRACHO	INIA	INIA	más de 3
Ac92/5943/4	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	más de 3
QUILMES AYELEN	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	más de 3
U-5293	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	más de 3
MUSA 016	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
MUSA 936	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
N. CARUMBE	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
N. DAYMAN	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
NCL 94088	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
PERUN	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	más de 3
M-6456	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	3
NE 1996	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	3
REG. 00-2299	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	3
REG. 89	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	3
NOGS 1749	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	2
NOGS 1795	MALTERIA ORIENTAL S.A.	QUILMES	2
NCL 97085	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	2
NDL 98224	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	2
NDL 98316	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	2
NE 984.001	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	2
NE 984.008	MALTERIA URUGUAY S.A.	MALTERIA URUGUAY S.A.	2

(continúa)

² Ing. Agr. M. Sc. Programa Nacional de Evaluación de Cultivares. INIA La Estanzuela. E-mail: mcastro@inia.org.uy

³ Ing. Agr. M. Sc. Protección Vegetal. INIA La Estanzuela. E-mail: silviap@inia.org.uy

⁴ Lic. Biol. Protección Vegetal. INIA La Estanzuela. E-mail: silvina@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr. PhD. Programa Nacional de Cultivos de Invierno. INIA La Estanzuela. E-mail: sgerman@inia.org.uy

⁵ Q.F. M.Sc. Laboratorio de Calidad de Granos. INIA La Estanzuela. E-mail: dvazquez@inia.org.uy

CULTIVARES (42)	REPRESENTANTE	CRIADERO	Años en evaluación
21002	FADISOL S.A.	HORDEUM	1
21003	FADISOL S.A.	HORDEUM	1
CLE 225	INIA	INIA	1
CLE 226	INIA	INIA	1
CLE 227	INIA	INIA	1
CLE 228	INIA	INIA	1
CLE 229	INIA	INIA	1
CLE 230	INIA	INIA	1
CLE 231	INIA	INIA	1
CLE 232	INIA	INIA	1
CLE 233	INIA	INIA	1
CLE 234	INIA	INIA	1
ND 17268	MALTERIA URUGUAY S.A	s/d	1
ND 17293	MALTERIA URUGUAY S.A	s/d	1
ND 17318	MALTERIA URUGUAY S.A	s/d	1
ND 17380	MALTERIA URUGUAY S.A	s/d	1
ND 30947	MALTERIA URUGUAY S.A	s/d	1

Cuadro N° 2. Manejo de los ensayos

La Red de Evaluación de Cebada Cervecera para el Registro Nacional de Cultivares comprende seis ensayos: tres en La Estanzuela, uno en Young, uno en Paysandú y uno en la Unidad de Cañada Nieto. Este último fue sembrado en las cercanías del pueblo Agraciada y su conducción estuvo bajo la responsabilidad de Malteria Oriental S.A. El Comité Técnico Mixto (CTM) INASE-INIA eliminó el ensayo de La Estanzuela 1ª época a los efectos de la producción de grano, debido a que las abundantes precipitaciones ocurridas inmediatamente después de la siembra ocasionaron una emergencia muy despareja de las cebadas. El ensayo de la localidad de Paysandú no fue sembrado este año. En todos los ensayos sembrados incluyendo La Estanzuela 1ª época, se realizó evaluación de comportamiento sanitario.

	LE 1	LE 2	LE 3	Young	Agraciada
Fecha de siembra	27/05	18/06	01/08	14/06	03/08
Fertilización a la siembra (kg N/ha)	30	20	20	20	32.5
Refertilización a mitad de macollaje (kg N/ha)	30	18	0	0	22
Refertilización a fin de macollaje (kg N/ha)	0	35	35	35	0
Control de malezas	Glean Hussar	Glean Hussar	Glean Hussar	2.4 D amina Tordón	Metsulfurón Tordón
Fecha de cosecha	--	19/11	02/12	13/11	29/11

En el ensayo sembrado en Agraciada están presentes los materiales de 2 o más años de evaluación. En los ensayos de La Estanzuela 2ª, 3ª y Young (LE 2ª, LE 3ª y Young) están presentes los materiales de 1er. año y 2 o más años de evaluación.

La siembra fue realizada en La Estanzuela y Young, con sembradora a chorrillo, a una densidad de 250 semillas viables/m², en parcelas de 6 surcos de 5.5 m de largo espaciados a 0.16m.

En Agraciada fue sembrado a la misma densidad, en parcelas de 7 surcos de 2.85 m de largo espaciados a 0.20m.

El control de malezas se realizó a mitad de macollaje.

La fertilización se realizó de acuerdo a análisis de suelo de fósforo y nitrógeno previo a la siembra.

La refertilización se realizó de acuerdo a análisis de NO_3^- a mitad de macollaje y nitrógeno en planta a fin de macollaje.

La cosecha de grano se realizó con cosechadora combinada sobre el total de la parcela.

El diseño experimental fue de bloques incompletos al azar con tres repeticiones. Se realizó el análisis conjunto anual de tres, dos y un año de evaluación. También se realizó el análisis conjunto de la información de los últimos tres años de evaluación. Fue utilizado el programa SAS, con el procedimiento REML para el análisis del diseño de bloques incompletos al azar, y el procedimiento GLM para el análisis conjunto.

Para los datos analíticos de calidad se utilizó una mezcla en partes iguales de las repeticiones 1 y 2 de cada cultivar de cada ensayo.

El contenido de proteína en grano fue determinado por Kjeldhal, presentándose los datos en porcentaje en base seca. Para clasificar los granos por su tamaño se utilizó una clasificadora Sortimat-Pfeuffer; se reporta el porcentaje de granos mayores a 2.5 mm ($1^a + 2^a$). Para los valores de Falling Number se siguió la técnica AACC 56-81b, y se presentan los datos en segundos. Los análisis de proteína (P), y Falling Number (FN) fueron realizados sobre muestra previamente clasificada en tamaño de grano de $1^a + 2^a$.

3. RESULTADOS

3.1 Rendimiento de Grano

Cuadro N° 3. Rendimiento de Grano (% de la media) de cultivares de cebada cervecera, presentes en los ensayos sembrados el año 2002. Análisis conjunto anual (2002) y análisis conjunto de 3 años (2000-01-02).

Primer año	LE 2	LE 3	Young	Agraciada	2002	
CLE 234	123	127	113		121	
CLE 229	112	108	115		112	
CLE 232	131	121	78		111	
CLE 233	118	127	90		111	
CLE 227	95	99	130		108	
ND 17318	97	96	129		108	
CLE 226	109	93	107		104	
ND 17293	100	86	122		104	
ND 17380	94	104	113		103	
CLE 230	101	99	107		103	
CLE 228	100	95	110		102	
CLE 225	97	107	99		100	
CLE 231	98	105	96		99	
ND 17268	92	80	121		99	
ND 30947	90	94	101		95	
21002	92	79	72		82	
21003	76	76	85		79	
MDS 5%	14	15	17		23	
Dos años						2001/2002
NDL 98224	120	113	106	116	114	112
NE 984.008	118	97	128	89	110	109
NE 984.001	102	113	129	89	108	107
NDL 98316	107	94	107	90	100	101
NOGS 1795	102	103	77	120	100	100
NCL 97085	96	95	58	118	91	95
NOGS 1749	98	94	81	120	98	(*)
MDS 5%	14	15	17	12	20	14
Tres o más años						2000/01/02
N.DAYMAN	120	110	123	126	120	119
MUSA 936	105	103	120	111	109	112
NCL 94088	105	113	112	107	109	112
N. CARUMBE	110	121	127	90	112	105
NE 1996	91	95	101	90	94	103
CLE 202	104	102	89	108	100	102
CLE 203	106	109	98	76	97	102
MUSA 016	85	90	97	109	95	99
CLE 207	109	103	110	68	98	98
M-6456	97	91	92	74	89	96
Ac92/5943/4	88	104	93	110	98	96
REG. 89	104	84	88	(-)	93	96
CLIPPER	94	100	100	86	95	94
REG. 00-2299	86	94	70	108	88	93
PERUN	81	87	66	115	86	92
E. QUEBRACHO	84	114	91	85	92	91
U-5293	89	86	83	99	89	86
QUILMES AYELEN	72	88	64	96	79	81
MDS (5%)	14	15	17	12	20	11
Media del Ensayo (kg/ha)	3838	2530	3218	2914	3136	3353
CV (%)	8.46	8.83	10.44	7.29	13.90	13.09
C.M.E.	105509	49926	112929	45195	191646	181771

2002: Análisis conjunto anual.

2001/02: Análisis Conjunto para el período 2001-2002.

2000/01/02: Análisis Conjunto para el período 2000-2001-2002.

(-): No se cuantifica debido a daño de pájaros en las parcelas. (*): No fue evaluado en los años 2000 y 2001.

Cuadro Nº 4. Rendimiento de Grano (% de la media) mayores a 2.5 mm, de cultivares de cebada cervicera, presentes en los ensayos sembrados el año 2002. Análisis conjunto anual (2002) y análisis conjunto de 3 años (2000-2001-2002).

Primer año	LE 2	LE 3	Young	Agraciada	2002	
CLE 234	141	139	155		142	
CLE 229	120	119	170		131	
CLE 226	124	103	142		121	
ND 17293	113	92	164		119	
ND 17268	101	86	186		118	
ND 17380	103	107	158		118	
CLE 228	110	103	150		117	
ND 17318	108	98	153		116	
CLE 231	112	115	122		115	
CLE 233	125	134	72		113	
CLE 225	97	115	134		112	
CLE 227	92	109	145		110	
CLE 232	137	127	46		110	
ND 30947	92	103	105		99	
CLE 230	97	93	108		99	
21002	97	79	56		82	
21003	64	63	53		63	
MDS (5%)	14	15	18		36	
Dos años						2001/2002
NE 984.008	135	106	192	93	126	132
NE 984.001	112	120	187	93	121	126
NDL 98224	104	116	52	113	97	105
NDL 98316	107	103	115	92	102	104
NOGS 1795	96	93	45	115	89	91
NCL 97085	81	85	14	112	76	84
NOGS 1749	86	59	42	114	78	(*)
MDS (5%)	14	15	18	12	31	22
Tres años						2000/01/02
N.DAYMAN	133	112	178	131	134	138
MUSA 936	98	96	136	108	106	117
NCL 94088	103	105	114	108	105	114
N. CARUMBE	110	127	135	93	112	112
CLE 207	116	112	121	71	102	111
CLE 203	114	119	97	77	100	110
NE 1996	91	92	109	90	93	107
CLE 202	111	102	56	110	96	101
Ac92/5943/4	85	99	56	113	89	94
E. QUEBRACHO	86	124	72	87	91	91
REG. 89	98	83	51	(-)	82	89
PERUN	67	71	27	112	71	88
M-6456	83	91	48	72	74	87
CLIPPER	83	104	77	85	86	86
MUSA 016	66	82	57	105	77	85
REG. 00-2299	75	65	23	105	69	82
U-5293	83	77	57	101	80	75
QUILMES AYELÉN	44	74	21	98	60	71
MDS (5%)	14	15	18	12	31	16
Media del Ensayo (kg/ha)	3202	2256	1926	2748	2578	2453
CV (%)	8.53	9.38	11.24	7.36	22.64	19.65
C.M.E.	74670	44766	46851	40894	322265	220564

2002: Análisis conjunto anual.

2001/02: Análisis Conjunto para el período 2001-2002.

2000/01/02: Análisis Conjunto para el período 2000-2001-2002.

(-): No se cuantifica debido a daño de pájaros en las parcelas.

(*): No fue evaluado en los años 2000 y 2001.

3.2 Calidad de grano

Cuadro N° 5. Porcentaje de granos mayores a 2.5 mm de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Primer año	LE 2	LE 3	Young	Agraciada	Promedio
CLE 234	95	98	83		92
ND 17268	91	95	90		92
CLE 229	90	98	86		91
CLE 228	92	96	82		90
CLE 226	95	97	79		90
ND 17293	94	96	81		90
CLE 231	95	98	76		90
ND 17380	92	91	85		89
CLE 225	83	96	81		86
ND 17318	93	92	72		86
CLE 227	81	97	68		82
ND 30947	85	96	61		81
CLE 233	89	94	48		77
CLE 230	80	86	60		75
21002	88	89	47		75
CLE 232	87	94	35		72
21003	70	78	37		62
Dos o más años					
NE 984.008	95	97	89	98	95
NE 984.001	92	94	86	99	93
N.DAYMAN	93	91	86	99	92
CLE 207	89	95	67	99	88
CLE 203	90	96	60	96	85
NDL 98316	83	96	65	97	85
N. CARUMBE	83	93	64	97	84
NE 1996	83	85	65	94	82
E. QUEBRACHO	86	96	47	97	81
NCL 94088	82	85	62	95	81
MUSA 936	78	84	69	92	81
CLE 202	88	89	38	96	78
CLIPPER	73	93	46	93	77
Ac92/5943/4	81	83	36	96	74
U-5293	78	81	41	96	74
M-6456	75	89	30	93	72
NDL 98224	73	90	30	92	71
NOGS 1795	79	81	35	90	71
MUSA 016	64	82	35	91	68
REG. 89	78	88	35	s/d	67
PERUN	69	75	25	92	65
NCL 97085	71	79	17	89	64
NOGS 1749	73	54	32	90	62
REG. 00-2299	70	63	20	92	61
QUILMES AYELEN	51	76	18	96	60
Promedio	83	89	56	94	79

s/d: sin dato.

Cuadro N° 6. Porcentaje de proteína en el grano de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Primer año	LE 2	LE 3	Young	Agraciada	Promedio
ND 30947	13.2	12.8	13.2		13.0
CLE 231	12.9	13.0	12.5		12.8
ND 17293	12.0	13.2	12.4		12.6
CLE 226	12.8	11.8	13.1		12.6
CLE 230	12.5	12.2	12.6		12.5
CLE 225	12.9	12.6	11.6		12.4
ND 17268	11.8	12.5	12.6		12.3
21002	11.8	11.7	13.0		12.1
CLE 228	12.3	12.2	11.8		12.1
ND 17318	11.2	12.4	12.4		12.0
ND 17380	11.9	11.7	12.1		11.9
CLE 227	11.9	11.9	11.7		11.8
21003	12.0	10.9	11.7		11.5
CLE 233	11.4	10.9	12.3		11.5
CLE 234	10.8	11.4	11.7		11.3
CLE 229	12.1	11.0	10.3		11.1
CLE 232	10.4	10.5	11.9		11.0
Dos o más años					
CLE 203	12.9	12.8	12.5	13.9	13.0
REG. 89	13.0	12.0	12.8	s/d	12.6
N. CARUMBE	11.6	12.4	12.5	13.3	12.5
E. QUEBRACHO	11.9	12.2	12.2	13.3	12.4
CLE 207	11.6	11.2	12.6	14.1	12.4
NE 984.008	12.2	11.9	11.9	12.8	12.2
M-6456	12.4	12.1	12.1	12.1	12.2
NE 984.001	11.4	11.9	12.1	12.6	12.0
CLIPPER	11.9	12.0	11.4	12.5	12.0
NDL 98316	12.2	11.2	12.1	12.3	12.0
NDL 98224	11.4	11.1	13.1	12.0	11.9
N.DAYMAN	11.9	10.9	12.0	12.0	11.7
PERUN	11.7	11.2	12.8	11.1	11.7
QUILMES AYELEN	11.7	10.5	13.4	11.2	11.7
NE 1996	11.5	11.5	11.9	11.8	11.7
MUSA 016	11.6	12.0	11.7	11.3	11.6
NCL 94088	11.6	10.7	11.8	12.1	11.6
MUSA 936	11.4	11.0	12.0	11.7	11.5
U-5293	11.0	10.6	12.1	11.9	11.4
NOGS 1795	11.3	11.0	12.2	10.5	11.3
Ac92/5943/4	11.0	10.6	12.2	11.2	11.2
NCL 97085	10.8	10.2	12.4	10.7	11.0
REG. 00-2299	11.1	10.2	12.2	10.3	10.9
CLE 202	10.8	10.6	11.1	11.1	10.9
NOGS 1749	10.0	10.6	11.4	10.3	10.5
Promedio	11.8	11.5	12.2	11.9	11.9

s/d: sin dato.

Cuadro N° 7. Falling Number de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Primer año	LE 2	LE 3	Young	Agraciada	Promedio
21003	420	419	358		399
CLE 230	418	420	337		392
CLE 231	429	400	294		374
CLE 228	416	384	313		371
CLE 234	408	405	288		367
CLE 226	404	373	320		366
ND 17318	385	385	314		361
CLE 225	368	380	335		361
ND 17380	402	372	306		360
21002	404	379	280		354
CLE 227	381	361	314		352
CLE 233	357	330	363		350
ND 30947	403	371	263		346
ND 17268	338	340	346		341
CLE 232	381	341	294		339
CLE 229	355	351	260		322
ND 17293	361	323	281		322
Dos o más años					
NCL 94088	428	446	374	371	405
PERUN	418	402	344	369	383
Ac92/5943/4	388	393	320	392	373
NOGS 1795	430	413	290	360	373
QUILMES AYELEN	414	378	290	382	366
NE 1996	401	403	306	346	364
REG. 89	393	374	325	s/d	364
M-6456	402	369	341	321	358
NDL 98224	407	397	279	334	354
CLIPPER	387	381	321	326	354
MUSA 016	391	378	310	333	353
MUSA 936	387	370	305	342	351
N. DAYMAN	401	351	324	323	350
NOGS 1749	391	370	317	312	348
CLE 207	356	375	342	310	346
NCL 97085	384	385	263	350	346
N. CARUMBE	385	386	261	345	344
E. QUEBRACHO	377	394	291	308	343
CLE 202	378	369	323	282	338
U-5293	397	337	309	297	335
NDL 98316	357	382	267	329	334
CLE 203	366	329	287	309	323
NE 984.001	386	356	238	298	320
REG. 00-2299	407	345	156	362	318
NE 984.008	271	206	69	230	194
Promedio	389	372	298	330	350

s/d: sin dato.

3.3 Comportamiento sanitario

Cuadro N° 8. Lecturas de manchas foliares de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

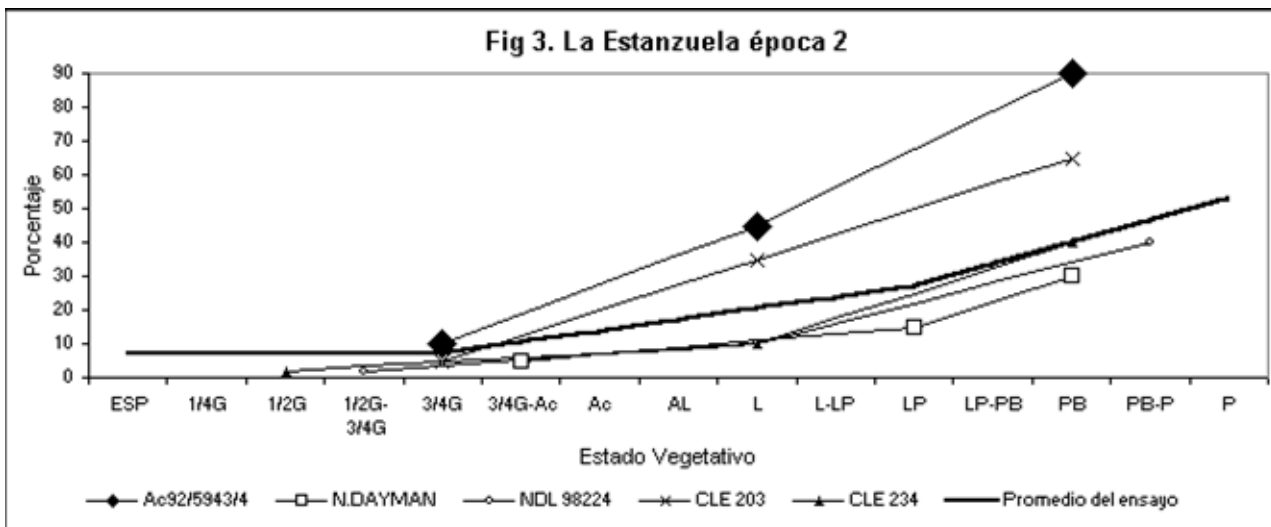
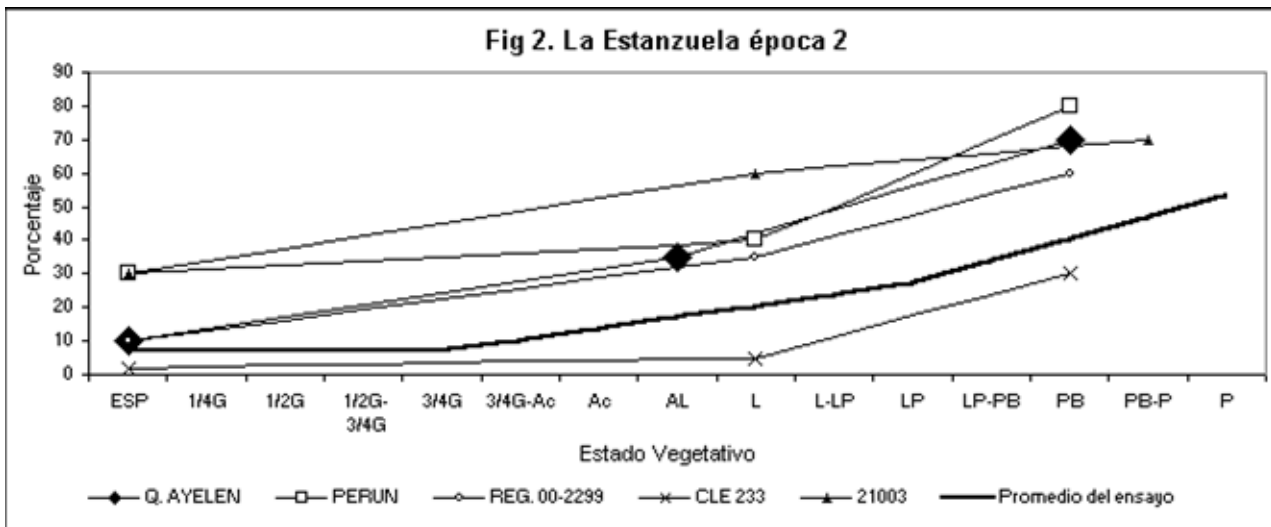
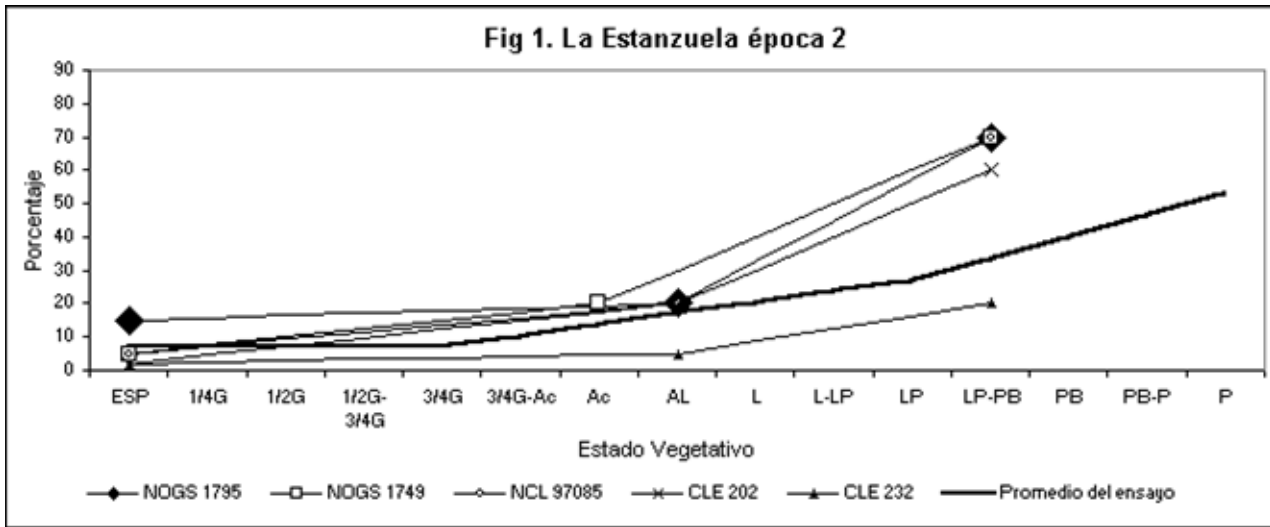
Fecha de lectura Primer año	LE1 18/10/02		LE 2 05/11/02		LE 3 20/11/02		Young 10/10/02		Agraciada ¹ 31/10/02		Promedio MF
	EV	MF	EV	MF	EV	MF	EV	MF	EV	MF	
21003			PB-P	70T B	PB	90T	PB	60T			73
21002			P	90B	P	40B T	LP	70B T			67
CLE 227			PB	80B T	PD	60B	LP	20B T			53
CLE 229			P	70B	PD	60B	LP	30B T			53
CLE 225			P	80T	PD	40T B	PB	35T B			52
CLE 231			P	65B T	PD	35B	LP	25B			42
ND 30947			P	70B	P	30B T	LP	25B T			42
CLE 228			P	60B	PD	35B	LP	20B T			38
CLE 230			P	60B	PB	20B	PB	25B			35
ND 17380			P	40B	P	40B	PB	10B			30
ND 17268			P	30B	P	30B	PB	20B			27
ND 17318			PB	25B	P	(-)	LP	(-)			25
CLE 234			PB	40B T	PD	10B	LP	20B T			23
CLE 233			PB	30B	P	25B	3/4G-Ac	10B			22
CLE 232			LP-PB	20B	PD	5B	1/2G	5B			10
CLE 226			PB	10B	PD	10T B	PB	5B T			8
ND 17293			P	10B T	P	(-)	LP	5B T			8
Dos o más años											
PERUN	L	50B T	PB	80T B	PB	60T	L	60T	Ac	20T B R	54
MUSA 016	LP-PB	30B T	P	80B T	P	60T B	LP	50T B	L	25B R T	49
Ac92/5943/4	LP-PB	30B	PB	90B	PB	30B T	Ac-P	50T B	AL	15B T	43
REG. 00-2299	LP	40B T	PB	60B T	PB	60T B	AL	30T B	1/2G	25B R T	43
U-5293	LP	15B T	P	70B	PD	60B	LP	30B T	LP	40R B	43
NOGS 1749	LP-PB	35B T	LP-PB	70B T	PB	60B T	Ac-L	20B T	Ac	15B T R	40
NOGS 1795	PB	20B T	LP-PB	70B T	PB	50B T	LP	35T B	Ac	15B R T	38
QUILMES AYELEN	LP	5B T	PB	70B T	P	50B T	Ac-L	40B T	AL	20B T R	37
CLE 203	LP-PB	15B	PB	65B T	PD	50B T	LP	35B	L-LP	15B T R	36
NE 984.001	LP-PB	60B T	P	40B T	P	45B T	P	10B T	L	15B R T	34
M-6456	LP	5B	P	60B E	PD	55B	LP	15T B	L	30B R	33
NCL 94088	LP-PB	20B	P	50B	PB	70B	PB	15B	Ac	8B R	33
NE 1996	PB	15B	P	70B	PD	25B	L	20B	LP	20R B T	30
E. QUEBRACHO	PB	30B T	P	20B	PD	30B	LP	35B T	LP	20B R T	27
MUSA 936	LP	20B	P	50B	PD	35B	PB	15B	AL	15B R	27
NCL 97085	LP	15B T	LP-PB	70B	PB	30B T	3/4G	10B	Ac	10R B T	27
REG. 89	LP	20B T	P	50B	PD	10B T	PB	40T	LP	10B R T	26
CLE 202	LP	5B	LP-PB	60B	PB	30B	Ac	15B	Ac	15R B	25
CLIPPER	LP-PB	15B R	P	50B T	P	40B	LP	10B T	LP	10B T R	25
NDL 98316	PB	20B	PB	40B T	P	30B	L-LP	10B	L	25B R T	25
N. CARUMBE	PB	40B R	P	30B	PD	15B	PB	10B	L	8B	21
NE 984.008	P	20B	P	40B T	PB	25B	L	10B	LP	5B	20
NDL 98224	PB	20B T	PB-P	40B	PB	10B	LP	15T B	AL	8B	19
CLE 207	PB	5B	P	30B	PD	10B	LP	20B	LP	5B R	14
N.DAYMAN	PB	10B	PB	30B	PD	15T B	LP	10B T	AL	5B T	14
Promedio		22		53		37		24		16	33

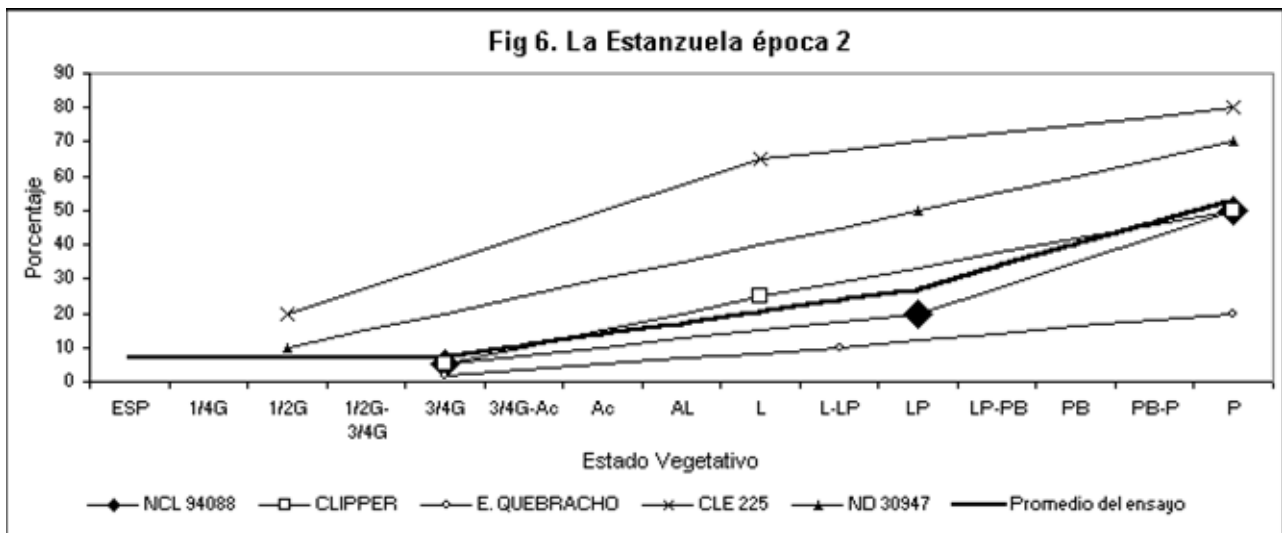
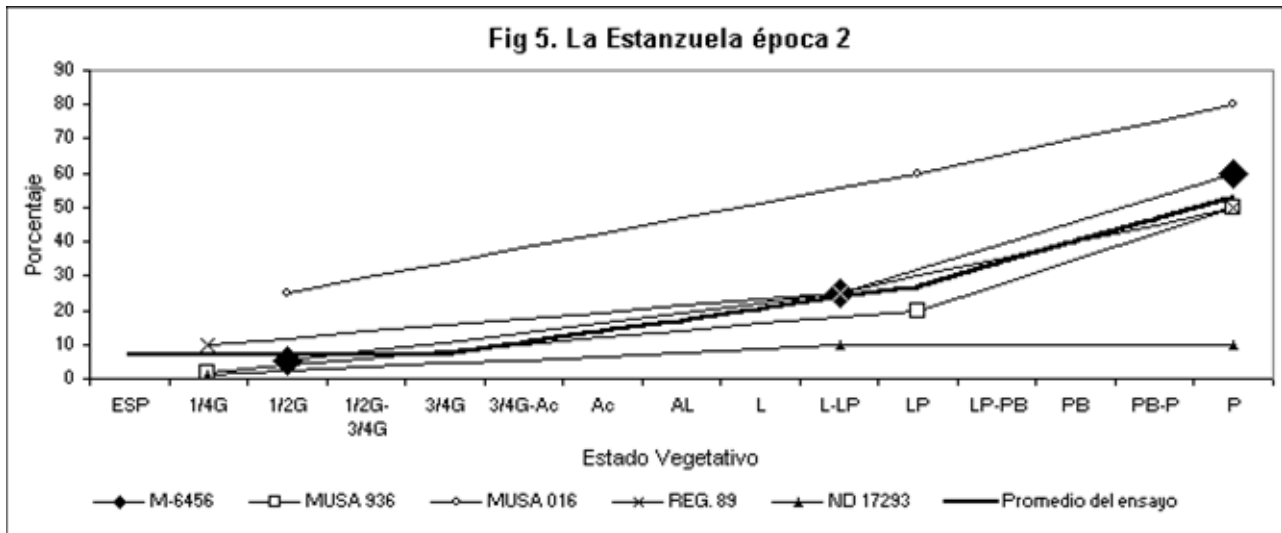
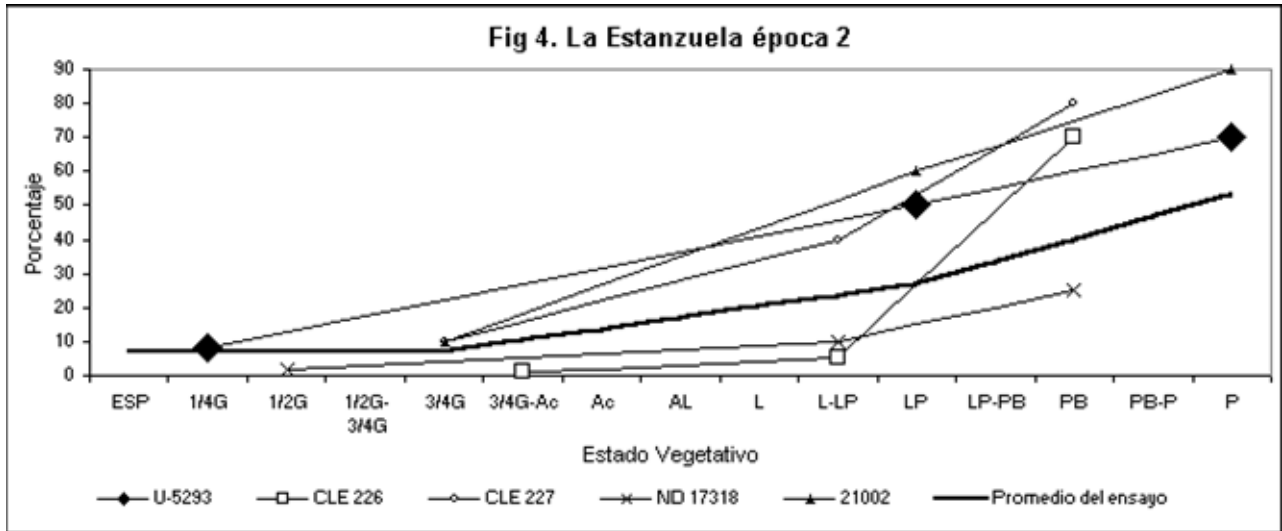
EV: Estado Vegetativo. 1/2G: medio grano; 3/4G: tres cuarto grano; Ac: acuoso; AL: acuoso lechoso; L: lechoso; LP: lechoso pastoso; PB: pasta blanda; P: pastoso; PD: pasta dura.

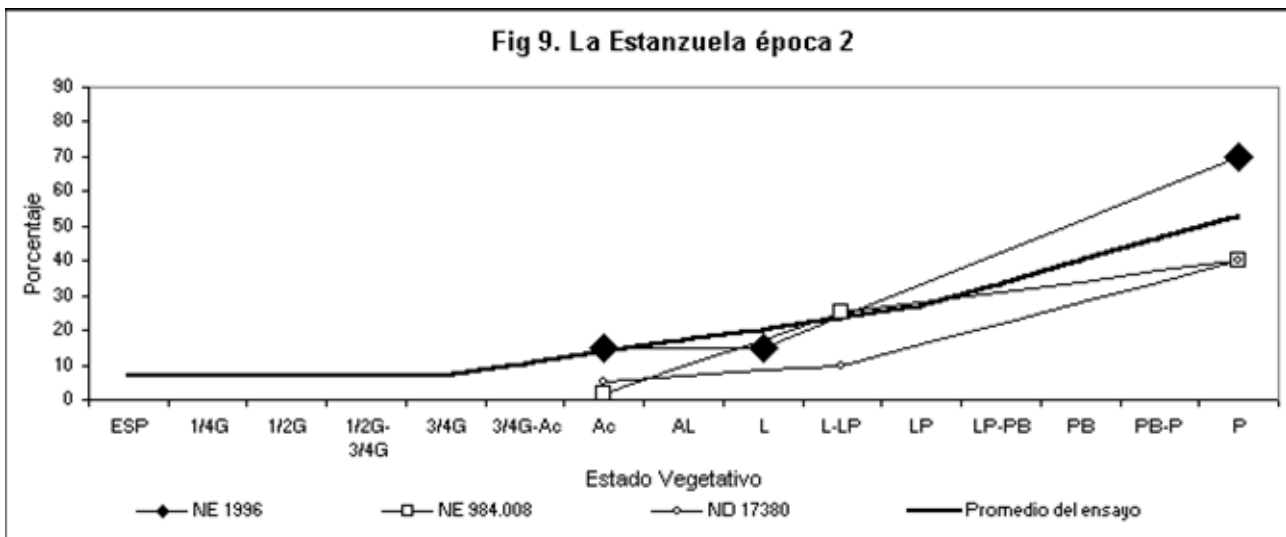
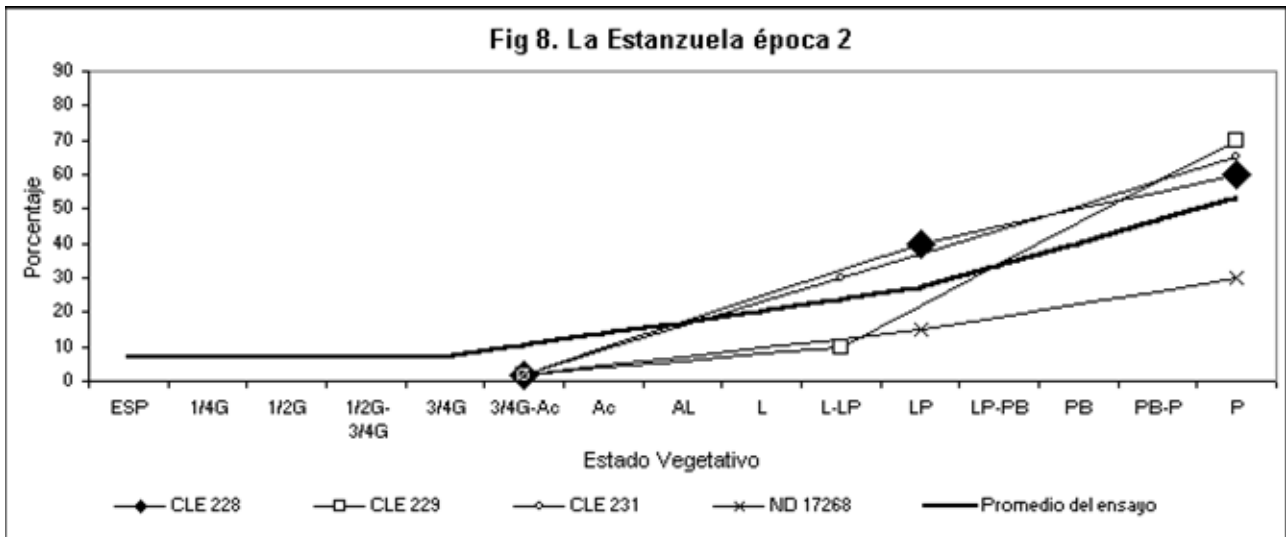
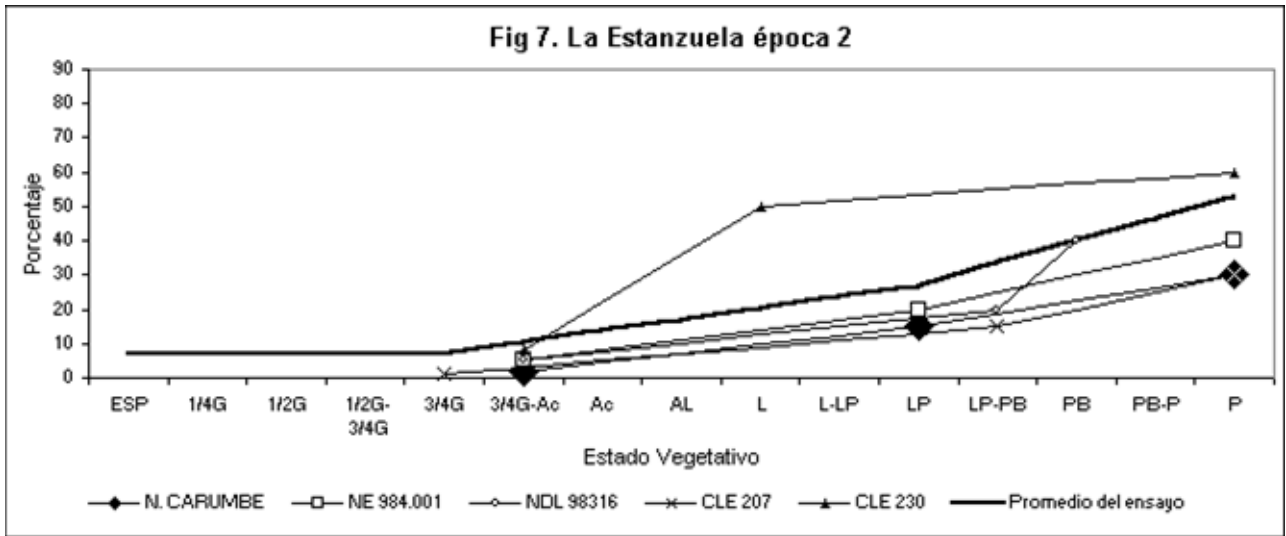
MF: Manchas Foliares. T: Mancha en red, E: Escaldadura; B: Mancha borrosa; R: Ramularia.

(-): Predominancia de otras enfermedades. ¹: Aplicación aérea de fungicida en la chacra vecina al ensayo el 25/10. Posible deriva puede haber afectado los resultados.

Evolución de las Manchas Foliaras. Predomina *Bipolaris sorokiniana*.







Cuadro N° 9. Lecturas de Roya de la Hoja de cultivares de cebada, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Fecha de lectura Primer año	LE 1 18/10/02			LE 2 09/10/02			LE 3 01/11/02			Young 10/10/02			Agraciada ¹ 31/10/02			Promedio C.I.
	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	
ND 17318				1/2G	5MS	4.0	AL-L	70S	70.0	LP	(-)	(-)				37.0
ND 17293				1/4G	5MS	4.0	L	50MSS	45.0	LP	1S	1.0				16.7
CLE 232				ESP		0.0	Ac	15MR	6.0	1/2G	0	0.0				2.0
ND 30947				1/2G		0.0	L	2MR	0.8	LP	0	0.0				0.3
21002				3/4G		0.0	3/4G	1MR	0.4	LP	0	0.0				0.1
CLE 228				3/4G-Ac		0.0	LP	1MR	0.4	LP	0	0.0				0.1
21003				ESP		0.0	Ac	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
CLE 225				1/2G		0.0	LP	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
CLE 226				3/4G-Ac		0.0	LP-PB	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
CLE 227				3/4G		0.0	LP	0	0.0	LP	0	0.0				0.0
CLE 229				3/4G-Ac		0.0	LP	0	0.0	LP	0	0.0				0.0
CLE 230				3/4G-Ac		0.0	Ac	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
CLE 231				3/4G-Ac		0.0	LP	0	0.0	LP	0	0.0				0.0
CLE 233				ESP		0.0	AL	0	0.0	3/4G-Ac	0	0.0				0.0
CLE 234				1/2G		0.0	LP	0	0.0	LP	0	0.0				0.0
ND 17268				3/4G-Ac		0.0	L	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
ND 17380				Ac		0.0	L	0	0.0	PB	0	0.0				0.0
Dos o más años																
N. CARUMBE	PB	2MR	0.8	3/4G-Ac	1MS	0.8	L	15MRMS	9.0	PB	0	0.0	L	0	0.0	2.1
N. DAYMAN	PB	5MS	4.0	3/4G-Ac	2MSS	1.8	AL	5MSS	4.5	LP	0	0.0	AL	0	0.0	1.7
MUSA 936	LP	1MR	0.4	1/4G	2MS	1.6	AL	8MR	3.2	PB	0	0.0	AL	1MR	0.4	1.1
REG. 89			0.0	1/4G		0.0	LP	10MR	4.0	PB	0	0.0	LP	1MR	0.4	0.9
NDL 98316			0.0	3/4G		0.0	LP	1MR	0.3	L-LP	1S	1.0	L	0	0.0	0.3
CLE 203	LP-PB	2MR	0.8	3/4G		0.0	LP	1MR	0.4	LP	0	0.0	L-LP	0	0.0	0.2
CLIPPER			0.0	3/4G		0.0	AL	2MRMS	1.2	LP	0	0.0	LP	0	0.0	0.2
E. QUEBRACHO			0.0	3/4G		0.0	LP	2MR	0.8	LP	0	0.0	LP	0	0.0	0.2
M-6456			0.0	1/2G		0.0	LP	1MR	0.4	LP	0	0.0	L	0	0.0	0.1
MUSA 016			0.0	1/2G		0.0	Ac	1MR	0.4	LP	0	0.0	L	0	0.0	0.1
NOGS 1749			0.0	ESP		0.0	ESP	1MR	0.4	Ac-L	0	0.0	Ac	0	0.0	0.1
U-5293			0.0	1/4G		0.0	LP	1MR	0.4	LP	0	0.0	LP	0	0.0	0.1
NCL 94088			0.0	3/4G		0.0	AL	1MR	0.3	PB	0	0.0	Ac	0	0.0	0.1
Ac92/5943/4			0.0	3/4G		0.0	AL	0	0.0	Ac-P	0	0.0	AL	0	0.0	0.0

(Continúa)

Fecha de lectura Primer año	LE 1 18/10/02			LE 2 09/10/02			LE 3 01/11/02			Young 10/10/02			Agraciada ¹ 31/10/02			Promedio	
	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	EV	RH	C.I.	C.I.	C.I.
CLE 202			0.0	ESP		0.0	3/4G-Ac	0	0.0	Ac	0	0.0	Ac	0	0.0	0.0	0.0
CLE 207			0.0	3/4G		0.0	L	0	0.0	LP	0	0.0	LP	0	0.0	0.0	0.0
NCL 97085			0.0	ESP		0.0	3/4G	0	0.0	3/4G	0	0.0	Ac	0	0.0	0.0	0.0
NDL 98224			0.0	1/2G-3/4G		0.0	L	0	0.0	LP	0	0.0	AL	0	0.0	0.0	0.0
NE 1996			0.0	Ac		0.0	L	0	0.0	L	0	0.0	LP	0	0.0	0.0	0.0
NE 984.001			0.0	3/4G-Ac		0.0	LP	0	0.0	P	0	0.0	L	0	0.0	0.0	0.0
NE 984.008			0.0	Ac		0.0	LP	0	0.0	L	0	0.0	LP	0	0.0	0.0	0.0
NOGS 1795			0.0	ESP		0.0	Ac	0	0.0	LP	0	0.0	Ac	0	0.0	0.0	0.0
PERUN			0.0	ESP		0.0	3/4G	0	0.0	L	0	0.0	Ac	0	0.0	0.0	0.0
QUILMES AYELEN			0.0	ESP		0.0	Ac	0	0.0	Ac-L	0	0.0	AL	0	0.0	0.0	0.0
REG. 00-2299			0.0	ESP		0.0	FL	0	0.0	AL	0	0.0	1/2G	0	0.0	0.0	0.0
Promedio			0.2			0.3			3.5			0.0			0.0		1.5

EV: Estado Vegetativo. ESP: espigazón; 1/4G: cuarto grano; 1/2G: medio grano; 3/4G: tres cuarto grano; Ac: acuoso; AL: acuoso lechoso; L: lechoso; LP: lechoso pastoso; PB: pasta blanda; P: pastoso.

RH: Roya de la hoja. Escala de Cobb modificada. Reacción: MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; R: resistente; S: susceptible.

C.I.: Coeficiente de infección.

(-): Predominancia de otras enfermedades.

1: Aplicación aérea de fungicida en la chacra vecina al ensayo el 25/10. Posible deriva puede haber afectado los resultados.

Cuadro N° 10. Lectura de *Fusarium* de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Fecha de lectura Primer año	LE 1 18/10/02		LE 2 22/10/02		LE 3 01/11/02		Young 10/10/02		Agraciada ¹ 31/10/02		Promedio FUS	
	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS		
CLE 232			LP-PB ²	7 3	Ac	(-) (-)	1/2G	(-) (-)			7.0	3.0
ND 30947			LP	9 5	L	1 1	LP	3 2			4.3	2.7
CLE 225			L	8 4	LP	2 1	PB	1 1			3.5	1.8
CLE 229			L-LP	8 5	LP	2 1	LP	0 0			3.3	2.0
CLE 231			L-LP	7 3	LP	1 2	LP	2 1			3.3	2.0
21002			LP	6 2	3/4G	(-) (-)	LP	0.5 0.5			3.3	1.3
CLE 228			LP	6 5	LP	1 2	LP	1 1			2.7	2.7
ND 17268			LP	5 3	L	1 2	PB	2 2			2.7	2.3
CLE 227			L-LP	6 3	LP	1 1	LP	1 1			2.7	1.7
CLE 234			L	6 3	LP	1 3	LP	0.5 0.5			2.5	2.2
CLE 230			L	4 2	Ac	(-) (-)	PB	0.5 0.5			2.3	1.3
ND 17318			L-LP	4 3	AL-L	1 2	LP	0.5 0.5			1.8	1.8
21003			L	3 2	Ac	(-) (-)	PB	0.5 0.5			1.8	1.3
CLE 233			L	3 1	AL	(-) (-)	3/4G-Ac	0.5 0.5			1.8	0.8
CLE 226			L-LP	2 2	LP-PB	2 2	PB	0.5 0.5			1.5	1.5
ND 17293			L-LP	3 2	L	0.5 0.5	LP	1 1			1.5	1.2
ND 17380			L-LP	3 1	L	0.5 0.5	PB	0.5 0.5			1.3	0.7
Dos o más años												
NCL 97085	LP	7 3	LP-PB	8 3	3/4G	(-) (-)	3/4G	(-) (-)	Ac	(-) (-)	7.5	3.0
NOGS 1749	LP-PB	8 3	LP-PB ²	7 3	ESP	(-) (-)	Ac-L	2 1	Ac	(-) (-)	5.7	2.3
NOGS 1795	PB	7 3	LP-PB ²	6 2	Ac	(-) (-)	LP	2 1	Ac	(-) (-)	5.0	2.0
NCL 94088	LP-PB	5 3	LP	7 5	AL	(-) (-)	PB	2 1	Ac	(-) (-)	4.7	3.0
PERUN	L	6 2	L	3 1	3/4G	(-) (-)	L	(-) (-)	Ac	(-) (-)	4.5	1.5
E. QUEBRACHO	PB	8 5	L-LP ²	6 3	LP	2 2	LP	0 0	LP	3 2	3.8	2.4
MUSA 016	LP-PB	8 5	LP	7 3	Ac	(-) (-)	LP	0 0	L	0 0	3.8	2.0
NE 984.001	LP-PB	8 8	LP	5 3	LP	3 1	P	2 1	L	0.5 0.5	3.7	2.7
Ac92/5943/4	LP-PB	9 3	L	4 3	AL	(-) (-)	Ac-P	0.5 0.5	AL	1 1	3.6	1.9
NDL 98316	PB	6 3	LP-PB	8 5	LP	1 1	L-LP	1 1	L	2 1	3.6	2.2
REG. 00-2299	LP	3 2	L	4 3	FL	(-) (-)	AL	(-) (-)	1/2G	(-) (-)	3.5	2.5
CLE 202	LP	5 3	LP-PB ²	5 3	3/4G-Ac	(-) (-)	Ac	0.5 0.5	Ac	(-) (-)	3.5	2.2
N. DAYMAN	PB	5 2	LP	6 2	AL	(-) (-)	LP	0.5 0.5	AL	2 1	3.4	1.4
NE 1996	PB	6 2	L	4 1	L	1 2	L	2 1	LP	BI BI	3.3	1.5

(Continúa)

Fecha de lectura Dos o más años	LE 1 18/10/02		LE 2 22/10/02		LE 3 01/11/02		Young 10/10/02		Agraciada ¹ 31/10/02		Promedio	
	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS	EV	FUS	FUS	
M-6456	LP	6 3	L-LP	7 3	LP	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	L	0.5 0.5	2.9	1.5
REG. 89	LP	5 2	L-LP	8 5	LP	0 0	PB	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	2.8	1.6
CLE 203	LP-PB	3 2	L	8 4	LP	1 1	LP	0.5 0.5	L-LP	0.5 0.5	2.6	1.6
N. CARUMBE	PB	6 2	LP	3 2	L	0.5 0.5	PB	2 2	L	0.5 0.5	2.4	1.4
CLE 207	PB	7 2	LP-PB	3 2	L	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	LP	1 1	2.4	1.2
QUILMES AYELEN	LP	5 2	AL	2 1	Ac	(-) (-)	Ac-L	2 1	AL	0 0	2.3	1.0
NE 984.008	P	0 0	L-LP	6 6	LP	1 1	L	2 3	LP	2 1	2.2	2.2
NDL 98224	PB	6 3	L	4 3	L	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	AL	0 0	2.2	1.4
CLIPPER	LP-PB	2 1	L	5 2	AL	(-) (-)	LP	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	2.0	1.0
MUSA 936	LP	2 2	LP	4 3	AL	0.5 0.5	PB	1 1	AL	2 2	1.9	1.7
U-5293	LP	3 2	LP	3 3	LP	1 2	LP	0.5 0.5	LP	0.5 0.5	1.6	1.6
Promedio		5 3	5 3		1.0 1.0		1.0 0.8		1.0 0.7		3.4	1.9

EV: Estado Vegetativo. ESP: espigazón; FI: floración; 1/2G: medio grano; 3/4G: tres cuarto grano; Ac: acuoso; AL: acuoso lechoso; L: lechoso; LP: lechoso pastoso; PB: pasta blanda; P: pastoso.

FUS: *Fusarium*. Escala de doble dígito de 0-10. El primer dígito representa el porcentaje de espigas infectadas y el segundo el porcentaje de la espiga infectada dentro de espigas con síntomas.

1: Aplicación aérea de fungicida en la chacra vecina al ensayo el 25/10. Posible deriva puede haber afectado los resultados.

2: Lecturas correspondientes al 05/11/02.

Bl: Bajo-intermedio por daño de pájaros, no se cuantifica incidencia.

(-): No se observa infección, posiblemente debido al Estado Vegetativo temprano.

Cuadro N° 11. Lectura de Oidio de cultivares de cebada cervecera, durante el año 2002 en Young.

Fecha de lectura Primer año	Young 10/10/02	
	EV	OIDIO
ND 17318	LP	50
CLE 232	1/2G	15
ND 17293	LP	10
CLE 233	3/4G-Ac	5
ND 17380	PB	5
CLE 227	LP	2
CLE 230	PB	0.5
CLE 231	LP	0.5
21002	LP	0
21003	PB	0
CLE 225	PB	0
CLE 226	PB	0
CLE 228	LP	0
CLE 229	LP	0
CLE 234	LP	0
ND 17268	PB	0
ND 30947	LP	0
Dos o más años		
N. CARUMBE	PB	15
NCL 94088	PB	10
NE 984.008	L	10
CLIPPER	LP	8
MUSA 016	LP	8
NE 1996	L	8
CLE 202	Ac	5
N.DAYMAN	LP	5
NDL 98316	L-LP	5
NE 984.001	P	5
MUSA 936	PB	2
M-6456	LP	0.5
NOGS 1749	Ac-L	0.5
Ac92/5943/4	Ac-P	0
CLE 203	LP	0
CLE 207	LP	0
E. QUEBRACHO	LP	0
NCL 97085	3/4G	0
NDL 98224	LP	0
NOGS 1795	LP	0
QUILMES AYELEN	Ac-L	0
REG. 00-2299	AL	0
REG. 89	PB	0
U-5293	LP	0
PERUN	L	(-)
Promedio		4.1

EV: Estado Vegetativo. 1/2G: medio grano; 3/4G: tres cuarto grano; Ac: acuoso; AL: acuoso lechoso; L: lechoso; LP: lechoso pastoso; PB: pasta blanda; P: pastoso.

OIDIO: *Blumeria graminis*.

(-): Predominancia de otras enfermedades.

3.4 Características agronómicas

Cuadro N° 12. Características agronómicas de cultivares de cebada cervecera. durante el año 2002 en La Estanzuela, Young y Agraciada.

Primer año	PORTE	LE 2 LE 3 Young			LE 2 LE 3		LE 2 LE 3 Young Promedio ¹				LE 2 Young Promedio ¹		
		CICLO			ALTURA		VUELCO				QUEBRADO		
CLE 232	SRSE	97	65	99	65	56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.6	1.2
CLE 233	SR	97	67	100	69	67	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	3.0	1.1
21003	SRSE	96	74	93	61	53	0.3	0.0	0.0	0.1	3.1	4.4	2.6
21002	SR	94	72	94	66	59	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	4.1	1.6
CLE 231	SR	92	63	92	63	62	0.9	0.1	0.0	0.3	0.8	3.7	1.5
ND 17293	SESR	92	65	91	74	71	0.2	0.0	0.6	0.3	0.1	2.2	0.8
ND 17380	SESR	92	72	91	84	69	0.9	0.3	1.0	0.7	0.3	2.1	0.9
CLE 228	SRSE	91	63	91	75	61	0.6	0.1	0.9	0.5	0.0	2.6	0.9
CLE 229	SESR	91	63	91	80	64	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	2.8	1.0
CLE 234	SRSE	91	63	92	67	52	0.2	0.1	0.7	0.3	0.1	2.2	0.8
ND 17318	SE	91	69	91	87	72	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	2.6	0.9
CLE 226	SESR	90	62	90	82	72	0.1	0.1	0.9	0.4	0.3	2.1	0.9
CLE 230	SESR	90	71	89	73	63	0.4	0.2	2.6	1.1	2.1	2.7	1.6
ND 30947	SRSE	90	65	90	87	65	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	3.3	1.3
CLE 225	SESR	88	63	89	94	70	0.6	0.2	0.0	0.3	0.6	3.4	1.4
CLE 227	SRSE	87	62	91	80	65	0.8	0.4	0.0	0.4	3.3	3.8	2.4
ND 17268	SESR	87	68	89	85	59	0.2	0.0	0.2	0.1	0.4	2.4	1.0
Dos o más años													
NOGS 1749	SRSE	97	81	98	65	52	0.2	0.1	0.7	0.3	2.6	4.2	2.3
NOGS 1795	SRSE	97	74	94	79	63	0.2	0.2	0.0	0.1	1.1	4.2	1.8
CLE 202	SR	96	70	98	68	55	0.2	0.1	0.7	0.3	0.3	4.1	1.5
NCL 97085	SRSE	96	73	98	67	59	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	4.2	1.5
PERUN	SR	96	72	97	67	58	0.6	0.2	0.2	0.3	2.2	4.3	2.2
QUILMES AYELEN	SRSE	96	71	97	78	56	0.3	0.9	2.6	1.3	3.9	3.9	2.9
REG. 00-2299	SRSE	96	78	98	77	53	0.3	0.2	0.0	0.2	3.3	4.6	2.7
Ac92/5943/4	SESR	95	75	93	71	56	0.2	0.1	0.2	0.2	2.4	3.7	2.1
U-5293	SESR	94	65	92	76	58	0.6	0.6	1.2	0.8	1.2	3.3	1.8
M-6456	SESR	93	69	93	83	57	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	4.1	1.6
CLIPPER	SESR	92	66	95	85	68	0.4	0.4	0.6	0.5	1.7	4.1	2.1
REG. 89	SESR	92	65	93	81	62	0.1	0.2	0.0	0.1	0.3	3.9	1.4
CLE 203	SESR	91	64	92	75	62	0.1	0.0	0.3	0.1	0.1	3.3	1.1
N. CARUMBE	SRSE	91	65	87	74	71	0.8	0.3	1.0	0.7	0.3	3.0	1.3
N. DAYMAN	SESR	91	71	91	79	64	0.1	0.2	0.7	0.3	0.1	2.4	1.0
CLE 207	SESR	90	70	91	82	63	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	2.9	1.0
MUSA 936	SESR	90	64	89	79	71	2.1	0.2	0.3	0.9	0.7	3.2	1.6
NCL 94088	SESR	90	70	92	86	65	0.1	0.2	0.9	0.4	0.0	1.8	0.6
E. QUEBRACHO	SESR	89	63	91	72	56	0.8	0.1	0.2	0.4	0.4	4.1	1.5
MUSA 016	SE	89	70	89	76	61	1.1	0.1	0.0	0.4	0.3	3.7	1.3
NDL 98224	SESR	89	71	92	74	56	0.1	0.1	1.6	0.6	0.0	3.0	1.0
NDL 98316	SESR	89	64	91	88	59	0.6	0.2	0.0	0.3	0.2	3.3	1.2
NE 1996	SRSR	87	68	85	80	59	0.2	0.1	0.6	0.3	1.2	3.0	1.5
NE 984.001	SESR	87	67	86	83	62	1.8	0.1	0.3	0.7	0.8	2.2	1.0
NE 984.008	SESR	87	65	82	84	72	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.1	0.4
Promedio		92	68	92	77	62	0.4	0.2	0.5	0.4	0.9	3.3	1.4

Porte: SR: semirastro; SE: semierecto; R: rastro.

Ciclo: días postemergencia hasta espigazón.

Altura: en centímetros desde el suelo hasta la espiga. excluyendo aristas.

Vuelco: escala de 0 (sin vuelco) a 5 (totalmente volcado).

Quebrado: escala de 0 (sin quebrado) a 5 (totalmente quebrado).

¹: Promedio anual incluyendo todos los ensayos.

4. CONSIDERACIONES FINALES

La zafra de cultivos de invierno 2002 estuvo caracterizada por precipitaciones excesivas en los meses de mayo y julio, tanto en el norte como en el sur del país. Esto determinó que las siembras de cebada se hicieran en dos épocas fundamentalmente: una en el mes de junio, y otra considerada más extrema como es finales de julio y agosto. La primavera se presentó lluviosa en setiembre, pero en el mes de octubre existieron diferencias considerando norte y sur del país. Mientras que en el sur las precipitaciones estuvieron por debajo del promedio histórico, en el norte hubieron excesos hídricos marcados.

A nivel de cultivo, con respecto a las manchas foliares, se observó una alta incidencia y severidad de mancha borrosa, causada por *Bipolaris sorokiniana*, patógeno que afecta comúnmente a la cebada, y que este año afectó también en forma importante al trigo. La incidencia de mancha en red, causada por *Drechslera teres* fue baja en general en este año. Se constató la presencia de oidio, causada por *Blumeria graminis*, en algunos cultivares de cebada. La roya de hoja, causada por *Puccinia hordei*, en general presentó una baja incidencia. A nivel comercial, cuando se alcanzaron los niveles críticos de infección, principalmente de manchas foliares, se aplicaron fungicidas lográndose en la mayoría de las situaciones un control adecuado.

En los ensayos de evaluación, se presentó en forma generalizada mancha borrosa. En siembras tardías, los cultivares susceptibles a roya de la hoja alcanzaron niveles máximos de infección altos, al contrario de materiales con adecuada resistencia. Específicamente en el ensayo de Young, se presentó además oidio en forma generalizada.

Las condiciones climáticas de la zafra 2002/03, y principalmente aquellas ocurridas en el norte del país, determinaron en algunos cultivos de cebada la ocurrencia de quebrado de caña y una proporción importante de granos de tamaño pequeño y granos de calidad sanitaria pobre. Las causas fueron diversas: efectos en la fisiología del cultivo y/o enfermedades a hongos como fusariosis de la espiga y punta negra. La sintomatología de estas dos enfermedades es muy difícil de separar visualmente en espiga y luego en grano cosechado.

Los factores antes mencionados (clima, enfermedades) son parte del ambiente donde se desarrollan las plantas. La interacción del ambiente con las características genéticas de los cultivares determina en última instancia el rendimiento de grano y la calidad industrial logrados por los materiales de cebada sembrados.

III. ANEXOS

1. COMPORTAMIENTO SANITARIO DE CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA EN COLECCIONES

Cuadro 13. Lecturas de enfermedades de cultivares de cebada cervecera en colecciones. durante el año 2002.

Primer año	Escaldadura		Mancha en Red			Mancha Borrosa		Roya de hoja		Fusariosis	
	EV	MF	EV	MF	FUS	EV	MF	EV	RH	Sev	Inc
21002	ESP	8 B	AL	15 BT	(-)	(-)	(-)	Ac	10 MS	28.2	90
21003	Ac	5 RB	L	20 BT	0	3/4G	5 B	PB	0	41.5	90
CLE 226	PB	5 E	LP	15 BT	2/2	L	10 B	(*)	Tr	56.6	90
CLE 227	LP	15 BR	LP	40 BT	1/1	L	(-)	s/d		58.2	90
CLE 228	PB	15 RB	LP	50 BT	1/1	(-)	(-)	s/d		49.1	90
CLE 229	LP	15 EBR	L	40 BT	3/2	3/4G	20 BE	s/d		47.6	90
CLE 230	PB	Tr B	L	10 B	1/1	ESP	10 B	s/d		27.6	90
CLE 231	PB	10 RB	L	30 B	(-)	(-)	(-)	s/d		32.8	90
CLE 232	AL	5 BR	L	10 BT	1/1	AL	5 B	(*)	20 SMS	21.8	80
CLE 233	AL	2 BR	L	20 B	1/1	AL	2 B	(*)	0	42.4	100
CLE 234	LP	10 RB	LP	20 B	2/2	(-)	(-)	(*)	0	41.9	90
ND 17268	L	5 BE	L	15 B	1/1	(-)	(-)	Ac	Tr MS	64.2	90
ND 17293	LP	(-)	AL	2 B	(-)	ESP	2 B	ESP	50 S	65.4	90
ND 17318	LP	Tr E	L	5 BE	0	ESP	5 B	EMB	70 S	37.3	90
ND 17380	FESP	3 R	AL	15 BT	Tr	3/4G	2 B	Ac	0	45.5	90
ND 30947	L	20 ER	AL	20 B	(-)	AL	Tr B	PB	30 S	36.8	90
Dos o más años											
AC92/5943/4	L	20 RB	PB	60 B	3/2	(-)	(-)	PB	Tr MR	72.5	100
CLE 202	AL	2 B	Ac	15 B	(-)	(-)	(-)	L	5 MS	54.9	100
CLE 203	AL	5 RB	LP	40 BT	1/1	ESP	10 B	LP	5 MR	34.5	90
CLE 207	Ac	2 RE	L	30 BT	(-)	(-)	(-)	Ac	0	37.0	90
CLIPPER	L	10 BR	L	30B	2/2	ESP	20 B	PB	10 MSS	47.1	100
E. QUEBRACHO	LP	10 B	L	50BT	3/2	1/4G	25 B	LP	5 MS	57.3	100
M6456	L	10 RE	LP	30 BT	2/1	ESP	5 B	PB	5 MS	44.0	100
MUSA 016	LP	35 BR	1/4G	20 B	(-)	ESP	20 B	Ac	5 RMR	43.3	100
MUSA 936	LP	20 RB	1/4G	20 B	(-)	ESP	10 B	LP	30 S	39.6	100
NCL 94088	Ac	15 RB	Ac	40 BT	(-)	ESP	20 B	Ac	0	63.4	100
NCL 97085	LP	5 BR	1/4G	20B	(-)	ESP	10 B	L	0	43.6	100
NDL 98224	L	5 RB	LP	15 B	1/1	ESP	5 B	AL	5 R	21.0	80
NDL 98316	PB	5 BR	L	40 BT	1/1	(-)	(-)	LP	5 MS	46.1	100
NE 1996	ESP	5 ERB	L	35 B	3/1	(-)	(-)	Ac	Tr R	52.3	100
NE 984.001	LP	Tr B	L	15 B	2/1	ESP	2 B	AL	0	50.0	100
NE 984.008	LP	15 BE	L	30 BT	4/2	(-)	(-)	ESP	0	62.8	100
NOGS 1795	LP	20 BR	AL	50 BT	4/2	ESP	8 B	LP	2 R	36.3	100
NOGS1749	L	10 ER	AL	40 BT	(-)	ESP	10 B	LP	2 MR	47.3	100
N. CARUMBE	L	10 B	LP	10 B	2/1	ESP	Tr B	LP	10 MS	42.0	90
N. DAYMAN	PB	15 RB	1/4G	25 B	(-)	ESP	Tr B	PB	40 MSS	29.1	90
PERUN	FESP	5 B	Ac	40 BT	(-)	(-)	(-)	LP	0	31.5	100
QUILMES AYELEN	ESP	20 RB	PB	40 BT	2/2	EMB	2 B	LP	10 MSS	37.6	100
REG.00-2299	FESP	15 BR	1/4G	20 BT	(-)	(-)	(-)	ESP	5 MRMS	42.2	100
REG.89	AL	5 BE	PB	60 B	2/1	1/4G	25 B	PB	10 MSS	42.4	100
U-5293	LP	35 RB	PB	70 BT	2/1	EMB	10 B	P	5 MS	31.8	90

(Continúa)

Testigos	Escaldadura		Mancha en Red			Mancha Borrosa		Roya de hoja		Fusariosis	
	EV	MF	EV	MF	FUS	EV	MF	EV	RH	Sev	Inc
DAYMAN (susceptible)								LP	50		
MOREX (susceptible)								PB	70 S		
CLIPPER (susceptible)	L-PB	10 BRE									
CLE 205 (susceptible)	L-LP	18 BRE									
DEFRA (susceptible)			ESP-1/4G	30 BT							
ANA (susceptible)			L-LP	50 BT							
AUS#490054 (resistente)			1/4G-Ac	12 B							
AUS#490055 (resistente)			1/4G-Ac	20 B							
AUS#490056 (resistente)			1/4G-Ac	25 B							
E. QUEBRACHO (susceptible)							L	25 B			
CLIPPER (susceptible)							L	25B			
E. QUEBRACHO (susceptible)										52.5	100
Fuente de R										3.4	40

EV: Estado Vegetativo; EMB: Embuche; ESP: espigazón; FESP: fin de espigazón; 1/4G: cuarto grano; 1/3G: tres cuarto grano; Ac: acuoso; AL: acuoso lechoso; L: Lechoso; LP: lechoso pastoso; PB: pasta blanda; P: pastoso.

% MF: Porcentaje de Mancha Foliar. T: Mancha en red; E: Escaldadura; B: Mancha borrosa; R: Ramularia.

RH: Roya de la hoja. MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; R: resistente; S: susceptible.

Tr: Trazas.

(-): Parcela perdida o seca al momento de la lectura.

(*): No se documentó el estado vegetativo.

Sev.: porcentaje de severidad (número de espiguillas afectadas en el total)

Inc.: porcentaje de incidencia (número de espigas con presencia de la enfermedad)

2. TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro 14. Datos estadísticos de rendimiento de grano de los diferentes ensayos

Fuente de variación: Cultivar

Ensayos	G.L.	Cuadrado Medio	F.	Pr > F
La Estanzuela 2	41	672092	6.37	0.0001
La Estanzuela 3	41	212186	4.25	0.0001
Young	41	1078472	9.55	0.0001
Agraciada	23	504376	11.16	0.0001

Ensayos	F. de V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.	Pr > F
2002	Ambiente	3	36934529	12311510	64.24	0.0001
	Cultivar	41	14631674	356870	1.86	0.0060
2000/01/02 y 2001/02	Ambiente	12	156792657	13066055	71.88	0.0001
	Cultivar	23	21859683	950421	5.23	0.0001

Cuadro 15. Datos estadísticos de rendimiento de $1^a + 2^a$ de los diferentes ensayos

Fuente de variación: Cultivar

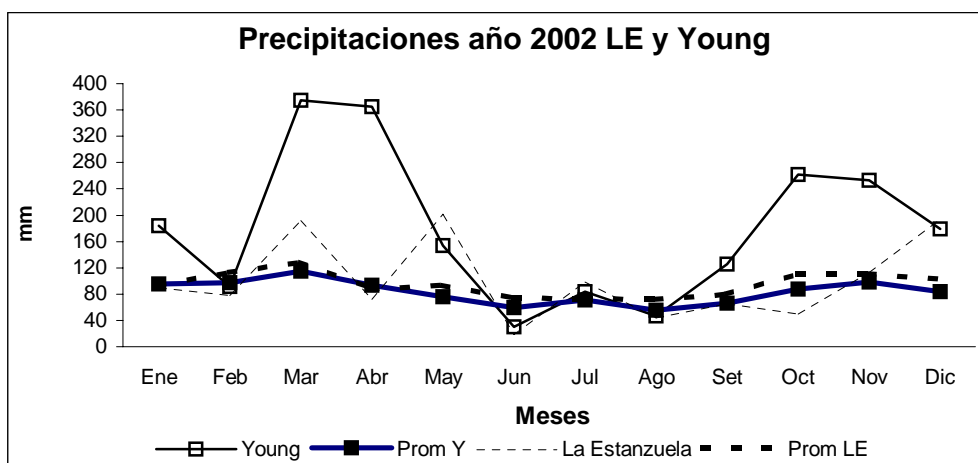
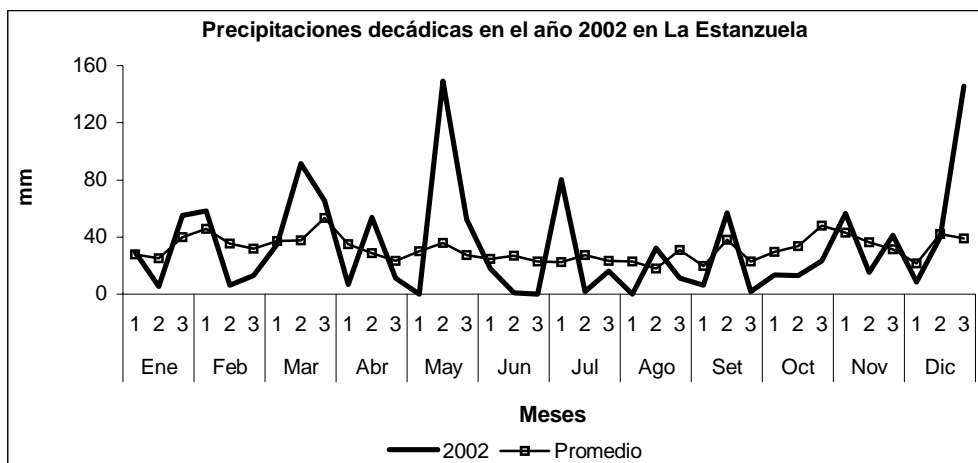
Ensayos	G.L.	Cuadrado Medio	F.	Pr > F
La Estanzuela 2	41	1258190	16.85	0.0001
La Estanzuela 3	41	403342	9.01	0.0001
Young	41	2956767	63.11	0.0001
Agraciada	23	383586	9.38	0.0001

Ensayos	F. de V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.	Pr > F
2002	Ambiente	3	40751354	13583785	42.15	0.0001
	Cultivar	41	38535339	939886	2.92	0.0001
2000/01/02 y 2001/02	Ambiente	12	159339457	13278288	60.20	0.0001
	Cultivar	23	43488487	1890804	8.57	0.0001

3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Cuadro 16. Precipitaciones en mm en La Estanzuela y Young en el año 2002

Año 2002	LA ESTANZUELA		YOUNG	
	Precipitaciones	Promedio Histórico	Precipitaciones	Promedio Histórico
Enero	90.0	93.0	184.2	95.2
Febrero	77.8	113.0	91.5	97.1
Marzo	192.0	128.0	374.9	114.6
Abril	71.9	87.4	364.7	93.5
Mayo	201.8	93.1	153.8	75.9
Junio	18.9	74.3	30.1	59.2
Julio	98.6	73.1	83.6	71.4
Agosto	43.6	71.8	46.8	55.8
Setiembre	65.0	80.1	125.3	66.4
Octubre	49.6	111.3	262.2	87.5
Noviembre	113.1	110.8	253.4	98.3
Diciembre	193.9	102.5	179.3	84.1



Anexo 2. Resultados de Calidad de Malta para el Registro Nacional de Evaluación de Cultivares. Cebada cosecha 2002.
Sector Micromaltería -Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

LOCALIDAD: YOUNG*

Fecha Micromalteo:11/03/03

Ensayos	Unidades	Testigo	Cle 225	Cle 227	Cle 228	Cle 229	Cle 231	Cle 232	Cle 233	Cle 234	ND17268	ND17293
Humedad	%	3,8	3,9	4,5	4,1	4,4	4,4	4,2	4,2	4,3	4,3	3,9
Extracto	%	80,3	78,7	77,5	77,0	80,0	78,7	78,8	79,0	79,1	80,1	80,4
At.Límite	%	86,0	86,0	80,0	80,0	79,0	79,0	83,0	84,0	84,0	85,0	85,0
Sacarif.	min	10	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15
Prot.Total	%	11,0	11,3	11,4	11,7	10,4	11,6	11,2	11,8	11,6	11,6	11,4
N.Soluble	mg/100g	827	887	917	780	803	886	843	970	861	892	980
I.Kolbach	%	47	49	51	42	48	48	47	51	46	48	54
Friab.	%	83	79	65	64	91	69	75	79	75	85	86
Homog.	%	96	-	97	89	100	91	96	98	98	99	99
Visc.	mPa.s	1,46	1,47	1,46	1,47	1,49	1,46	1,44	1,45	1,44	1,49	1,52
P.Diast.	uWK	341	297	296	350	358	362	344	351	358	358	342
Color	EBC	4,0	6,0	6,0	5,0	5,5	4,5	6,5	6,5	5,5	5,5	5,0
pH	EBC	5,98	5,95	5,85	5,89	5,94	5,98	5,99	5,95	5,95	5,82	5,88
ICM		7,4	4,7	4,1	4,6	6,7	4,8	5,8	6,1	5,6	7,0	7,1

* datos sin corregir

LOCALIDAD: YOUNG*

Fecha Micromalteo:11/03/03

Ensayos	Unidades	ND 17318	ND 17380	NCL 97085	NDL 98316	NE 984.001	NOGS 1749	NOGS 1795	M-6456	NE 1996	N.Dayman	MUSA 016	U-5293
Humedad	%	4,2	5,3	4,1	5,2	4,6	4,3	4,5	4,2	4,9	4,2	4,3	4,1
Extracto	%	80,3	80,8	77,7	78,0	79,7	78,4	76,4	77,6	79,1	79,8	80,6	75,8
At.Límite	%	86,0	86,0	82,0	79,0	85,0	87,0	81,0	80,0	85,0	85,0	82,0	84,0
Sacarif.	min	15	15	10	15	10	10	10	10	15	15	15	10
Prot.Total	%	11,0	11,5	11,7	11,8	11,4	11,4	11,5	11,1	11,9	11,4	11,4	11,5
N.Soluble	mg/100g	895	964	841	838	932	947	850	957	873	928	929	1027
I.Kolbach	%	51	52	45	44	51	52	46	54	46	51	51	56
Friab.	%	87	85	87	78	88	95	76	80	84	79	72	90
Homog.	%	99	98	99	97	98	100	97	98	99	97	96	99
Visc.	mPa.s	1,47	1,41	1,42	1,45	1,47	1,43	1,42	1,43	1,46	1,45	1,47	1,41
P.Diast.	uWK	343	432	352	320	363	333	348	343	328	414	289	336
Color	EBC	4,5	4,5	9,0	4,5	5,5	5,5	4,5	7,0	4,5	5,0	7,0	6,0
pH	EBC	5,85	5,86	5,82	5,96	5,88	5,88	5,95	5,97	5,97	5,87	5,92	5,90
ICM		6,6	5,9	6,5	5,0	7,0	6,8	4,5	5,1	6,4	5,9	5,9	5,3

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 2*
 Fecha Micromalteo: 18/03/03

Ensayos	Unidades	Testigo	Cle 227	Cle 228	Cle 229	Cle 230	Cle 232	Cle 233	Cle 234	ND 17268	ND 17293
Humedad	%	3,5	4,0	3,8	3,7	4,3	4,5	4,4	4,4	4,0	4,2
Extracto	%	80,6	78,3	76,5	78,8	78,4	80,8	80,7	79,5	79,1	80,3
At.Límite	%	84,0	79,0	75,0	77,0	81,0	83,0	83,0	80,0	81,0	81,0
Sacarif.	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Prot.Total	%	10,7	11,2	10,8	10,5	11,6	10,3	11,1	11,6	12,3	11,9
N.Soluble	mg/100g	771	761	657	705	704	773	772	705	908	843
I.Kolbach	%	45	43	38	42	38	47	43	38	46	44
Friab.	%	81	75	58	85	60	79	79	67	85	81
Homog.	%	97	96	81	99	86	96	96	89	98	98
Visc.	mPa.s	1,47	1,44	1,53	1,42	1,53	1,47	1,44	1,51	1,44	1,49
P.Diast.	uWK	324	292	300	280	304	266	322	242	393	333
Color	EBC	4,0	4,0	4,0	4,5	3,5	6,0	5,5	4,0	5,5	5,0
pH	EBC	5,93	5,94	5,96	5,98	6,00	5,94	5,93	5,97	5,85	5,89
ICM		6,7	4,2	2,9	4,4	4,8	6,0	6,7	3,9	7,0	7,1

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 2*
 Fecha Micromalteo:18/03/03

Ensayos	Unidades	ND 17318	ND 17380	NCL 97085	NDL 98224	NDL 98316	NE 984.001	NOGS 1749	NOGS 1795	M-6456	NE 1996	N.Dayman	Perun
Humedad	%	4,4	4,3	4,0	4,9	4,5	3,5	4,2	4,4	4,0	4,0	4,0	4,2
Extracto	%	80,0	79,1	78,6	78,9	77,9	80,0	80,3	79,7	78,1	79,8	80,3	80,5
At.Límite	%	80,0	82,0	81,0	80,0	76,0	81,0	84,0	84,0	79,0	84,0	83,0	77,0
Sacarif.	min	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10
Prot.Total	%	10,9	12,1	10,5	11,4	11,6	11,5	9,3	11,3	12,1	11,3	11,6	11,2
N.Soluble	mg/100g	815	874	840	733	747	795	704	796	865	823	811	807
I.Kolbach	%	47	45	50	40	40	43	47	44	45	44	44	45
Friab.	%	79	75	75	80	66	83	91	77	71	79	78	69
Homog.	%	96	94	97	96	88	98	100	95	93	97	95	93
Visc.	mPa.s	1,47	1,44	1,44	1,45	1,47	1,45	1,44	1,43	1,45	1,48	1,45	1,51
P.Diast.	uWK	389	374	332	364	312	298	347	326	325	341	388	283
Color	EBC	4,5	4,5	5,5	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	5,5
pH	EBC	5,88	5,87	5,99	6,05	6,06	5,91	5,99	5,97	6,03	5,98	5,85	6,05
ICM		6,2	6,1	5,1	5,9	3,9	6,6	6,7	5,6	4,6	6,5	6,9	4,4

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 3*
 Fecha Micromalteo:25/03/03

Ensayos	Unidades	Testigo	Cle 226	Cle 227	Cle 228	Cle 229	Cle 230	Cle 232	Cle 233	Cle 234	ND 17268
Humedad	%	3,8	3,9	4,3	4,7	4,6	4,6	4,4	4,3	5,1	4,6
Extracto	%	80,3	80,7	79,4	78,2	79,2	78,9	81,4	81,6	80,1	78,4
At.Límite	%	85,0	77,0	77,0	78,0	80,0	81,0	82,0	82,0	82,0	83,0
Sacarif.	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Prot.Total	%	10,7	10,7	11,7	11,4	10,6	11,2	10,3	10,1	11,4	12,4
N.Soluble	mg/100g	840	829	826	731	816	730	779	826	735	852
I.Kolbach	%	49	48	44	40	48	41	47	51	40	43
Friab.	%	85	86	75	61	94	64	86	89	74	80
Homog.	%	98	99	97	81	100	82	98	99	93	96
Visc.	mPa.s	1,44	1,44	1,47	1,53	1,45	1,55	1,47	1,48	1,50	1,46
P.Diast.	uWK	323	265	278	352	316	307	272	369	312	382
Color	EBC	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	3,0	4,5	4,5	4,0	4,0
pH	EBC	5,95	5,97	5,87	5,95	5,96	5,99	6,02	5,95	5,96	5,89
ICM		6,3	5,4	4,4	4,0	6,4	4,5	7,1	8,0	6,2	6,8

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 3*
 Fecha Micromalteo:25/03/03

Ensayos	Unidades	ND 17318	ND 17380	NCL 97085	NDL 98224	NDL 98316	NE 984.001	NOGS 1749	NOGS 1795	N.Dayman	Perún
Humedad	%	4,8	5,4	5,8	5,5	5,8	5,0	5,1	5,1	3,5	3,4
Extracto	%	79,5	79,9	81,8	80,2	80,0	80,0	79,8	80,1	78,1	80,2
At.Límite	%	82,0	86,0	81,0	83,0	81,0	85,0	86	83,0	82,0	79,0
Sacarif.	min	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Prot.Total	%	11,6	11,1	11,0	10,5	10,6	11,6	10,1	10,9	11,3	10,4
N.Soluble	mg/100g	915	958	859	819	802	930	882	845	829	908
I.Kolbach	%	49	54	49	49	47	50	54	48	46	55
Friab.	%	72	76	90	80	74	84	94	83	82	81
Homog.	%	93	92	100	97	91	98	100	98	98	99
Visc.	mPa.s	1,47	1,44	1,43	1,43	1,51	1,45	1,40	1,39	1,44	1,47
P.Diast.	uWK	346	351	342	323	295	343	260	256	328	235
Color	EBC	5,0	4,0	4,5	3,5	3,5	4,5	5,5	4,0	4,0	6,0
pH	EBC	5,80	5,86	5,90	5,98	5,97	5,87	5,96	5,97	5,88	5,91
ICM		6,1	4,9	7,5	6,3	5,5	6,6	4,0	4,9	6,1	4,4

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 2*
 Fecha Micromalteo:01/04/03

Ensayos	Unidades	Testigo	Reg 002299	Ac 92/5943/4	Cle 202	Cle 207	Clipper	Musa 016	N.Dayman	NCL 94088	Perún	U-5293
Humedad	%	4,2	4,5	4,4	4,8	4,2	4,3	4,7	4,5	5,1	4,4	5,0
Extracto	%	80,4	81,8	81,2	82,1	79,3	79,1	80,7	80,8	79,3	81,2	78,5
At.Límite	%	82,0	82,0	82,0	79,0	75,0	76,0	79,0	80,0	78,0	77,0	81,0
Sacarif.	min	10	10	10	10	10	10	15	10	15	10	15
Prot.Total	%	11,0	10,4	10,6	10,4	10,5	11,4	10,8	11,9	10,9	11,9	10,0
N.Soluble	mg/100g	800	859	815	794	746	868	811	828	845	825	819
I.Kolbach	%	46	51	48	48	44	48	47	43	48	43	51
Friab.	%	82	88	79	81	65	75	69	78	73	67	76
Homog.	%	97	98	96	96	87	94	70	93	93	90	96
Visc.	mPa.s	1,46	1,41	1,50	1,51	1,56	1,46	1,45	1,48	1,48	1,46	1,40
P.Diast.	uWK	343	302	301	327	293	258	298	380	311	283	335
Color	EBC	4,0	7,0	6,5	6,5	4,0	5,5	3,5	4,0	5,0	5,5	4,5
pH	EBC	5,93	5,89	5,91	5,95	5,98	5,99	5,99	5,90	5,98	5,93	5,96
ICM		7,1	7,0	6,7	6,6	3,1	3,8	4,8	6,8	4,5	4,7	4,3

* datos sin corregir

LOCALIDAD: La Estanzuela Época 3*
 Fecha Micromalteo:01/04/03

Ensayos	Unidades	M-6456	NE 1996	Reg 00-2299	Reg 89	Ac 92/5943/4	Cle 202	Cle 207	Clipper	Musa 016	N.Dayman	NCL 94088	Perún	U-5293
Humedad	%	5,2	5,0	5,0	5,5	6,1	5,8	5,5	5,9	5,8	5,1	5,9	5,0	5,3
Extracto	%	79,8	80,2	80,8	79,3	79,8	80,5	79,7	79,7	81,3	80,9	80,4	80,8	79,3
At.Límite	%	78,0	80,0	81,0	80,0	81,0	80,0	76,0	78,0	82,0	82,0	81,0	77,0	83,0
Sacarif.	min	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Prot.Total	%	10,0	10,9	10,4	10,9	10,9	10,3	10,8	11,1	10,7	11,1	10,4	10,4	10,7
N.Soluble	mg/100g	889	881	826	929	805	760	744	839	852	809	820	875	864
I.Kolbach	%	56	50	50	53	46	46	43	47	50	46	50	53	51
Friab.	%	80	81	79	80	87	90	74	78	74	80	78	80	81
Homog.	%	97	97	97	94	98	99	90	95	89	94	95	96	96
Visc.	mPa.s	1,44	1,44	1,46	1,47	1,43	1,46	1,52	1,44	1,45	1,44	1,45	1,46	1,41
P.Diast.	uWK	246	310	343	341	223	349	326	302	291	340	302	260	293
Color	EBC	4,5	5,0	6,0	3,5	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0	3,5	5,5	6,0	5,0
pH	EBC	5,93	5,90	5,90	5,97	6,04	6,05	6,02	6,02	5,90	5,90	5,95	5,91	5,96
ICM		3,6	6,0	6,6	6,0	5,1	7,1	4,7	4,7	6,0	6,9	5,8	4,6	5,4

* datos sin corregir

LOCALIDAD: Agraciada*

Fecha Micromalteo:22/04/03

Ensayos	Unidades	Testigo	NCL 97085	NDL 98224	NDL 98316	NOGS 1749	NOGS 1795	M-6456	NE 1996	Reg 00- 2299	Ac 92/5943/4	Cle 202	Clipper	Musa 016
Humedad	%	4,0	4,1	4,2	4,2	4,1	4,9	4,8	4,8	4,9	5,0	4,4	4,7	5,3
Extracto	%	80,3	81,4	80,5	79,5	81,4	80,5	80,4	79,8	81,9	80,7	80,9	80,8	81,5
At.Límite	%	82,0	79,0	78,0	78,0	75,0	83,0	81,0	83,0	83,0	83,0	81,0	79,0	82,0
Sacarif.	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Prot.Total	%	10,8	10,2	10,8	11,5	9,9	10,3	11,7	11,3	9,8	10,8	10,2	12,0	11,1
N.Soluble	mg/100g	834	786	799	829	841	836	941	847	862	824	838	1004	828
I.Kolbach	%	48	48	46	45	53	51	50	47	55	48	51	52	47
Friab.	%	86	87	89	76	98	67	79	80	90	80	75	79	82
Homog.	%	99	99	99	95	100	95	95	96	99	95	95	95	95
Visc.	mPa.s	1,45	1,45	1,47	1,50	1,42	1,40	1,49	1,49	1,46	1,48	1,43	1,45	1,49
P.Diast.	uWK	379	247	311	261	286	291	258	333	322	252	293	279	281
Color	EBC	4,0	5,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	5,0	3,5	4,0	4,0	3,0
pH	EBC	5,90	5,96	6,01	5,94	5,92	5,94	5,94	5,90	5,90	5,96	5,95	5,89	5,95
ICM		7,6	5,6	6,3	4,2	5,4	4,4	5,8	7,0	7,9	6,0	5,3	5,6	7,0

* datos sin corregir

LOCALIDAD: Agraciada (A)* y Young (Y)*

Fecha Micromalteo:22/04/03

Ensayos	Unidades	A		A		Y		Y		Y	
		N.Dayman	NCL 94088	Perún	U-5293	Ac 92/5943/4	Cle 202	Clipper	Musa 936	N.Daymán	NCL 94088
Humedad	%	4,6	6,1	4,3	5,7	5,5	5,0	5,5	5,0	4,0	4,7
Extracto	%	80,9	79,5	82,3	78,2	78,2	79,1	79,0	79,1	79,3	79,7
At.Límite	%	80,0	84,0	76,0	82,0	85,0	79,0	79,0	81,0	80,0	82,0
Sacarif.	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Prot.Total	%	11,9	11,9	10,9	12,0	11,8	10,2	11,5	11,8	11,8	11,6
N.Soluble	mg/100g	833	815	819	930	933	855	890	874	833	864
I.Kolbach	%	44	43	47	48	49	53	48	46	44	47
Friab.	%	79	82	83	74	86	89	84	73	77	81
Homog.	%	94	96	97	91	98	100	99	94	95	98
Visc.	mPa.s	1,46	1,47	1,47	1,47	1,43	1,44	1,46	1,44	1,47	1,46
P.Diast.	uWK	402	383	301	382	306	372	274	291	411	318
Color	EBC	3,0	3,5	4,5	4,0	5,5	5,5	5,5	5,5	3,0	5,5
pH	EBC	5,93	6,05	6,02	5,97	6,01	5,98	5,98	5,99	5,94	5,95
ICM		6,8	6,9	6,4	5,9	5,7	6,0	5,5	5,1	6,0	6,8

* datos sin corregir

Anexo 3.

Análisis de componentes principales para cultivares y líneas experimentales de 2 y más años de evaluación oficial en las localidades de:

	Agraciada			La Estanzuela época 2		
	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop.de la varianza	0,431531	0,239844	0,135413	0,421989	0,246197	0,184819
EX	-0,368861	-0,056168	0,256389	0,123185	0,385096	0,48682
AL	0,243502	0,133611	-0,565424	0,21316	0,438246	0,024432
FR	-0,257933	-0,117345	0,544027	0,233586	0,479232	-0,21014
PD	0,198609	0,446626	0,066631	0,316966	0,055689	-0,451516
VS	0,298627	-0,227933	0,341657	0,132431	0,02847	0,67117
REND	-0,308984	0,479354	0,040013	0,404824	-0,227933	-0,139607
PROT	0,424533	-0,116848	0,199336	-0,059746	-0,545236	0,158202
RPYS	-0,224644	0,551028	0,088555	0,444533	-0,164987	0,047546
PYS	0,376385	0,288729	0,272258	0,448195	-0,157497	0,092563
TYC	-0,376385	-0,288729	-0,272258	-0,448195	0,157497	-0,092563

	La Estanzuela época 3			Young		
	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop. de la varianza	0,404426	0,201876	0,166406	0,511576	0,200126	0,132932
EX	-0,011099	0,014926	0,653795	0,321448	-0,344223	-0,14593
AL	-0,304624	0,179149	-0,302025	0,044357	-0,353626	0,597625
FR	-0,322808	0,358673	0,065768	-0,255544	-0,200066	0,597575
PD	0,150997	0,375002	0,429609	-0,063777	0,504674	0,277501
VS	0,303284	-0,136454	0,390885	0,395118	-0,256935	-0,182087
REND	0,159426	0,546354	-0,224354	0,4221	0,045437	0,069769
PROT	0,200522	-0,511367	-0,194608	-0,113317	0,511619	-0,073464
RPYS	0,414028	0,343498	-0,167233	0,42143	0,170821	0,04334
PYS	0,474895	0,030008	-0,108346	0,387687	0,226631	0,266596
TYC	-0,474895	-0,030008	0,108346	-0,387687	-0,226631	-0,266596

Análisis de componentes principales para líneas experimentales de primer año de evaluación oficial en las localidades de:

	La Estanzuela época 2			La Estanzuela época 3		
	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop. de la varianza	0,375383	0,30243	0,201561	0,418724	0,318252	0,132586
EX	0,370519	0,355184	0,192574	0,401188	0,250915	0,198102
AL	0,273811	0,300953	0,222067	0,009886	0,487069	0,037456
FR	0,015446	0,488882	0,176467	0,310586	0,169357	-0,544634
PD	-0,256657	0,178377	0,538041	-0,271132	0,202991	0,139893
VS	0,125598	-0,499115	-0,051372	-0,031523	-0,357525	0,631027
REND	0,473903	-0,015655	-0,222649	0,453638	0,032986	0,285083
PROT	-0,46325	-0,096362	-0,025397	-0,465949	-0,063935	0,057703
RPYS	0,484667	-0,131255	-0,056121	0,457565	-0,057437	0,232381
PYS	0,126035	-0,343929	0,518154	0,133641	-0,496799	-0,230606
TYC	-0,126035	0,343929	-0,518154	-0,133641	0,496799	0,230606

	Young		
	COMP 1	COMP 2	COMP 3
Prop. de la varianza	0,413559	0,300099	0,134767
EX	0,251756	0,434403	-0,267254
AL	0,05991	0,509756	0,331123
FR	0,250614	0,32806	-0,453045
PD	0,186877	0,417829	-0,143369
VS	0,16423	-0,336592	-0,160692
REND	0,380971	-0,186543	0,303238
PROT	-0,075202	0,291957	0,663558
RPYS	0,47112	-0,13209	0,137817
PYS	0,466679	-0,096073	0,089585
TYC	-0,466679	0,096073	-0,089585