

Seminario Técnico

Caracterización de cultivares. *Una herramienta para la toma de decisiones en Trigo Y cebada*



Diagramación. Esteban Hoffman

Cereales y cultivos industriales. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni
Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica Oriental del Uruguay

Trabajos referidos al tema

1. Rendimiento en grano y sus componentes de Cebada. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel mundial. Hoffman, E. Ernst, O. Castro, A. **Publicado en:** IV reunión de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada cervecera. Palmar. 1993.
2. Predicción de comportamiento a campo de cultivares de Cebada cervecera en base a la caracterización del crecimiento inicial en invernáculo. Hoffman, E. Siri, G. Ernst, O. **Publicado en:** V Reunión de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Cebada cervecera. Colonia. 1994.
3. Caracterización de cultivares de Cebada Cervecera. 1999 Hoffman, E. Benítez, A. Cadenazzi, M. **Publicado en:** Informe de resultados de Facultad de Agronomía presentado a CYMPAY SA. 2000
4. Caracterización de cultivares de Cebada Cervecera. 2000 Hoffman, E. Benítez, A. Cadenazzi, M. **Publicado en:** Informe presentado a la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. 2001
5. Caracterización de cultivares de Trigo. 1999 Hoffman, E. Cadenazzi, M. **Publicado en:** Informe presentado a Prosedel SRL. 2000
6. Caracterización de cultivares de Trigo 2000. Hoffman, E. Cadenazzi, M. **Publicado en:** Informe presentado a Prosedel SRL. 2001
7. Relevamiento de calidad de Trigo-Zafra 1998 Ernst, O. Bentancur, O. Nin, M. Deluchi, I. Hoffman, E. Suburu, G. **Publicado en:** Primer jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes (1999)
8. Relevamiento de calidad de Trigo-Zafra 1999 Ernst, O. Bentancur, O. Deluchi, I. Suburu, G. Godiño, M. **Publicado en:** Segunda jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes (2000)
9. Relevamiento de calidad de Trigo-Zafra 2000 Ernst, O. Nin, M. Bentancur, O. Cadenazzi, M. Carameso, L. Vazquéz, D. Deluchi, I. Suburu, G. Godiño, M. **Publicado en:** Tercera jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes (2001)

RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES I. BASES FISIOLÓGICAS Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA A NIVEL MUNDIAL

Hoffman.E.,¹ Emst.O.,² Castro,A.¹

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo general del proyecto de investigación en fisiología y manejo del cultivo en Cebada Cervecera, presentado por la Facultad de Agronomía es :

I. Identificar las limitantes fisiológicas y ambientales que deben levantarse a través de manejo y mejoramiento genético, para incrementar el potencial de rendimiento, manteniéndose y/o mejorando su calidad industrial.

II. Proponer un modelo de crecimiento, acumulación de MS y N, que compatibilice el incremento del potencial de producción con el mantenimiento de la calidad.

El objetivo de este trabajo es resumir los principales resultados logrados en tres años, junto al análisis de la evolución del rendimiento a nivel mundial y nacional. Con esto se propone una primera aproximación a los criterios generales a tener en cuenta en manejo y mejoramiento genético, en ambientes de alto potencial productivo.

II) PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROYECTO

Considerando que la cebada ha incrementado su participación relativa en la superficie agrícola, el aporte potencial nitrogenado de los suelos promedio en donde se está sembrando el cultivo, se ha incrementado.

Esto determinó la necesidad de encontrar mecanismos capaces de diluir nitrógeno. La información es coincidente en que estos mecanismos deben basarse en un aumento del número de granos/m² (Baethgen,1990 y1992; Hoffman et al., 1992b y c, Ernst et al., 1992).

Sabemos a ciencia cierta, que la producción de biomasa potencial, no es nuestra principal limitante, siendo el I.C. el responsable de la no concreción de un mayor potencial de rendimiento (Cuadro 1.)

Cuadro 1. Influencia en el rendimiento de la producción de MS. y su partición a nivel experimental.

Tipo de material	Rend.	Biomasa	I.C.
Nacional	5000	12600	0.41
	4050	11800	0.34
	2470	6200	0.46
Extranjero	7200	13860	0.474
	4970	13124	0.38

F: Adaptado de Hoffman et. al. 1992b y Riggs et. al. 1981.

¹ Docentes de la Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales, Facultad de Agronomía, EEMAC,

² Docente de la Cátedra de Fitotecnia. Facultad de Agronomía, EEMAC

Como puede observarse el problema del mantenimiento del I.C. radica en la obtención de altos niveles de partición cuando se logran potenciales de producción superiores a los 12000 Kg. MS/Ha.

Hoffman et al., 1990; Hoffman et al., (1992 b y c) y Ernst et al., 1992 determinaron que las variaciones en la curva de crecimiento, lleva a modificaciones importantes en los niveles de partición (Cuadro 2.)

Cuadro 2. Influencia del momento de producción de MS sobre producción total y partición.

Tasa de Crecimiento Kg/MS/Día			Biomasa Total	I.C
DPE*	0-40	60-87		
Nitrógeno óptimo	25	214	12100	0.41
Nitrógeno exceso	49	16	11900	0.34

*Días post-emergencia F: Hoffman et al., 1992b.

Considerando que nuestra situación climática casi marginal está dada fundamentalmente por el régimen térmico; una curva de crecimiento inicial más lenta, posibilitando altas tasas de producción de M.S. preantesis, aparece como la forma de mantener el I.C., frente a elevados niveles de producción de biomasa.

Este tipo de patrón de crecimiento, posibilita un aumento en el número de granos/m², junto a un alto número de espigas/m², sin reducciones en el rendimiento/espiga (Figura 1).

GRANOS POR ESPIGAS

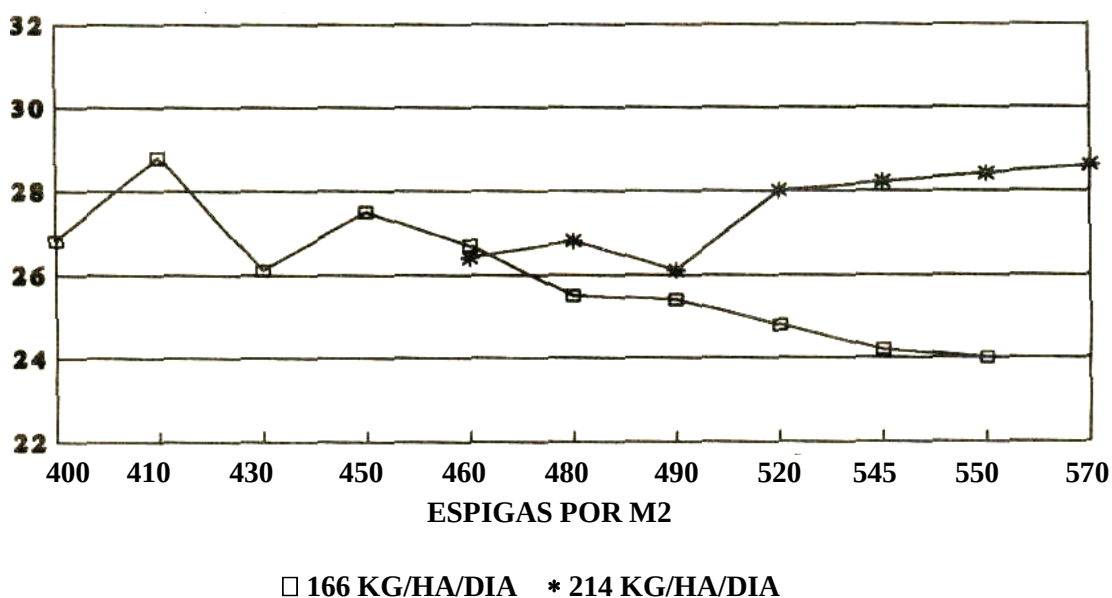


Figura 1. Influencia de la tasa de crecimiento preantesis sobre el número esp/m² y el número de gr/esp.

La base fisiológica para obtener un alto número de espigas.m⁻² radica en un número de macollos no limitantes 40 DPE (1000) y su fertilidad final (Hoffman et al., 1992 b).

Cuadro 3. Relación entre fertilidad, número de macollos y curva de macollaje.

Fertilidad	76	71	62	54	52	30
Macollos/m2	590	600	980	970	1020	1380
DPE * Máx.	61	55	55	48	48	35
DPE * a 85% cobertura	50	47	43	40	38	33
Esp/m2	448	426	608	524	530	414

* Días post-emergencia F: Hoffman et al., 1992 c.

Como se observa en el Cuadro 3, un alto número de espigas.m⁻² es función de la fertilidad, y esta del número máximo de macollos logrados y el momento en el cual se alcanza este.

Hoffman et al., 1992 c, concluyen que el número máximo de macollos determinó el nivel de competencia y el momento de máxima cobertura, el inicio de esta.

Incrementos en los niveles de competencia temprana entre tallos, aumenta la diferencia entre ellos y también disminuye la oportunidad de crecimiento, sobre todo de los más jóvenes.

El mantenimiento del rendimiento por espigas

está directamente asociado al crecimiento 30 días pre-antesis. Siempre que se lograron aumentar las tasas de producción de M.S. en este período, existió un aumento del rendimiento por espiga. Esto depende directamente del crecimiento inicial, a través de un aumento del número de tallos fértiles; como de una estructura mejorada para la utilización de la luz, que determine una reducción de la mortalidad de macollos, (Ernst et al. 1991, Hoffman et al. 1992 a y b).

Cuadro 4. Influencia del patrón de crecimiento en la sincronización entre macollos.

Variedad	Nº Mac. DPE*	Fert. (%)	A.F (cm2/pl) Tres 1as hojas	Sincron. Dif Haun	P.V./Ma T1-T3 Días	40 DPE T3	T1
MN 599	Alto	Baja	20.4	2.2	13	0.85	2.9
Clipper	Medio	Alta	14.7	1.5	10	1.15	2.8

*Días post-emergencia.

F: Hoffman et al., 1992c.

III) EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO A NIVEL MUNDIAL

En el Cuadro 4 se presenta, la influencia del material genético a través de patrones de crecimiento distintos, sobre la sincronización entre macollos. Se observa que aquellos materiales que en condiciones normales de manejo presentan baja fertilidad de macollos, tienen una mayor tasa de crecimiento inicial y una menor sincronización entre tallos.

El nivel de fertilidad está básicamente determinado por el comportamiento del macollo T3 en relación a los de mayor edad. Una mala sincronización sumada a una alta tasa de producción de M.S./Ha., determina un macollo con escasa oportunidad de sobrevivir y/o producir (Hoffman et al., 1990).

Por todo lo anterior, el crecimiento en etapas tempranas del ciclo es clave en el logro de altos índices de partición. El control de la tasa de crecimiento inicial puede hacerse a través de la producción/ há., por manejo o de la producción / planta vía material genético.

El análisis de la evolución del rendimiento de cebadas nivel experimental, es coincidente en diversas zonas del mundo en remarcar el lento progreso genético entre 1880y 1930. La mayoría del incremento de rendimiento de los últimos 100 años, es explicado por el aumento logrado en los últimos 40 años (Williams y Hayes 1977, Riggs et al., 1981, Wych y Rassmuson 1983, Hesselbah, 1985).

En el Cuadro 5 se muestran cuáles fueron los componentes del rendimiento, que explicaban su incremento.

Cuadro 5. Evolución del rendimiento y sus componentes en diferentes períodos.

Período	Grupo de variedades	Rend. (kg.ha⁻¹)	Esp-m⁻²	Rend/esp (g)
1880-1935	Antiguas	4970	550	0.80
1936-1970	Intermedias	5848	742	0.70
1970-1980	Modernas	7200	715	0.79

F: adaptado de Riggs, 1981

En el Cuadro 5 se observa que el aumento del rendimiento del 1er. al 2do. período ocurrió como consecuencia del aumento del número de espigas/ m² y en el último período se recuperó el rendimiento/espiga, capitalizando el aumento del número de espigas, logrado en el

período anterior.

En el Cuadro 6 se muestra que en ninguno de los períodos, el aumento de rendimiento fue el resultado de el incremento en la biomasa total producida.

Cuadro 6. Evolución del rendimiento promedio, biomasa total y su partición.

Grupo	Rend.	Biomasa total	I.C.	Ciclo	Altura.
Viejas	4970	13124	0.383	94	99
Intermedias	5848	12810	0.456	90	74
Modernas	7200	13860	0.474	89	72

F: Adaptado de Riggs, 1981.

Las variedades modernas mantuvieron la producción de biomasa de los materiales viejos, incrementando un 24% la partición de M.S.. Junto a esto se redujo el ciclo a espigazón y la altura, lo que llevó a una reducción importante en los niveles de vuelco. Resultados similares fueron obtenidos por Wych y Rasmusson (1983) en USA y Hesselbach (1985) en Alemania.

Como se analizó anteriormente, la curva de crecimiento juega un papel importante en la definición del índice de cosecha. En esto, la eficiencia biológica de la MS producida 30 días preantesis es determinante directa del rendimiento. Abbate et al., 1990 determinó que la relación entre tasa de crecimiento de cultivo y tasa de incremento de rendimiento/espiga, en este período es máxima.

Kg. MS/HA/DIA

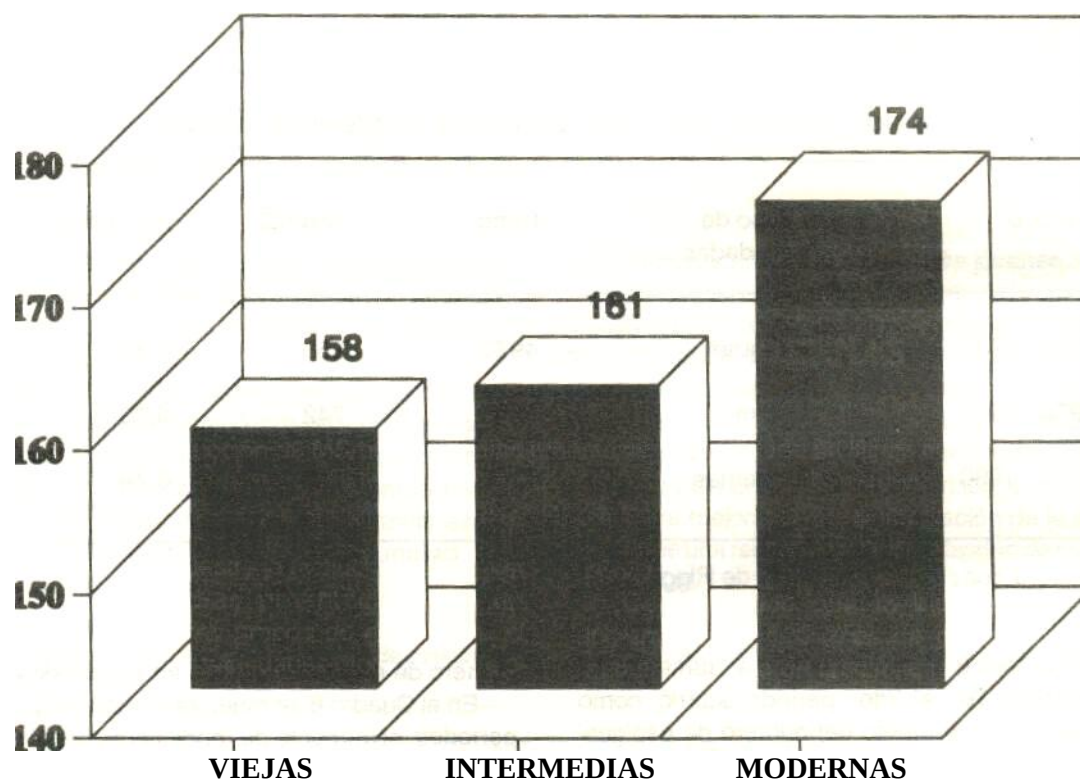
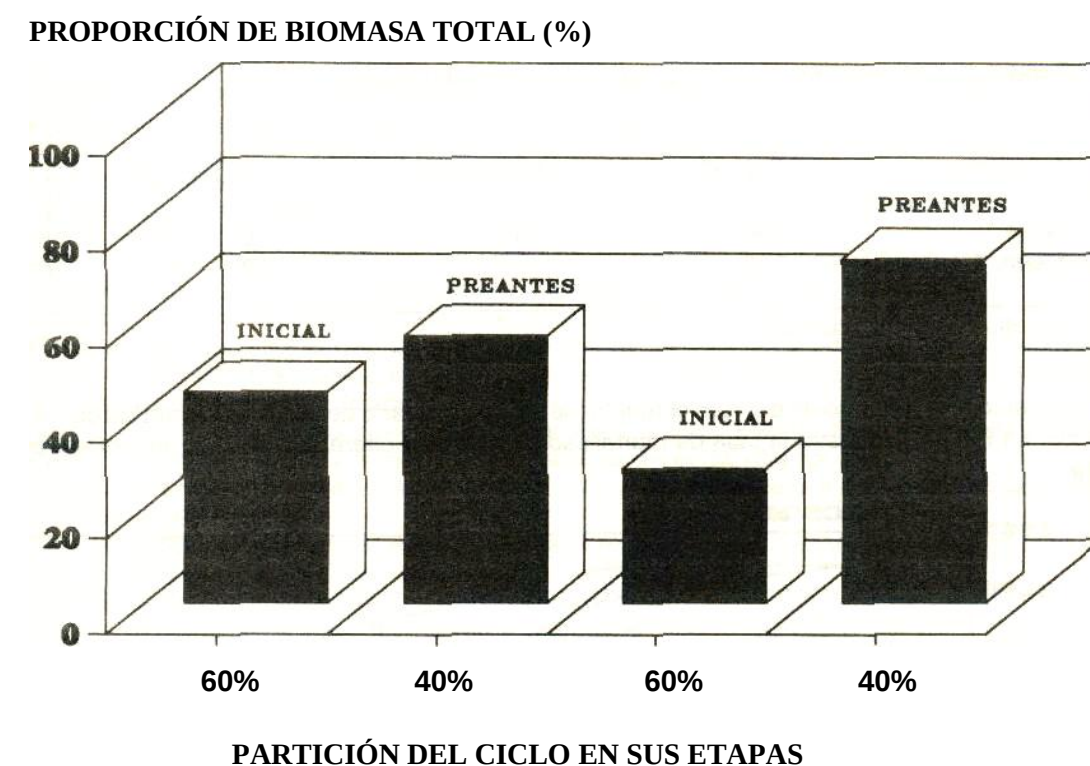


Figura 2. Producción de MS/há/día 30 días preantesis (F: Adaptado de Riggs et al., 1981).

En la Figura 2 se muestra la evolución de la Tasa de crecimiento 30 días pre-antesis, para un representante de los tres grupos de materiales. El aumento de esta, en las variedades modernas, fue el que posibilitó la recuperación del rendimiento/espiga que tenían los materiales

viejos, como resultado de pocas espigas.

Considerando que la biomasa total no se incrementó en 100 años de mejoramiento, y que aumentó la tasa de crecimiento 30 días pre-antesis, debió ocurrir una modificación en toda la curva de crecimiento.



	Var. vieja	Var. moderna	Sig.
Esp/m2	583 b	800 a	***
Grs/esp	20.7a	19.2a	N.S
P 1000g	39.4a	38.0a	N.S

F: Adaptado de Riggs et al., 1981.

Figura 3. Distribución de la MS total durante el ciclo.

Esto se confirma con los resultados presentados en la Figura 3. En las variedades viejas, el 44% de la biomasa se produjo en el 60% del ciclo y en las modernas, este valor se redujo al 28%. En cambio, en el 40% del ciclo restante, en las variedades modernas se produjeron más de 2/3 de la M.S. total.

Este cambio en la proporción de biomasa producida en distintos períodos del ciclo, es más importante en términos absolutos ya que existió un acortamiento medio del mismo de 5 días. Este cambio en la curva de crecimiento permitió

mantener el rendimiento/ espiga frente a un incremento significativo (37%), en el número de ellas. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos a nivel nacional (Hoffman et al., 1990; Hoffman et al., 1992 a y b).

Williams y Hayes (1977) encontraron una relación positiva entre tamaño de espiga y el aporte de fotosintatos pre-espigazón de la 1ra. y 2da. hoja debajo de la hoja bandera. Estas son las hojas que determinan el mayor aporte a la tasa de crecimiento del cultivo pre-antesis.

En la situación de Alemania, donde el número

de espigas.m⁻² permaneció incambiado, permitió un incremento del número de granos / espiga (66%), sin modificar el peso de grano (Hesselbach. 1985).

La fertilidad de macollos es la clave de un alto número de espigas, esta muestra una estrecha relación con la curva de crecimiento

(Hoffman et al., 1992b).

En el Cuadro 7 se muestra la evolución del número de macollos y su fertilidad para grupos de variedades representativas del período en que se produjo el mayor incremento en el número de espigas.m⁻².

Cuadro 7. Evolución del número de macollos.m⁻² y su fertilidad

Variedades	Esp/m2	Macollos.m ⁻²	Fertilidad (%)
Viejas *	550	1195	46
Intermedias *1	742	1197	62

* Spratt.Archer. *1 Triumph.

El incremento en el número de espigas obtenido fue sólo el resultado de una mejor fertilidad de los macollos producidos. La Figura

4 muestra la tasa de mortalidad de macollos diferencial una vez alcanzado el máximo macollaje.

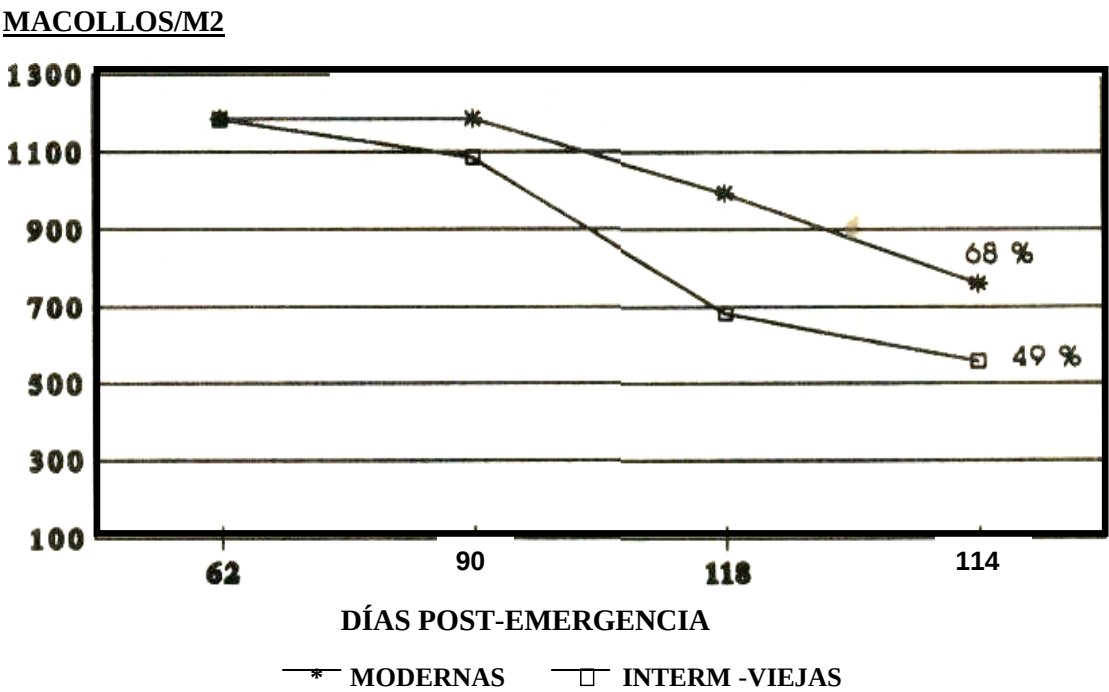


Figura 4. Influencia de la mortalidad de macollos en su fertilidad (F: Adaptado Riggs et al.,1981)

Al igual que los resultados obtenidos a nivel nacional, la curva de macollaje fue determinante de la fertilidad de tallos.

Lawrence (1968) en Australia obtuvo resultados similares, determinando que la diferencia en fertilidad de macollos entre Prior y

Clipper, se explica por la mayor mortalidad de macollos en aquella. Esto fue el resultado de una rápida tasa de crecimiento inicial que determinó similares números de macollos logrados antes en el tiempo.

CONSIDERACIONES FINALES

Tanto la información nacional como la presentada para otros países, es consistente en que los incrementos en los rendimientos, se logran a través de un aumento en la eficiencia de partición de la materia seca producida, la cual guarda estrecha relación con la curva de crecimiento, incrementando la producción de materia seca hacia el final del ciclo manteniendo la biomasa total.

Esto permitió, un incremento significativo del número de espigas sin alterar su rendimiento, debido al aumento en la fertilidad de los macollos.

El aumento en los niveles de fertilidad, resurto de la reducción en la mortalidad de macollos, en variedades cuyo patrón de macollaje, se caracterizo por ser lento en los 1 ros. estadios del ciclo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ABBATE et al, 1986, Desarrollo de la espiga en 3 cultivares de trigo, In 1er, Congreso Nacional de Trigo. AIAMBA. Pergamino. Argentina.
- BAETHGEN, W. 1990, Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. In, Jornadas de cultivos de invierno. E. E. L.A. Colonia, Uruguay.
- ————. 1992. Efecto de diferentes niveles y épocas de aplicación de fertilizante nitrogenado en el rendimiento y calidad industrial de la cebada cervecera. In: II a. Reunión Nacional de Investigadores de cebada cervecera. Colonia. Uruguay.
- ERNST et al., 1992, Análisis comparativo del crecimiento de trigo y cebada y su efecto sobre la determinación del rendimiento. In 11 Reunión de Investigadores de cebada cervecera. Colonia. Uruguay.
- ————. 1992. Efecto del manejo sobre el rendimiento y calidad de grano de cebada. In Investigación en Cebada, 1 Universidad de la República. Facultad de Agronomía, Trabajo presentado a la III Reunión Nacional de Investigación en cebada cervecera. Minas. Uruguay.
- HESSELBACH, J., 1985. Breeding progress with winter barley, Z, Pflanzeng. 94:101-110.
- HOFFMAN, E. et al., 1990. Efecto de la competencia sobre el rendimiento de trigo, In II Congreso Nacional de trigo. AIAMBA, Pergamino. Argentina.
- ————. 1992 a. 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.
- ————. 1992 b. Medicación por manejo de la curva de crecimiento, su Influencia sobre rendimiento, componentes y calidad industrial de cebada cervecera. In: IIIa, Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Minas, junio de 1992 -Pag. 121-133
- ————. 1992o. Respuesta de dos variedades de cebada cervecera al espacio por planta, In: IIIa. Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Minas, junio de 1992 - Pag. 99 -105
- ————. 1992 d. Comportamiento del macollo del coteoptile para dos variedades de cebada cervecera frente a variaciones en la densidad de siembra In: IIIa. Reunión Nacional de Investigadores de Cebada, Minas, Junio de 1992. Pag. 5-9
- LAWRENCE, G.J., 1968, A comparative study of old and new cultivars of wheat and barley. B, Agric. Sci. Tesis, UK. Adelaide.
- RIGGS et al. 1981. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1990. Journal Agric. Soc. (Camb) 97:599-600.
- WYCH y RASMÜSSON. 1983, Genetic improvement in malting barley cultivars since 1900. Crop Science 23 (6); 1037-1040.
- WILLIAMS y HAYES. 1977. The breeding implication of studies on yield and its components in contrasting genotypes of spring barley. Cer. Res. Comm. 5(2):113-118)

POSIBILIDADES DE PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE LOS NUEVOS CULTIVARES EN FUNCION DE LA CARACTERIZACION DE SU CRECIMIENTO INICIAL EN CONDICIONES DE INVERNACULO.

Hoffman, E.; Siri, G.; Ernst, O.

I.- INTRODUCCION.

La respuesta diferencial de los cultivares al manejo está asociado a su patrón de crecimiento. La velocidad de macollaje, sincronización de los tallos, área foliar de las tres primeras hojas y peso de cada tallo, permitió definir cuatro grupos de crecimiento inicial para los materiales utilizados en producción en el Uruguay (Hoffman *et al*, 1993)

Los trabajos anteriores muestran la estrecha relación entre estas variables y el comportamiento posterior. Esto explica la interacción genotipo por manejo. (Castro *et al*, 1993; Hoffman *et al* 1993a, Hoffman *et al*,1993b)

La aparición de nuevos cultivares determina la necesidad de conocer su manejo. La posibilidad de simplificar el trabajo necesario para generar esa información depende de la capacidad de predecir su comportamiento a través de sus características de crecimiento iniciales.

Objetivos.

- 1.- Caracterizar el crecimiento inicial de tres nuevas cultivares de Cebada.
- 2.- Conocer la posibilidad de predecir su comportamiento en el campo en función del estudio de sus características de crecimiento inicial en invernáculo.

II.- MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó durante el invierno de 1993 en el capo experimental de la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú.

Las cuatro variedades en estudio, (DEFRA, AFRODITA, CLI 3 y CLIPPER) se sembraron el 22 de Julio, en condiciones de invernáculo. La fertilización fue de 40 UP y 40 UN a la siembra.

En invernáculo la siembra de las cuatro variedades se efectuó en tarrinas de 60 * 40 cm y 20 cm de profundidad en tres repeticiones.

Universidad de la República. Uruguay .

Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

- Area foliar por hoja a tres hojas
- Haun en 10 plantas marcadas, nacidas el mismo día, hasta 37 días post emergencia.
- Peso por planta y por macollaje a 37 días post emergencia
- Evolución del macollaje cada tres días a todas las tarrinas.
- Plantas por tarrina y % T0 (Macollo del coleoptile).

La siembra en el campo se realizó el 25/7/93 en parcelas al azar de 1m * 6m, en tres repeticiones.

Se realizaron las siguientes mediciones:

- Pl/m²
- Macollos / m² cada 2 semanas
- Componentes de rendimiento a cosecha.

III.- RESULTADOS

1.- Caracterización del crecimiento inicial en invernáculo.

En la figura 1 se presenta la curva de macollaje en condiciones de invernáculo usando a Clipper como testigo (Grupo 2). (Hoffman et al, 1993).

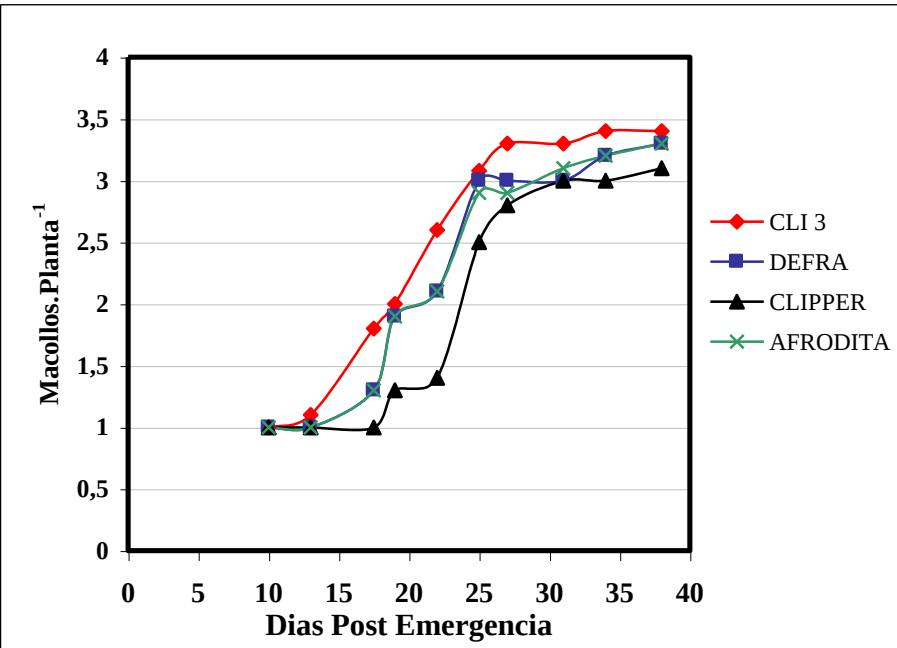


Figura 1: Evolución de macollaje por planta para DEFRA, AFRODITA, CLI 3 y CLIPPER en invernáculo.

El testigo se mantiene como el de más lenta tasa de macollaje. DEFRA y AFRODITA presentan una ubicación intermedia entre el testigo y CLI 3. Esto se debió a que este último cultivar comenzó el macollaje 5 días antes que CLIPPER y tres días antes que DEFRA y AFRODITA. (figura 2).

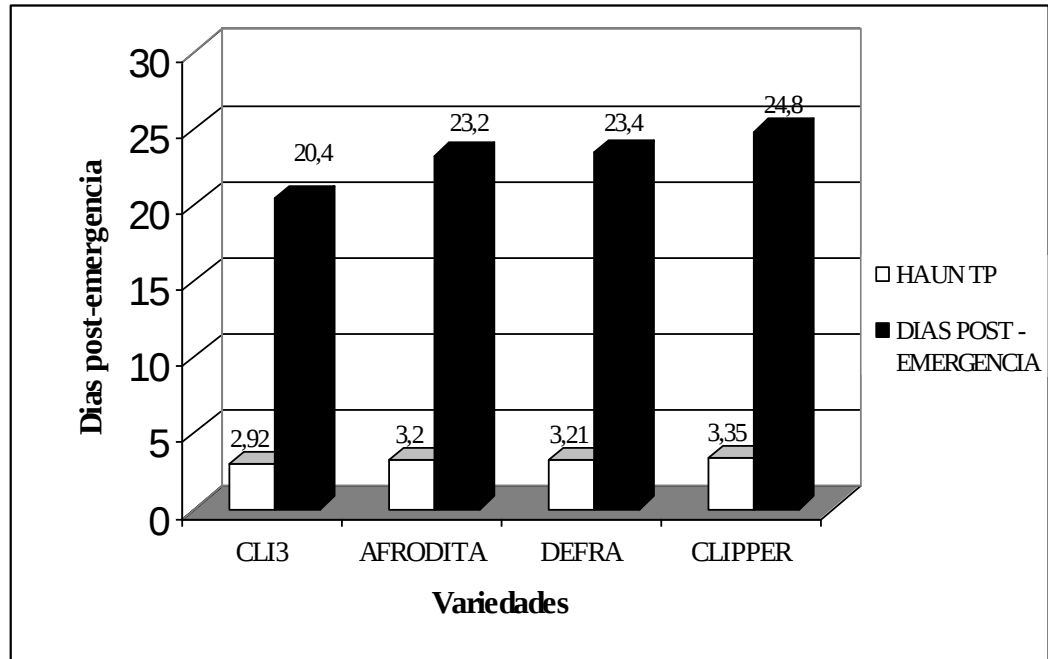


Figura 2: Días post emergencia y Haun del tallo principal al inicio del macollaje, para los cuatro cultivares.

Parte de la mayor velocidad de macollaje de CLI 3, se debe a la presencia del macollo del coleoptile (T0). (figura 3). Para este cultivar el porcentaje de T0 puede considerarse poco importante, coincidiendo con los valores encontrados para los materiales de crecimiento lento dentro del grupo 3. (por ejemplo Estanzuela Acacia) (Hoffman el al, 1993).

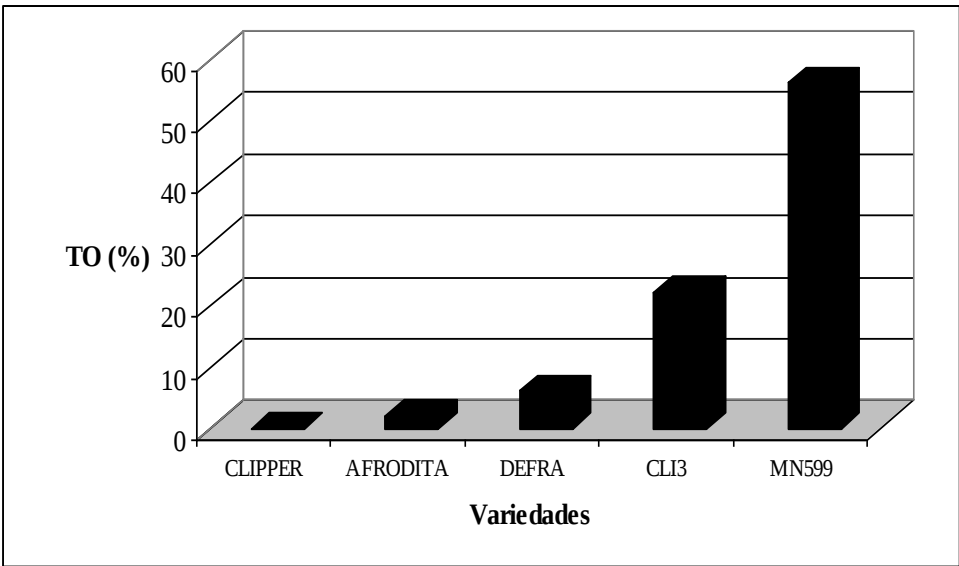


Figura 3: Presencia del macollo del coleoptile (T0) de los tres nuevos materiales en relación a los dos testigos (CLIPPER y MN599).

En el caso de AFRODITA y DEFRA, el comienzo del macollaje anterior al testigo, se debió a la emisión del primer macollo en un estadio fenológico más joven.

A la información anterior se le suma el tamaño de planta medida como el área foliar a tres hojas completamente desarrolladas. Esta fue menor para los tres nuevos cultivares en relación al testigo (figura 4).

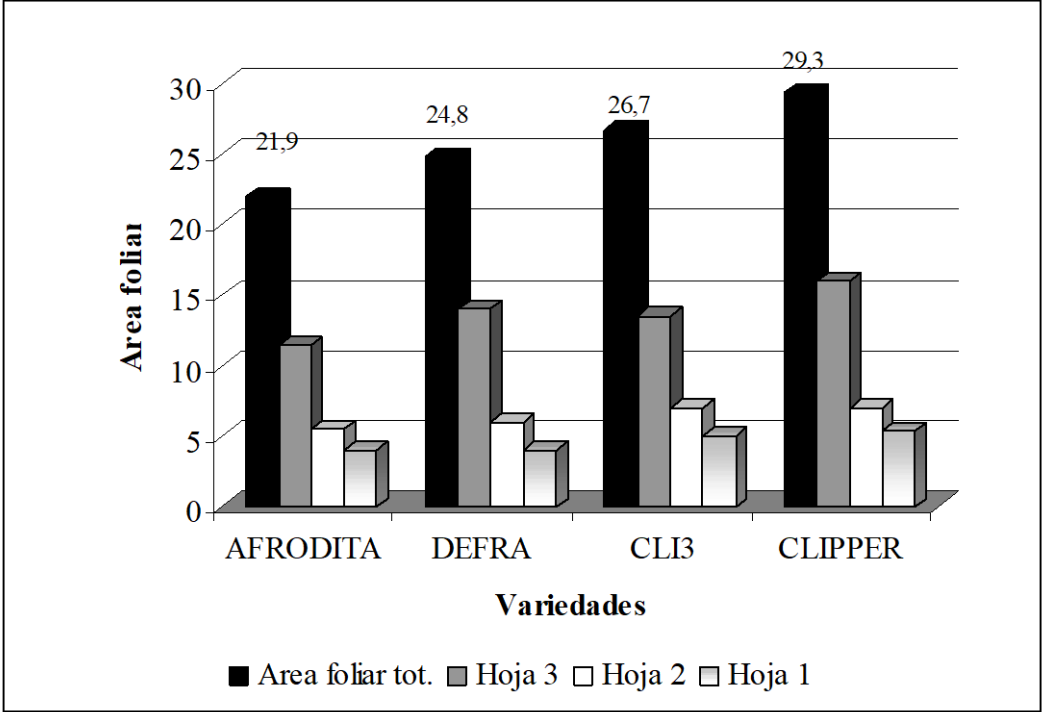


Figura 4: Area Foliar para las tres variedades en estudio y CLIPPER a Z 2.0 (3 hojas).

A diferencia del comportamiento de los materiales del grupo 4 (crecimiento rápido), la mayor velocidad de macollaje en CLI 3 no estuvo asociado con una mayor área foliar.

En el cuadro 1 se resumen los resultados de crecimiento hasta los 37 días post emergencia para cada cultivar.

Cuadro 1. Peso Verde por planta, macollos y sincronización del macollaje a los 37 días pos-emergencia.

Tallo	AFRODITA	DEFRA	CLI3	CLIPPER
<i>Tp</i>	2.87	2.74	2.70	2.56
<i>T1</i>	0.96	0.93	0.87	0.69
<i>T2</i>	0.68	0.66	0.62	0.65
<i>T3</i>	-	-	-	-
<i>T0</i>	-	-	0.33	-
Planta (g)	4.60	4.35	4.93	3.90
Diferencias (días) <i>Tp</i> – <i>T2</i>	27.9	29.00	31.40	29.10

Como puede verse en este cuadro el peso de planta a los 37 DPE fue mayor en los tres nuevos cultivares. Esto es el resultado de un mejor peso de los macollos principales.

Comparando la sincronización entre los diferentes macollos con el testigo, AFRODITA Y DEFRA muestran menor diferencia de edad y peso entre el tallo principal y el último macollo primario.

En el caso de CLI 3, si bien el mayor peso de planta coincide con las variables que definieron su forma de crecimiento anterior a los 37 DPE, presenta menor sincronización que el testigo.

El modelo propuesto para maximizar los potenciales de producción en nuestras condiciones supone un lento crecimiento inicial, como forma de obtener un tipo de planta cuya arquitectura determine mejoras en la sincronización entre tallos. Esta situación esta representada por CLIPPER. (Hoffman *et al*, 1993).

En este sentido, de los tres cultivares, AFRODITA representa un avance, ya que conjuga un tamaño de planta inicial menor, un macollaje más temprano y mejor sincronización entre macollos. Esto determina tallos más pesados, parejos, y mayor producción de materia seca a los 37 días de vida.

En función de la importancia que tiene la relación de edad y peso del último macollo (*T2*), con el resto de la planta, DEFRA no presenta una clara diferencia con CLIPPER.

Para el caso de CLI 3, si bien su ciclo más corto determina que a los 37 DPE haya transcurrido una proporción mayor del ciclo a floración, su menor tamaño inicial de planta y macollaje más temprano, no está acompañada de una mejor sincronización que el testigo.

En el cuadro 2, se infiere el comportamiento de estos tres cultivares en situaciones de alto nivel de competencia entre tallos, en relación al testigo.

Cuadro 2. Comportamiento esperado en relación al testigo Clipper.

	AFRODITA	DEFRA	CLI3
Tamaño de planta (tres hojas)	Menor	Menor	Menor
Tamaño de planta (40 DPE)	Mayor	Mayor	Mayor
Inicio Macollaje	Anterior	Anterior	Anterior
Inicio Macollaje sin el efecto de T0	-	Igual	Igual
Sincronización del macollaje	Mejor	Igual	Peor
Fertilidad esperada en situaciones de alta competencia	Mayor	Igual	Menor

2.- Comportamiento a nivel de campo.

La figura 5 muestra la evolución del macollaje en situaciones de campo iguales o mayores a 250 plantas por metro cuadrado.

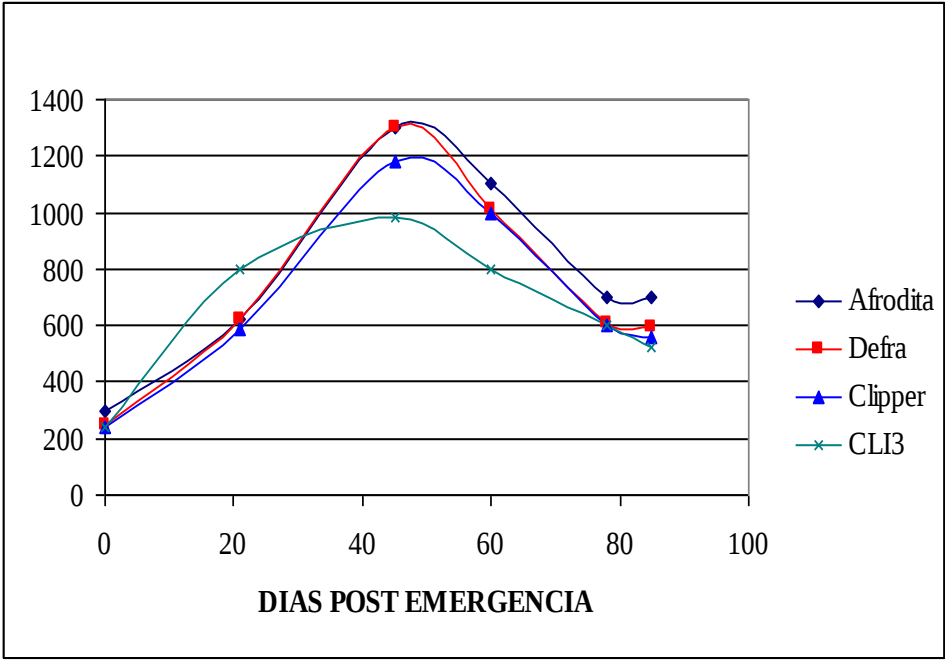


Figura 5. Evolución del macollaje a espigazón de los materiales en estudio y el testigo en condiciones de campo.

Las curvas de macollaje coincidieron con lo esperado en función de los resultados en el invernáculo. El inicio del macollaje más temprano se refleja en un mayor número de macollos a los 20 días para los tres nuevos materiales.

La curva más acelerada de CLI 3 respondería a la presencia del macollo del coleoptile (T0). En la etapa de mortalidad de macollos, en la cual se define la fertilidad final, frente a un situación de alto número de macollos por metro cuadrado, AFRODITA fue la que presentó la menor tasa de mortalidad. En CLI 3 el número óptimo de macollos alcanzados determina una tasa de mortalidad más baja.

El cuadro 3, se muestra la fertilidad obtenida y los componentes que la determinan.

Cuadro 3. Fertilidad de macollos y componentes que la determinan.

	Macollos.m ⁻² máximo	Espigas.m ⁻² Cosecha	Fertilidad (%) Obtenida
Afroditá	1267	697	55
Defra	1280	597	47
Clipper	1140	560	49
CLI3	950	520	55

En el caso de AFRODITA y DEFRA la fertilidad obtenida coincide con lo esperado en función de su crecimiento inicial (AFRODITA > CLIPPER y DEFRA = CLIPPER).

La falta de coincidencia en CLI 3, se debe a que el contraste no se dio al más alto número de macollos por metro cuadrado. Esto podría ser el resultado de un período de macollaje más corto.

En el cuadro 4 se presenta la fertilidad esperada según la información generada para las curvas de crecimiento lento y rápido y el número de macollos por metro cuadrado máximo.

Cuadro 4. Fertilidad obtenida en relación a la fertilidad esperada, según la curva de crecimiento de cada cultivar.

	FERTILIDAD ESPERADA		FERTILIDAD OBTENIDA
	C.C rápida	C.C Lenta	
AFRODITA	30	45	55
DEFRA	45	47	47
CLIPPER	50	49	49
CLI 3	55	55	55

Como se puede observar los tres cultivares en estudio y el testigo se enmarcaron dentro del grupo de crecimiento lento, DEFRA, CLIPPER y CLI 3 mostraron un alto grado de coincidencia entre

Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC. Facultad de Agronomía
la fertilidad obtenida y la esperada.

Las mejoras características cuantificadas en AFRODITA, permitieron capitalizar frente a un elevado número de macollos por metro cuadrado, una fertilidad superior a la esperada en función del tipo de crecimiento y número de macollos.

Este material representa un aporte más hacia el logro de cultivares dentro del patrón de crecimiento propuesto.

Sus ventajas en tamaño de planta, velocidad de macollaje y sincronización se traducen en la posibilidad de concretar un mayor número de espigas por metro cuadrado.

IV.- CONCLUSIONES

1.- Los tres cultivares nuevos presentan en el invernáculo mayor velocidad de macollaje y peso de planta 37 DPE además de mostrar una planta con menor área foliar a las tres hojas. Esto determinó mejor sincronización de macollaje para AFRODITA, DEFRA no mostró diferencias con el testigo y CLI 3 presentó la menor sincronización aunque manteniéndose dentro del grupo de las de crecimiento lento.

2.- El comportamiento esperable en el campo coincide con lo diagnosticado a nivel de invernáculo, destacándose las ventajas adicionales introducidas por AFRODITA.

V.- BIBLIOGRAFIA

Hoffman, Ernst, Castro.(a)(1993). EVOLUCION DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES. I BASES FISIOLOGICAS Y SU EVOLUCION HISTORICA A NIVEL MUNDIAL. in Cuarta Jornada Nacional de Investigadores en Cebada Cervecera.

Castro, Hoffman, Ernst. (1993). EVOLUCION DEL RENDIMIENTO EN GRANO Y SUS COMPONENTES. II SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS. in Cuarta Jornada Nacional de Investigadores en Cebada Cervecera.

Hoffman et al,(b) (1993). ANALISIS Y CARACTERIZACION DE PATRONES DE CRECIMIENTO INICIAL EN 11 VARIEDADES DE CEBADA CERVECERA.

HAUN J. R. (1973). VISUAL QUANTIFICATION OF WHEAT DEVELOPMENT. Agron. J. (116-119).

**CARACTERIZACION DE NUEVOS
CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA**

**Norteña Daymán, Diamalta,
NE 111, NE 5993-13 y NCL 94088**

**INFORME PRESENTADO A
CYMPAY S.A.**

**FACULTAD DE AGRONOMIA
EEMAC
Paysandú, Junio 2000**

CARACTERIZACIÓN DE CRECIMIENTO INICIAL DE NUEVOS MATERIALES DE CEBADA CERVECERA. Año 1999

Norteña Daymán, Diamalta, NE 111, NE 5993-13 y NCL 94088

Esteban Hoffman,
Andrea Benítez

I) INTRODUCCION

La forma en como los diferentes cultivares de cebada cervecera, responden a diferentes medidas de manejo, se correlaciona bien con lo que es su patrón de crecimiento.

Hoffman et. al., (1993) agruparon en 4 grupos a los materiales de cebada usados a nivel productivo en nuestro país, según características de crecimiento inicial como ser: área foliar a tres hojas, momento de comienzo de macollaje, presencia del macollo del coleoptile (T0), sincronización y peso de macollos, y velocidad de macollaje. Trabajos anteriores muestran que existe una estrecha relación entre estas variables y el comportamiento posterior (Ernst-Hoffman, 1994).

El comienzo de macollaje y el tamaño de planta a 3 hojas, son determinantes de las tasas de crecimiento diferencial entre variedades. Las diferencias en estas variables, determinan la estructura de la comunidad al momento en que se establecen las máximas diferencias de crecimiento entre tallos, y por lo tanto, su sobrevivencia y productividad final. La sincronización del macollaje (medido como la diferencia en días entre el tallo principal y la aparición del segundo macollo), es una medida indirecta de la homogeneidad de la comunidad de tallos a fin de macollaje.

La presencia del T0 se asocia al comienzo del macollaje. Hoffman et al., (1993), determinaron una relación lineal inversa entre la presencia del T0 y los días a inicio de macollaje. Las variedades con alta frecuencia de aparición del T0 comenzaron el macollaje antes de completar la 3ª hoja. La aparición de este macollo, aumenta los niveles de competencia intragenotípica temprana, afectando la capacidad productiva de los macollos primarios.

Hoffman et al, (1993), agruparon a las variedades en cuatro grupos diferentes en cuanto a las características de crecimiento inicial. El grupo 1 (FNC 6-1) se caracteriza por un inicio de macollaje tardío (asociado a la baja frecuencia de aparición del T0) y un número final de macollos bajo. A pesar de que presenta las plantas chicas, es el que muestra mayor desincronización en la aparición de macollos y menor peso verde por macollo. El grupo 2 (Clipper, Defra, Stirling, Cangüé, Carumbé,) de crecimiento inicial lento, tamaño de planta y sincronización de macollos medias, se diferencia del Grupo 3 (Quebracho, Afrodita, Perún,) quines logran un número de macollos finales mayor y de mayor peso. El grupo 4 (MN 599, Bowman), presenta la mayor velocidad de macollaje inicial, dada por la alta frecuencia de aparición del T0, determinado un inicio de macollaje más temprano. Es el grupo que presenta mayor área foliar a inicio de macollaje, aunque es el que concreta los

menores pesos finales de macollos y las mayores diferencias entre ellos (Hoffman et al 1998).

Dada la aparición de nuevos materiales y la necesidad de ajustar su manejo, conocer el patrón de crecimiento podría aportar la información necesaria para predecir su posterior comportamiento en condiciones productivas y por lo tanto realizar las recomendaciones de ajuste tecnológico particulares.

En el año 1997, Hoffman–Benítez caracterizaron tres materiales nuevos de la empresa CYMPAY S.A. (Perú, Carumbé y Cangüé). De acuerdo a las características de crecimiento mencionadas y a su comportamiento a campo a diferentes poblaciones, fueron ubicados en los grupos definidos por Hoffman et.al. (1993). En el año 1998, se realizó el primer año de caracterización de Daymán, Diamalta y NE 111. Norteña Daymán no ofrece limitantes de macollaje, presenta una planta chica, macolla temprano con una sincronización media, por lo que mantiene buena fertilidad, pero pierde tamaño de espiga a altas densidades. Diamalta muestra buen macollaje, planta grande, comienza a macollar tarde y de forma desincronizada. Esto determina la pérdida de fertilidad de los tallos. Además no concreta rendimiento por bajo peso de granos. NE 111, mostró elevada capacidad de macollaje, porque al igual que Bowman comienza a macollar temprano, tiene planta grande y buena sincronización. También como Bowman pierde fertilidad a altas poblaciones.

Los objetivos de este trabajo son:

- 1- Completar el segundo año de la caracterización de crecimiento inicial de los 3 cultivares de cebada cervecera evaluados en el año 1998 (Daymán, Diamalta y NE 111) y caracterizar 2 cultivares nuevos (NCL 94088 y NE 5993-13).
- 2- De acuerdo a su ubicación dentro de los grupos de crecimiento definidos, tratar de lograr una aproximación al mejor manejo de la población para cada uno de ellos.

II) MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se instaló en el invierno de 1999 en la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú. Los materiales evaluados fueron 5 cultivares del Programa de Mejoramiento de la empresa Norteña, 3 de los cuales fueron evaluados el año anterior (Daymán, Diamalta y NE 111). Los otros 2 son cultivares nuevos, ellos son NCL 94088 y NE 5993-13. Los testigos usados son E. Quebracho, Bowman y FNC 6-1, representando tres grupos de crecimiento diferentes.

El trabajo de caracterización se aborda de la siguiente forma:

a) caracterización a campo:

El modelo usado fue un factorial completo de cultivares por población, en bloques al azar con 4 repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 8 m de largo y 1.2 m de ancho. Los cultivares utilizados son detallados anteriormente y las poblaciones usadas son: 100, 200, 300 y 400 plantas.m⁻². La siembra se realizó el 4 de agosto, con una sembradora experimental Wintersteiger. En cada parcela se marcaron 2 metros lineales, en los cuales se realizaron las siguientes determinaciones:

- Número de plantas logradas
- Evolución de macollaje
- Número de espigas y granos / espigas final a cosecha.

La cosecha se realizó a fines de noviembre; luego de realizada la trilla se determinó el rendimiento de la parcela, el peso de 1000 granos, % de 1ª + 2ª y se realizaron análisis de proteína en el grano.

b) caracterización en invernáculo:

Se sembraron los materiales en tarrinas de 40x 60x 20 cm de profundidad, determinándose:

- área foliar a 3 hojas (en las 10 plantas marcadas nacidas el mismo día).
- Haun en las plantas marcadas (hasta 30 días post-emergencia).
- Peso fresco por planta y por tallo a 30 días post-emergencia de las plantas marcadas.
- Evolución de macollaje cada tres días a todas las plantas.
- Plantas por tarrina y presencia de T0 (macollo del coleoptile).

III) RESULTADOS

A) Caracterización del ambiente de producción

En el cuadro 1 se presenta el rendimiento potencial promedio del ensayo y los principales componentes del mismo. Se destaca el bajo rendimiento potencial explicado básicamente por un reducido número de espigas (muy por debajo del óptimo) y un también reducido tamaño de las mismas. Si bien se lograron las poblaciones objetivo, posteriormente se vio afectado el macollaje, no lográndose un número de macollos mínimo, aún a las poblaciones de 300 plantas.m⁻². El peso de los granos, así como la clasificación fueron aceptables.

Cuadro 1- Rendimiento potencial promedio y componentes

Rendim.	Gr./m2	Pl./m2	Mac. máx.	% fert.	Esp./m2	Gr. esp.	PMG	% 1ª + 2ª
2882	5530	211	686	60	407	11	44	89

Dado el exceso de precipitaciones registrado en los meses junio y julio (figura 2), la siembra se realizó tarde (primeros días de agosto). Esto sumado a las altas temperaturas registradas en los meses de agosto y setiembre determinaron un bajo macollaje. En la figura 1 se presentan las temperaturas medias registradas a partir de emergencia para los años 1997, 1998 y 1999. Se observa claramente que el año 1999 fue un año caliente en comparación con el año 1998. En el cuadro 2 se presenta en forma más detallada el régimen térmico desde emergencia hasta Z 3.0.

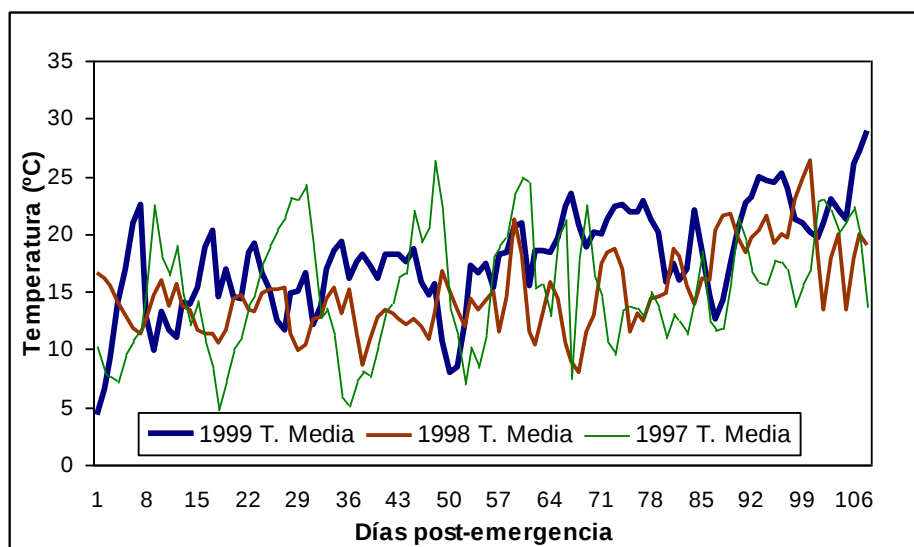


Figura 2- Temperatura media a partir de emergencia para los años 1997, 1998 y 1999.

Cuadro 2- Régimen térmico desde emergencia a Z 3.0 del año 1999, en contraste a los dos años anteriores.

	Temp. Prom.	Días con +de 20°C	Días con + de 28°C
1997	15	30	10
1998	13	15	0
1999	15.4	33	3

Al problema de altas temperaturas, se suma el déficit hídrico que sufrieron los cultivos a partir del mes de agosto. Como se observa en la figura 2, que las precipitaciones mensuales a partir de agosto fueron significativamente inferiores a la media histórica para Paysandú.

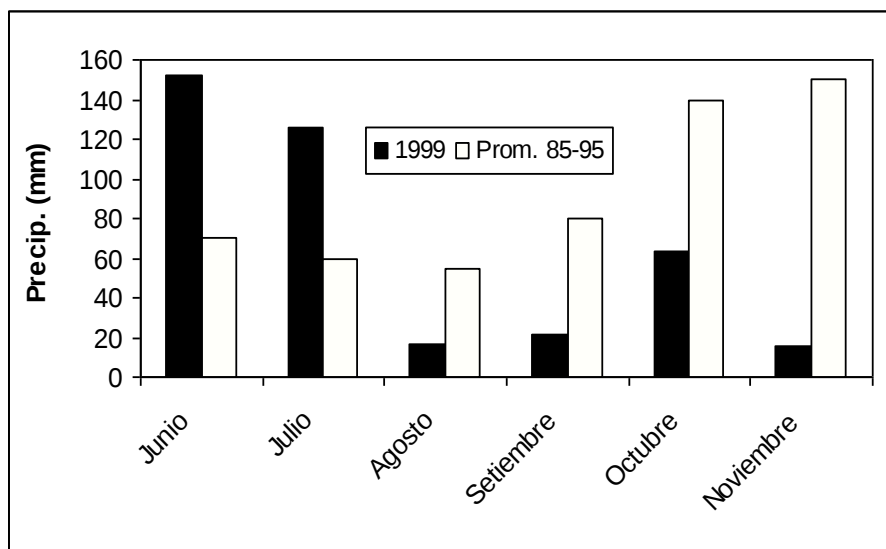


Figura 2- Precipitaciones mensuales para el período junio-noviembre para el año 1999 y el promedio histórico 1985-1995 para Paysandú.

En las siguientes gráficas se presentan la respuesta en rendimiento y componentes a la población.

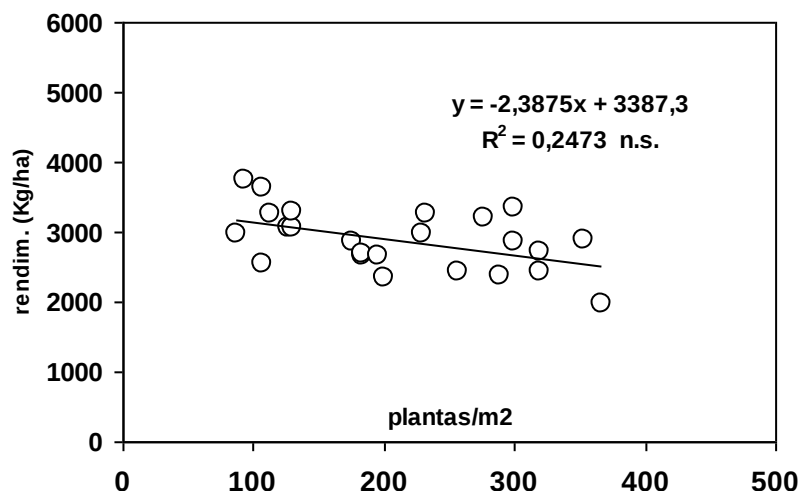


Figura 3- Rendimiento en función de población para el conjunto de cultivares evaluados.

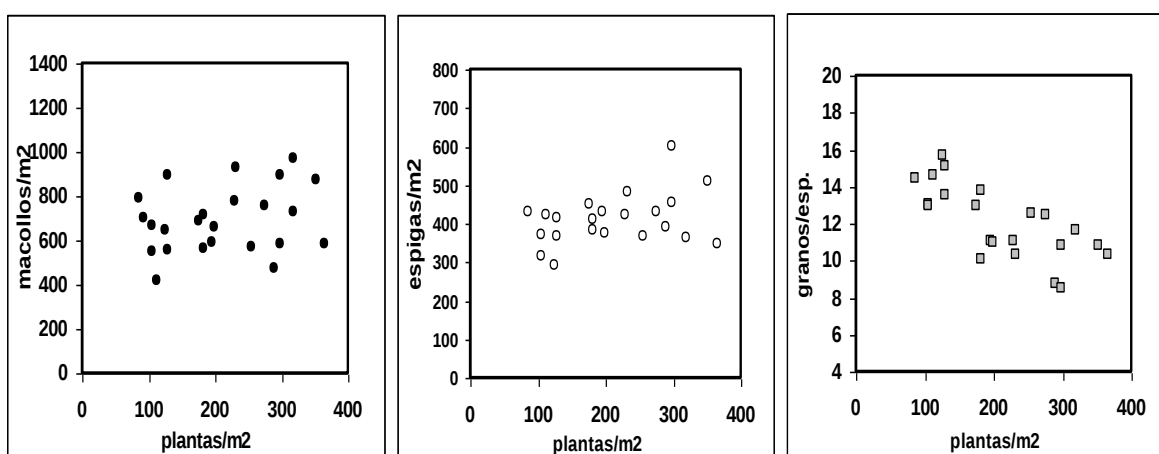


Figura 4- Macollos.m⁻², espigas.m⁻² y granos.espiga⁻¹ en función de población para el conjunto de cultivares evaluados.

En cuanto a los rendimientos, estos fueron más bajos que los observados en el año anterior, no detectándose más que una leve tendencia a rendimientos más altos cuando las poblaciones son más bajas. Es importante destacar que a pesar de la época de siembra y el régimen térmico registrado, no se observa respuesta a incrementar la densidad de siembra. El macollaje, como ya se mencionó fue limitante, determinando un bajo número de espigas, a pesar de que la fertilidad de macollos no se vio afectada en las altas poblaciones, dado el bajo macollaje antes comentado. En este caso la limitante principal fue el agua. El tamaño de las espigas, para estas condiciones se vio significativamente afectado a medida que aumenta la población. Este comportamiento se ha dado siempre, independientemente del

año, aunque en este año en particular, partiendo de niveles muy bajos (entre 16 y 10 granos por espiga).

B) Caracterización de crecimiento inicial en condiciones controladas

En el cuadro 3 se presenta el comportamiento promedio de todas las variedades en estudio, en condiciones de invernáculo, para los 3 años de caracterización. También en estas condiciones se repite lo observado en el año 1997, para todas las variables medidas.

Se logra un número final de macollos por planta muy bajo, explicado por el retraso en el comienzo de macollaje, tanto en días como en estado fenológico del tallo principal.

Cuadro 3- Resultado promedio en condiciones de invernáculo para los últimos tres años

	Mac./pl.	A. Foliar	Sincroniz.	Comienzo de macollaje	
				Días post-em.	Haun del Tp
1997	1.9	25.6	26	26	5
1998	4.8	28.6	22	18	3.5
1999	2.1	20.9	25	26	4.2

La mayor temperatura no solo reduce el número de macollos.planta⁻¹, sino que se incrementa el grado de desincronización entre los tallos de cada planta.

En la figura 7 se presenta las diferencias en macollaje para las variedades NE 111, Diamalta y Daymán (NE 223), en los dos años de caracterización.

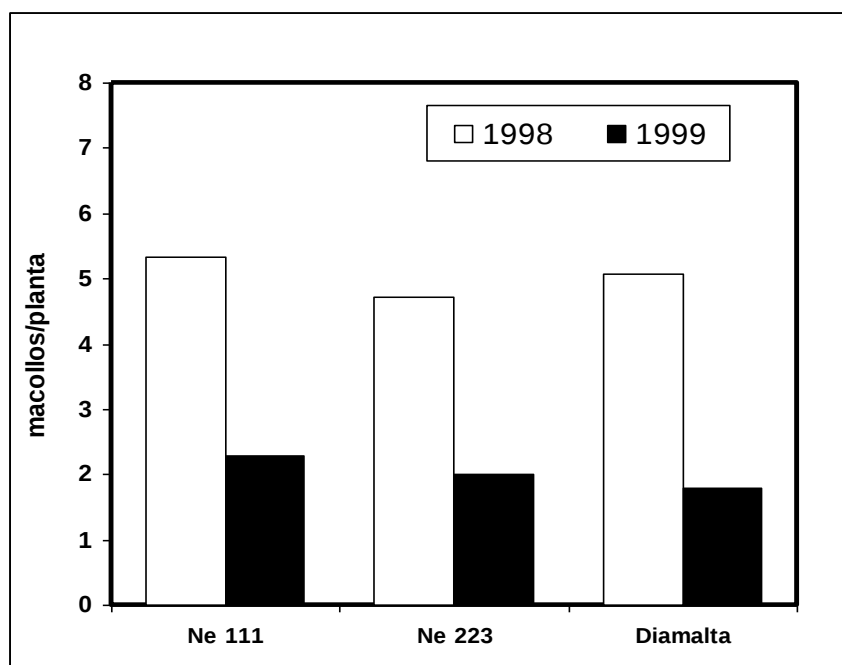


Figura 5- Macollaje en invernáculo para los años 1998 y 1999, para los tres cultivares con dos años de caracterización. (NE 223 = Norteña Damián).

En las siguientes figuras se presenta el comportamiento por variedad, para el año 1999 en comparación con el año anterior, en cuanto a tamaño de planta, capacidad de macollaje relativo y sincronización del macollaje.

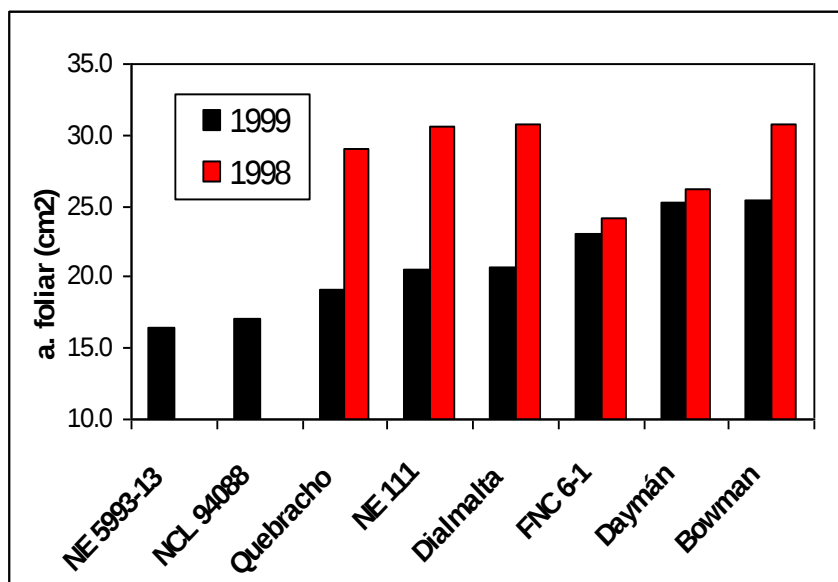


Figura 6- Area foliar a 3 hojas para todos los cultivares, para los años 1998 y 1999

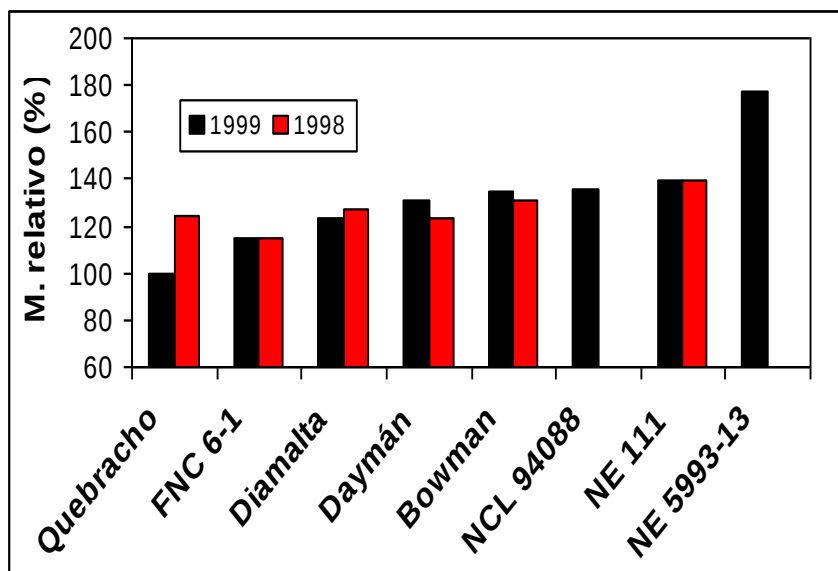


Figura 7- Capacidad de macollaje relativo de todos los cultivares evaluados de segundo y primer año.

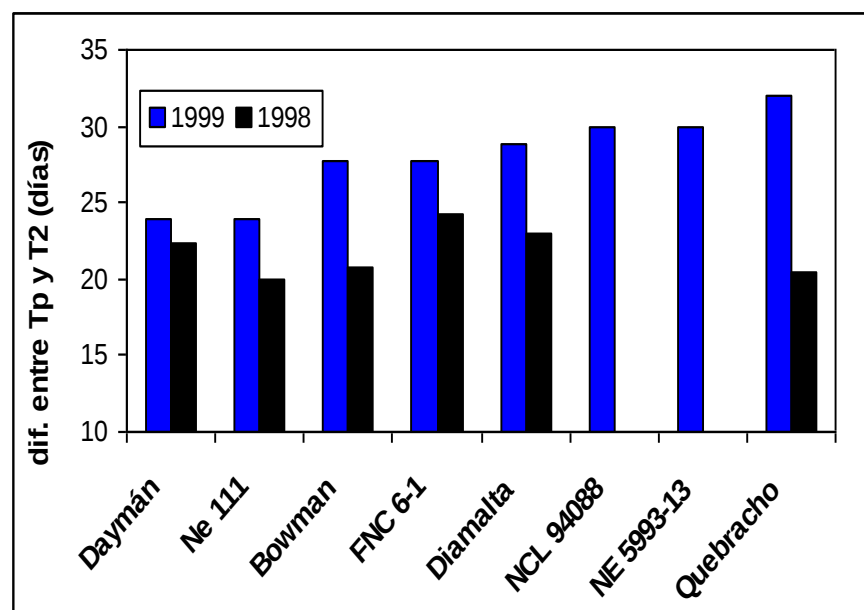


Figura 8- Sincronización de macollaje (diferencia en días entre la emergencia del Tp y el T2) para todos los cultivares evaluados

En el siguiente cuadro se presenta más detalladamente en conjunto, el comportamiento de cada una de las variedades en condiciones de invernáculo, para los años 1998 y 1999.

Cuadro 4- Comportamiento en invernáculo para todas las variedades (años 1998 y 1999).

						Comienzo de macollaje	
TESTIGOS		Mac./pl.	Mac. Relativo	A. Foliar	Sincroniz.	Días post-em.	Haun del Tp
1998	Quebracho	4.75	124	29	20.4	18.5	3.7
	FNC 6-1	4.4	115	24.1	24.3	18.9	3.6
	Bowman	5.03	131	29.6	20.7	16.6	3.4
1999	Quebracho	1.5	100	19.1	32	29	4.2
	FNC 6-1	1.8	115	23	27.8	26.6	4.5
	Bowman	2.2	135	25.4	27.7	24.7	4.1
						Comienzo de macollaje	
VAR. + 1 AÑO		Mac./pl.	Mac. Relativo	A. Foliar	Sincroniz.	Días post-em.	Haun del Tp
1998	Ne 111	5.33	139	30.6	20	17	3.5
	Daymán	4.73	123	26.3	22.3	17.4	3.3
	Diamalta	5.07	127	30.7	23	19.2	3.6
1999	Ne 111	2.3	139	20.5	24	21	3.9
	Daymán	2	131	25.3	24	19	3.7
	Diamalta	1.8	123	20.7	28.8	26.4	4.2
						Comienzo de macollaje	
VAR. NUEVAS		Mac./pl.	Mac. Relativo	A. Foliar	Sincroniz.	Días post-em.	Haun del Tp
1999	Ncl 94088	2.5	136	17	30	28	4.6
	Ne 5993-13	2.6	141	16.5	30	30	4.6

En cuanto a los testigos, a pesar de lo comentado anteriormente, con excepción de E. Quebracho, los mismos se comportan como era esperado. Bowman, presentó una planta grande, fue la primera en comenzar el macollaje, mostró mayor macollaje y presentó sincronización del macollaje, intermedia. FNC 6-1, de planta chica, comenzó el macollaje

más tarde y también presentó sincronización de los tallos intermedia. E. Quebracho, en este año mostró problemas en invernáculo, comenzando a macollar más tarde en relación a lo esperado, macollando muy poco y en forma desincronizada.

NE 111. En el año anterior, se mostró parecida al testigo Bowman, repitiéndose igual comportamiento para 1999. Es un cultivar de elevada capacidad de macollaje, posiblemente relacionada en parte, al inicio muy temprano de este. Al igual que Bowman presenta sincronización intermedia.

Norteña Daymán. Es un cultivar que no ofrece limitantes de macollaje, inicia temprano el macollaje y de buena sincronización.

Diamalta. Cultivar de ciclo largo, con buena capacidad de macollaje, aunque a temperaturas mayores reciente más el macollaje que Norteña Daymán, en la medida que retrasa más el inicio de macollaje. En ambos años, ha mostrado peor sincronización en relación a los cultivares anteriores.

Los dos cultivares de primer año, mostraron un comportamiento parecido entre ellos. Mostraron elevado macollaje relativo al resto de los cultivares, planta más chica, inicio de macollaje tardío y desincronizado. Es importante comentar que las temperaturas en el invernáculo, fueron en promedio muy elevadas ($> 19^{\circ}\text{C}$), que nos permite en un solo año ser concluyentes en cuanto a las características de crecimiento inicial para estas dos variedades.

C.- Comportamiento de los materiales en condiciones de campo

C.1.- Rendimiento y componentes.

Cuadro 5- Rendimiento potencial relativo y componentes para todas las variedades en condiciones de campo.

	Dayman	NE 111	Diamalta	NE 5993-13	NE 94088
Potencial.Rel	148	109	100	187	146
Espigas/m ²	486	395	348	565	420
Granos/esp	12.6	11.4	11.9	13.7	14.4
P.1000.G	45.4	44.3	38.3	45.5	40
	FNC 6-1	E.Quebracho	Bowman		
Potencial.Rel	119	147	119		
Espigas/m ²	386	552	473		
Granos/esp	12.8	11	10.4		
P.1000.G	44.1	46.7	44.8		

Nota: Potencial relativo 100% = 4141 granos.m⁻²

En lo que hace a los testigos, se confirma a campo la superioridad de potencial de E. Quebracho, en relación a Bowman y FNC 6-1. La diferencia de potencial a favor de

Quebracho esta relacionada al mayor número de espigas y peso de grano superior. El tamaño de espigas, como fuese comentado anteriormente se vio sensiblemente reducido como consecuencia de las condiciones del año. Se repite nuevamente la característica de FNC 6-1 en cuanto a fijar un mayor número de granos por espiga, siendo el bajo número de estas, la principal limitante para alcanzar potenciales superiores. En cuanto a los cultivares con más de un año, se observan comportamientos diferentes entre ellos y se muestran consistentes con los obtenidos en el año anterior. Norteña Daymán, aparece como un cultivar de elevado potencial, similar a E. Quebracho, con aceptable número y tamaño de espiga y elevado peso de grano. NE 111, al igual que Bowman, mostró un potencial menor básicamente debido al menor número de espigas concretadas. Diamalta, redujo para estas condiciones sensiblemente el potencial, disminuyendo en forma importante el número de espigas y el peso de grano final. Debemos considerar que los cultivares de ciclo largo y origen Europeo, cuando son sembrados tarde presentan sistemáticamente problemas en el llenado de grano.

Los materiales nuevos, presentaron a campo un buen comportamiento general. NCL 94088, mostró un potencial de rendimiento similar a E. Quebracho, pero a diferencia de este basado en el tamaño de las espigas. Estos resultados son consistente con las características de uno de sus progenitores; de origen Brasileño (pocas espigas y espigas grandes). La variedad NE 5993-13, para las condiciones de elevada temperatura y deficiencia hídrica, presentó un potencial elevado (mayor al de Quebracho), explicado por una superioridad en todos los componentes del rendimiento.

En la siguiente figura podemos observar la respuesta en rendimiento a la población.

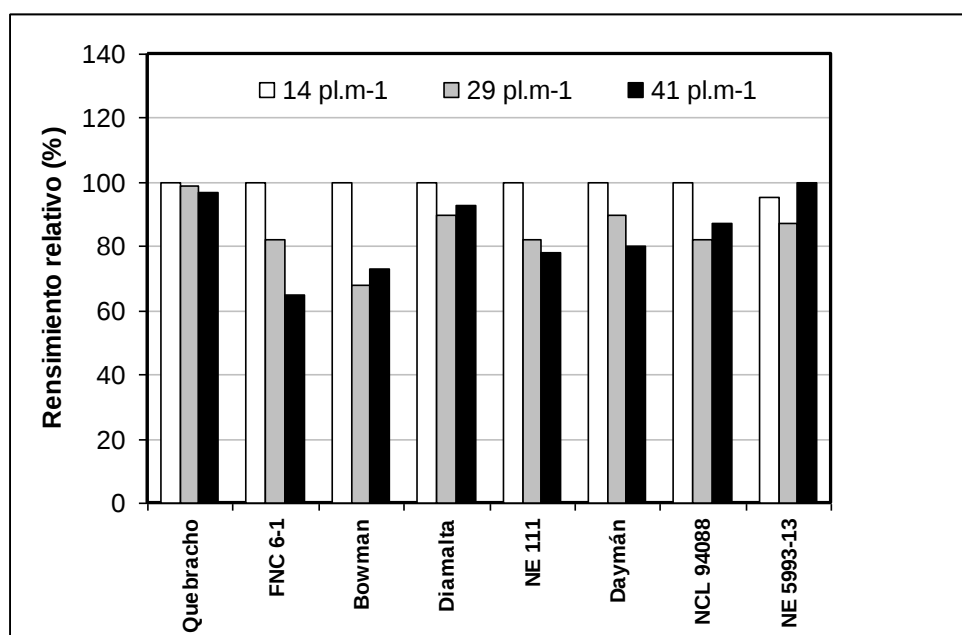


Figura 9- Respuesta a la población, para los distintos cultivares evaluados.(la base 100% es la misma que figura en el cuadro 5).(E. Quebracho, Diamalta y NE 5993-13, no mostraron diferencias significativas a la población, Diferencias al 10% para NE 111, Daymán y NCL 94088 y 5% para FNC 6-1 y Bowman).

Como era de esperarse das las condiciones del año, la respuesta fue negativa para la mayoría de los cultivares evaluados.

En el siguiente cuadro podemos apreciar la respuesta a la población para 1998 y 1999.

Cuadro 6- Respuesta relativa a la población para los años 1998 y 1999

1998				1999		
D1	D2	D3		D1	D2	D3
86	100	84	Quebracho	100	98	94
100	93	75	Bowman	100	71	77
100	100	99	FNC 6-1	100	79	64
100	95	75	NE 111	100	81	73
93	94	100	Daymán	100	90	75
99	100	74	Diamalta	100	91	95
			NCL 94088	100	81	97
			NE 5993-13	89	86	100

Podemos observar claramente la respuesta diferencial entre años a la población. Mientras que para un año como 1999, la respuesta de la mayor parte de los cultivares fue negativa al aumento de población, en un año más fresco y sin deficiencias hídricas, más allá de las diferencias de potencial, se concentra entorno las poblaciones medias. Sin embargo existen cultivares que para los dos años mantiene similar comportamiento. Bowman y NE 111, responden a poblaciones bajas en forma independiente del año. Esto estaría de acuerdo con las características de crecimiento inicial de estos cultivares. Diamalta que bajo condiciones favorables es capaz de generar excesos de tallos, y por tanto esperaríamos problemas a poblaciones elevadas, para las condiciones como las de 1999, se afectó en forma severa la principal variable determinante de este tipo de respuesta (macollaje), llevando a una perdida general de potencial a todas la poblaciones. Daymán, que al igual que el resto de las variedades disminuye el rendimiento al aumentar la poblaciones en condiciones de sequía y elevada temperatura, dadas sus características de crecimiento inicial, bajo condiciones favorables mantiene el rendimiento para un rango amplio de población.

Dadas las condiciones experimentales analizadas anteriormente para este año, no es posible llegar a una aproximación acerca del comportamiento frente a la población para los dos cultivares evaluados por primera ves.

C.2.- Calidad de grano.

En la siguiente figura se presenta el contenido de proteína en grano por cultivar en respuesta a la población.

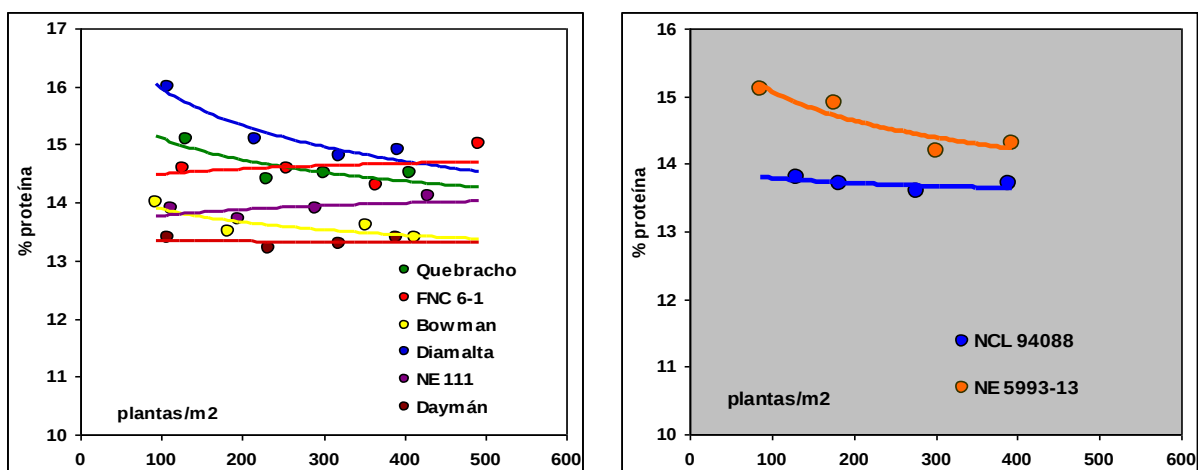


Figura 10- Proteína en grano en función de la población para todos los cultivares.

Debido a las condiciones climáticas anteriormente descritas y a los efectos sobre el potencial, era esperable que la variación de proteína por cultivar frente a cambios en la población se estableciera a valores elevados (Brassetti-Siri, 1993). Sin embargo existen grandes diferencias entre ellos, observándose contenidos de N en grano más bajos, para Bowman, NE 111 y Daymán. Destacamos el comportamiento de esta última variedad que vuelve a repetir este mismo comportamiento en este año; bajos niveles y escasa variación en el contenido de N en grano.

El comportamiento para el testigo E. Quebracho, coincide con la información disponible para este cultivar y en el caso de Diamalta, los elevados valores de N en grano obedecen al bajo potencial de cosecha y a lo observado a nivel de tamaño de grano (figura 11).

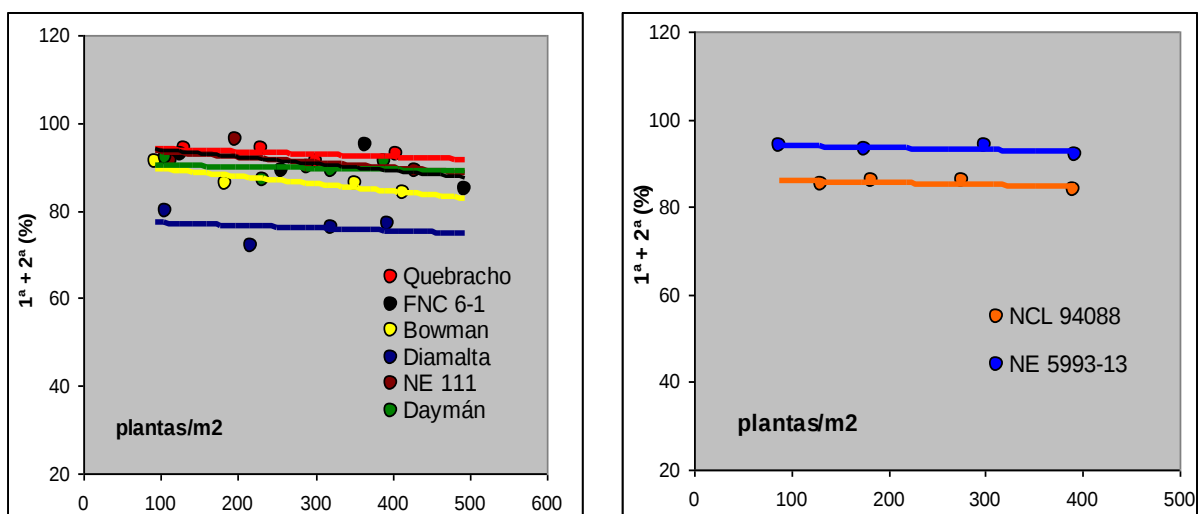


Figura 11- Clasificación (1ª+2ª) en función de la población.

En cuanto al % de primera + segunda, todos las variedades, a excepción de Diamalta, mostraron valores aceptables y escasa variación frente a los cambios en densidad de siembra. Para el caso de Diamalta, los bajos valores de clasificación de grano parecen estar más relacionados a los efectos derivados de la siembra tardía para cultivares

de ciclo largo que a las características intrínsecas del cultivar. En ningún caso se observa tendencia a reducir el tamaño de grano a bajas poblaciones como los que fueron reportados para Norteña Cangüe (Hoffman.-Benítez 1998).

D.- Consideraciones finales.

En los siguientes cuadros se presenta para cada cultivar la densidad recomendable considerando rendimiento y calidad de grano y el grupo al cual pertenecería los cultivares que cumplen el segundo año de evaluación

Cuadro 7- Comportamiento relativo del rendimiento promedio para ambos años en respuesta a la densidad de siembra. (Los recuadros de color marcan el mejor comportamiento considerando proteína y tamaño de grano).

	Promedio(98-99)		
	D1	D2	D3
QUEBRACHO	95	100	89
BOWMAN	100	89	76
FNC 6-1	100	100	86
NE 111	100	88	74
NE 223	100	95	90
DIAMALTA,	100	94	75
NE 5993-13	100	81	87
NCL 94088	89	86	100

Cuadro 9.- Agrupamiento de los tres cultivares en segundo año de caracterización.

Grupo	Variedades del mismo grupo	Nuevas variedades	Rango de población (pl.m ⁻²)	Potencial en relación a Quebracho
I	FNC 6-1, FNC I-22	--	220-240	<
II	Clipper, Defra, Stirling, Cangüe, Carumbe	Diamalta	200-220	<
III	Quebracho, Afrodita Perún	Daymán	170-240	>
IV	MN 599, Bowman	NE 111	170-200	<

Diamalta. Cultivar que presenta una planta de tamaño intermedio, buena capacidad de macollaje, que se inicia en forma tardía y en forma desincronizada, determinado pérdidas de fertilidad de tallos al aumentar la densidad de siembra. Presenta buen potencial de rendimiento aunque levemente inferior a E. Quebracho, que no se concreta si la época de siembra determina pérdidas en peso de grano. Toda la información nacional disponible de este cultivar muestra su mal comportamiento en épocas de siembras tardías.

NE 111. Cultivar muy similar a Bowman; presenta planta grande, elevada capacidad de macollaje, el cual se inicia temprano y con aceptable sincronización. Frente a poblaciones elevadas, se deprimen todos los componentes del rendimiento. Al bajar la población mejora sensiblemente su potencial aunque finalmente es inferior a E. Quebracho.

Norteña Daymán Esta variedad ha mostrado muy buena combinación de características de crecimiento inicial. Sin limitantes en macollaje, presenta una planta media, comienza a macollar temprano y ha mostrado buena sincronización. Ha sido capaz de mantener la fertilidad de los tallos a poblaciones elevadas, aunque pierde potencial por espiga. Tiene muy buen peso de grano, manteniéndolo aún en épocas de siembra tardía.

E. BIBLIOGRAFÍA.

Hoffman E, Ernst, O. 1992. Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la determinación del rendimiento. In II Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay..

Hoffman ,E; Ernst, O; Brassetti, D; Bentancur, O. 1993. Análisis y caracterización de patrones de crecimiento inicial en 11 variedades de cebada, In IV Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. Palmar. Uruguay.

Castro, A; Hoffman, E; Ernst, O. 1994. Caracterización y agrupamiento de 11 cultivares de cebada cervecera por ciclo, rendimiento en grano, sus componentes y calidad. In V Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. Colonia. Uruguay.

Castro, A; E; Ernst O; Hoffman, . 1994. Uso de características morfofisiológicas en la selección en planta aislada en cebada cervecera (resultados preliminares). . In V Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. Colonia. Uruguay.

Hoffman E, Siri G, Ernst O 1994. Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares en función de la caracterización de su crecimiento inicial en condiciones de invernáculo. In. V reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia.

Hoffman, E y Benítez , A 1998 Caracterización de cultivares de Cebada Cervera. Caracterización de Aphrodite, Dephra y Cli 3. Informe de resultados a CYMPAY SA y MUSA SA. Facultad de Agronomía.

Hoffman, E y Benítez , A. 1999 Caracterización de cultivares de Cebada Cervera. Caracterización de Norteña Carumbe, Perún y Norteña Cangue. Informe de resultados a CYMPAY SA. Facultad de Agronomía.

CARACTERIZACION DE NUEVOS CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA

**NE 5993-13, NCL 94088, NE 1695,
Q. Palomar, Q. Ayelen,
MUSA 936, MUSA 016
y CLE 202**

**INFORME PRESENTADO A LA
MESA NACIONAL DE ENTIDADES
DE CEBADA CERVECERA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA
EEMAC
Paysandú, agosto 2001**

CARACTERIZACION VARIETAL DEL CRECIMIENTO INICIAL EN CEBADA CERVECERA.

Facultad de agronomía. EEMAC 2000/01

Esteban Hoffman¹

Andrea Benítez²

Mónica Cadenazzi³

I. ANTECEDENTES

La respuesta a las prácticas de manejo (especialmente, población) que manifiestan los diferentes cultivares de cebada cervecera está correlacionada con sus respectivos patrones de crecimiento y macollaje en las primeras etapas de cultivo (30-35 días post-emergencia).

Las principales características de crecimiento inicial relacionadas con el comportamiento posterior son: tamaño de planta (medido como área foliar a 3 hojas), momento al comienzo de macollaje (medido en días post-emergencia y edad fenológica del tallo principal), presencia del macollo del coleoptile (T_0), sincronización de macollaje (edad en días entre el T_p y T_2), peso de macollos, velocidad de macollaje y proporción de plantas que no macollan o salten el T_1 . En base a estas características, Hoffman et al., (1993) agruparon los cultivares de cebada usadas a nivel comercial en nuestro país. El grupo 1 representado por el cultivar FNC 6-1, se caracteriza por empezar a macollar tarde y finalmente logra un número de macollos bajo. A pesar de que presenta plantas chicas, el macollaje se da en forma desincronizada. El grupo 2 caracterizado por los cultivares Clipper, Defra, Stirling, Carumbé, Cangüe y Diamalta, presentan un crecimiento inicial lento, tamaño de planta y sincronización de macollaje media, se diferencia del grupo 3 (E. Quebracho, Afrodita, Perún y Norteña Dayman) en que éste último logra un mayor número de macollos, de mayor peso y mejor sincronización. El grupo 4 (MN 599, Bowman) es el grupo de mayor velocidad de crecimiento inicial, dada por una alta frecuencia de aparición de T_0 , que determina un inicio de macollaje más temprano. Es el grupo que presenta mayor área foliar a inicio de macollaje, aunque concreta bajos pesos finales de macollos y grandes diferencias entre ellos (desincronización).

A partir del año 1997, la Facultad de Agronomía, ha caracterizado líneas de cebada generadas por el programa de mejoramiento de la empresa CYMPAY S.A (Hoffman-Benítez 1997-2000). El objetivo es que al momento de liberar dichos materiales al mercado, se cuente con información que permita ajustar su manejo, en particular el ajuste de la población. En el año 2000 es el primer año en el cual se incorporan materiales a liberar de todos los integrantes del convenio de la Mesa de Cebada (CYMPAY SA, MUSA, MOSA, e INIA).

Los objetivos del programa de trabajo para la zafra 00/01 son:

- 1- Caracterizar nuevamente a los cultivares de cebada cervecera evaluados en el año 1999/00 y a 6 nuevos cultivares.
- 2- De acuerdo a las características de crecimiento inicial, capacidad y patrón de macollaje, rendimiento y calidad de grano, definir el rango de población óptimo para cada cultivar.

II.- MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el invierno de 2000, en la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú. Los materiales evaluados pertenecen: 3 a CYMPAY S.A. (**NCL 94088, NE 5993-13, NE 1695**), 2 a MUSA (**MUSA 016 y MUSA. 936**), 2 cultivares a MOSA (**Q. Palomar y Q. Ayelen**), y un cultivar al INIA (**CLE 202**). Los testigos usados, son E. Quebracho, FNC 6-1 y Bowman, los cuales representan a tres grupos de crecimiento contrastantes.

Para la caracterización a campo, el diseño experimental fue un factorial en bloque completos en parcelas al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron la combinación de cultivar por población (100, 200 y 300 plantas.m⁻²). La siembra se realizó el 21 de junio, en parcelas de 5 m de largo y 1.0 m de ancho. La distancia entre hileras es de 15 cm. Las determinaciones realizadas fueron: Número de macollos.m⁻² a Z 3.0, Z 4.9 y cosecha, MS/ha a Z 3.0 y cosecha, fecha de ocurrencia y acumulación de temperatura del aire base 0 °C, a Z 2.2, Z 3.0, floración, espigazón, rendimiento en 5 m², espigas, granos / espiga y peso de 1000 granos a cosecha (3 sub.-muestras de dos metros lineales cada una), proteína, clasificación de grano, y vuelco-quebrado. En este experimento con el ánimo que las enfermedades no interfirieran se realizaron desde temprano aplicaciones a primeros síntomas con 1 lt/ha de Swing (Z 3.0, Z 3.9 y Z 5.5)

Para la caracterización en invernáculo se sembraron los materiales en tarrinas de 60*40*20 cm, determinándose: área foliar a tres hojas en 8 plantas marcadas nacidas el mismo día, emisión de hojas y macollos de cada planta mediante escala Haun en las plantas marcadas. Evolución de macollaje, plantas sin macollar y peso fresco por planta y por tallos a los 30 días post-emergencia, cada tres días en todas las plantas hasta Z 3.0.

III.- CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE DE PRODUCCIÓN.

En la figura siguiente se presenta la información sobre el régimen térmico e hídrico imperante durante el ciclo del cultivo, en relación al promedio histórico y al régimen del año anterior.

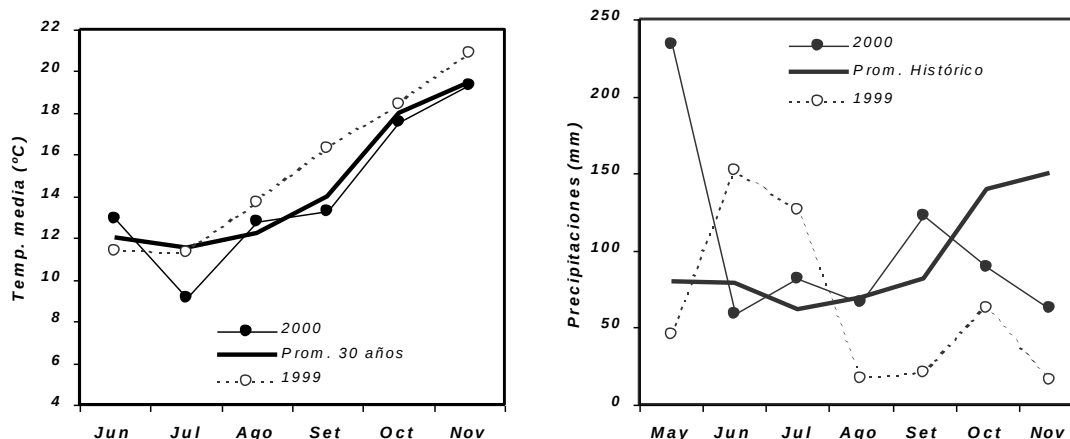


Figura 1– Temperatura media y precipitaciones mensuales de junio a noviembre para el año 1999, 2000, en relación con el promedio histórico de 30 años

Podemos observar que el año 2000, fue sensiblemente más frío que el año anterior, particularmente el mes de Julio. La temperatura en este mes puede ser considerada de las más bajas de la serie histórica y como será analizado posteriormente determinará cambios en la dinámica de macollaje. Las condiciones climáticas en la primavera pueden considerarse óptimas tanto por el régimen térmico como hídrico.

En el siguiente cuadro se presenta el régimen térmico hasta Z 3.0 para los cuatro años de caracterización.

Cuadro 2- Régimen térmico desde emergencia hasta Z 3.0, del año 2000, en relación a tres años anteriores.

Año	Temperatura media	Días con + de 20°C	Días con + de 28°C
	(° C)	 Días.....	
1997	15	30	10
1998	13	15	0
1999	15,4	33	3
2000	11,4	5	0

Se observa para el año 2000, que las temperaturas fueron sustantivamente más bajas que para el promedio de los años analizados. Durante los primeros 60 días de ciclo, a diferencia de los años anteriores no existieron golpes de calor(días con más de 28 °C) y muy baja frecuencia de días con más de 20 °C.

En el cuadro 3, se presenta la información sobre Coeficiente Fototermal (Q), el cual relaciona la radiación total interceptada por el cultivo (MJ/m2/día) y la sumatoria de temperatura media por sobre 4.5 °C, en el período 30 días pre-antesis. La duración de la etapa de crecimiento de la espiga y su tamaño final, esta directamente relacionado con el Q (Fischer, 1985). Por tanto este índice está fuertemente relacionado con la concreción del potencial de rendimiento del cultivo (granos/ m2) (Fischer, 1985). En el cuadro 3 se observa que los valores de Q para el año 2000 fueron buenos para el Uruguay. Estos registros se explican tanto por las bajas temperaturas, como por los altos niveles de radiación interceptado durante ese período.

Cuadro 3- Valores de coeficiente fototermal (Q), para varios períodos de 30 días pre-floración.

Período	22/8 - 20/9	25/8 - 23/9	28/8 - 26/9	31/8 - 29/9	3/9 - 2/10
Temp. prom. (base 4.5 °C)	8,97	8,74	8,47	9,12	10,2
Rad. prom. (MJ/m2/día)	11,4	12,4	13,2	13,7	13,3
Q	1,3	1,4	1,6	1,5	1,3

Las características climáticas del año 2000, permitieron construir y concretar altos potenciales de producción, en la medida que el crecimiento y desarrollo se produjo bajo condiciones muy buenas en relación a lo esperado particularmente para esta región del Uruguay. Valores de Q entorno a 1.2 serian normales para las condiciones de Uruguay.

IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Caracterización del crecimiento inicial

Parte del método de estudio para caracterizar a los nuevos cultivares promisorios, es estudiar bajo condiciones controladas en invernáculo sus características de crecimiento diferenciales (Hoffman y Benitez 1998). En estas condiciones se puede realizar el seguimiento día a día del patrón de emisión de hojas y tallos así como otras características de planta que están relacionadas con el comportamiento a campo (Hoffman *et al.* 1994, Castro, Ernst y Hoffman 1994). En el siguiente cuadro se presenta el comportamiento promedio de los testigos en condiciones de invernáculo, para el año 2000 y los tres años anteriores.

Cuadro 4- Componentes del crecimiento inicial promedio en condiciones de invernáculo para los testigos (Bowman, E. Quebracho y FNC 6-1), en 4 años.

	Macollaje relativo (%)	Sincronización (días T_p-T_2)	Comienzo de macollaje	
			Días pos-emerg.	Haun del T_p
1997	41	26,1	28	4,9
1998	100	21,8	18	3,5
1999	39	27,3	26,8	4,3
2000	75	30,1	22,8	2,7

Nota: El 100 % de macollaje corresponde a 4.7 macollos / planta.

Podemos observar que para los años cálidos (1997 y 1999), se redujo drásticamente el macollaje. El tallo principal estuvo por más tiempo emitiendo solamente hojas (Haun del $T_p > a$ 4 hojas), retrazándose marcadamente el inicio del macollaje. La sincronización (diferencia de la edad en días entre el tallo principal y el T_2) de los macollos potencialmente fértiles (T_p-T_1 y T_2), para estos años fue mayor que para años frescos como el año 1998. Para el año 2000, el macollaje comenzó muy temprano, inclusive antes que se completaran las 3 hojas en el T_p . El extremo frío del mes de julio (9 °C promedio), implica más días de ciclo para completar la suma térmica necesaria para la emisión de cada macollo (Plastocrón), llevando finalmente a una desincronización importante.

Los cultivares difieren entre sí en cuanto al conjunto de características que permiten definir el tipo de crecimiento inicial, los cuales son analizados en términos comparativos a los tres cultivares de crecimiento conocido (Cuadro 5).

Cuadro 5- Variables que definen el crecimiento inicial en invernáculo para todas las variedades en estudio en relación con los testigos, para el año 2000

Testigos		A. foliar (cm ²)	Sincroniz. (días)	Comienzo de macollaje		Pl. que no macollan(%)	Plantas que saltan T1 (% de las que macollan)
				días post.em.	Haun del Tp		
2000	Quebracho	21,8	24,2	22,4	2,63	0	0
	Bowman	24,1	32	22,7	2,65	0	0
	FNC 6-1	20,7	33,9	23,2	2,88	0	0
Var. + de 1 año		* dato de una planta					
2000	NCL 94088	21,0	32,4	24,2	3,03	0	0
	NE 5993-13	21,9	26	23,5	2,9	0	0
Var. Nuevas		* dato de una planta					
2000	NE 1695	25,1	33	24,6	3,09	0	0
	REG. 936	25,0	34	22,7	2,68	0	0
	REG. 16	26,6	37,5	26,6	3,29	20	0
	CLE 202	19,3	24,3	25,7	2,88	0	0
	Q.Palomar	20,6	35	26,7	3,37	0	12,5
	Q. Ayelen	20,8	33,1	25,5	3,15	0	0

Nota: Donde dice dato de una planta, refiere al que el registro se toma planta a planta.

En primer lugar los testigos repitieron para este año el comportamiento que de ellos se espera. En este sentido Bowman comenzó el macollaje más temprano, presenta una planta grande y su macollaje fue desincronizado en relación a E.Quebracho. En contraposición FNC 6-1, es también desincronizada, pero es el testigo de planta chica y baja tasa de crecimiento inicial (Hoffman y Benitez, 1998). E.Quebracho, representa a los cultivares mejorados, planta chica, inicio de macollaje temprano y mejor sincronización.

Para las variedades de segundo año de caracterización, el cultivar **NE 5993-13** (del mismo origen que E.Quebracho), es el que reúne, al igual que E.Quebracho la mejor combinación de variables que definen las características de crecimiento inicial. Presenta una planta chica, comienza a macollar temprano y mostró buena sincronización.. El cultivar **NCL 94088**, también inicia el macollaje temprano, sin embargo no muestra buena sincronización en el macollaje, al igual que Bowman y FNC 6-1. Este cultivar en base a su origen (cruzamiento de BR₂*Lisa), expresa parte del problema de sincronización, de los cultivares de origen brasileño. Ambos cultivares confirman los resultados observados para el primer año de caracterización.

Para cultivares de primer año de caracterización, similar comportamiento a NCL 94088, se observa para el cultivar **NE 1695**, aunque presenta un tamaño de planta mayor, similar a Bowman. Este comportamiento también muestra estrecha relación con el origen brasileño de este cultivar. El cultivar **MUSA 936**, también con parte del mismo origen que los dos cultivares analizados anteriormente, manifestó similares características en cuanto a tamaño de planta y sincronización, a diferencia de ellos, comenzó el macollaje muy temprano. Estas características son semejantes a las que presenta sistemáticamente Bowman, por tanto es probable que evidencie caídas de rendimiento a poblaciones elevadas, particularmente en años calientes y/o siembras tardías. El cultivar **MUSA 016**, no mostró bajo estas condiciones, una combinación adecuada en cuanto a las variables de crecimiento inicial. Presenta una planta grande, inicio de macollaje muy tardío, muy desincronizada, siendo el único cultivar que reveló una frecuencia elevada de plantas que no macollaron (20 %). Esto, como será discutido posteriormente llevaría a que este cultivar presente capacidad de macollaje y fertilidad de los macollos reducida. Es de esperar que bajo condiciones climáticas desfavorables demande un ajuste muy preciso de la población y época de siembra (evitar las épocas de siembra tardías). Los cultivares **Q.Palomar y Q. Ayelen**, no expresaron tampoco, al igual que el caso del cultivar descrito anteriormente, buen desempeño en cuanto al

inicio y sincronización del macollaje. Ambos cultivares similar a lo que podemos observar para el testigo FNC 6-1. presentan planta chica, diferenciándose Q.Palomar en relación a Q.Ayelen, que la primera presenta como característica distintiva, plantas que saltan los macollos de mayor productividad (T_1). Esta característica junto a la falta de una adecuada sincronización llevaría a reducciones en la fertilidad de los tallos frente a situaciones de elevada competencia entre plantas. **CLE 202**, es un cultivar de tipo europeo (Defra * FNC I-22) y ciclo más largo que el resto de los cultivares evaluados. Puede verse en el Cuadro 11, que este cultivar presentó una planta muy chica (similar al área foliar de una planta de Trigo), muy buena sincronización en el macollaje, iniciándose este, antes de que se completara la tercer hoja en el T_p . Sin embargo vemos que a pesar de que el macollaje se inicia antes de las 3 hojas, a diferencia de otros cultivares, el primer macollo aparece retrazado en el tiempo (26 días pos-emergencia) (Figura 2).

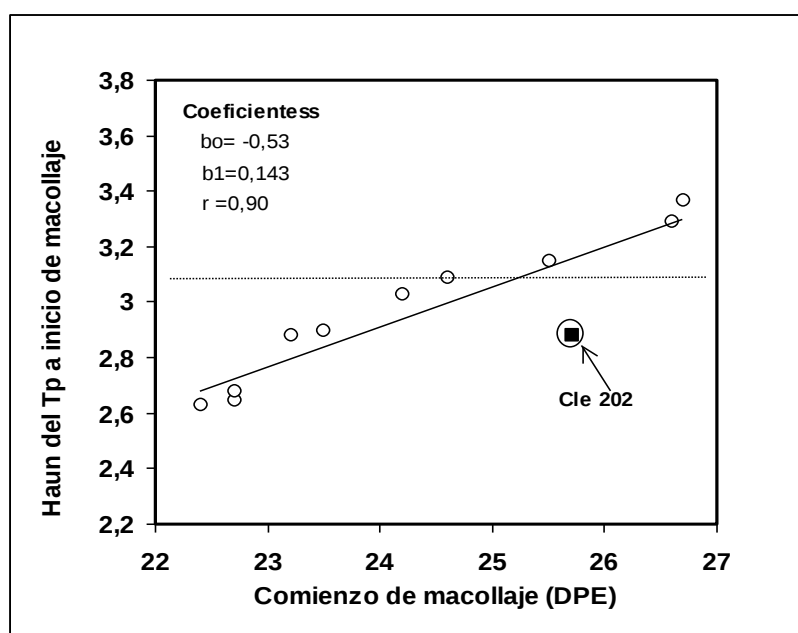


Figura 2. Relación entre Haun del T_p y días de ciclo a inicio de macollaje, para todos los cultivares en evaluación. (La inversa de la pendiente, corresponde al filocrón en días. Para el conjunto son 7 días/ hoja del T_p).

Para todos los cultivares existe una relación estrecha entre Haun del T_p y los días de ciclo al cual se detecta el inicio de macollaje, excepto para el cultivar CLE 202. Este cultivar aparenta tener un filocrón mayor que el resto de los cultivares, en la medida que le toma tres días más completar el mismo número de hojas en el T_p que cultivares que comenzaron a macollar a igual edad fenológica. Comparando el testigo FNC 6-1 y el cultivar CLE 202, el filocrón de este último, es de un día más por hoja (7.7 y 8.7 días / hoja para FNC 6-1 y CLE 202 respectivamente). Esto podría ser un problema en cultivares muy desincronizados en la medida que la aparición del T_2 , se daría tarde en el ciclo. Sin embargo como fue comentado anteriormente, los resultados de la variedad Cle 202, muestran para este año muy buena sincronización.

En la siguiente figura se presenta el tamaño de planta (A. Foliar a 3 hojas), al momento de inicio de macollaje, para todos los cultivares evaluados y su relación con el crecimiento a Z 3.0 a campo.

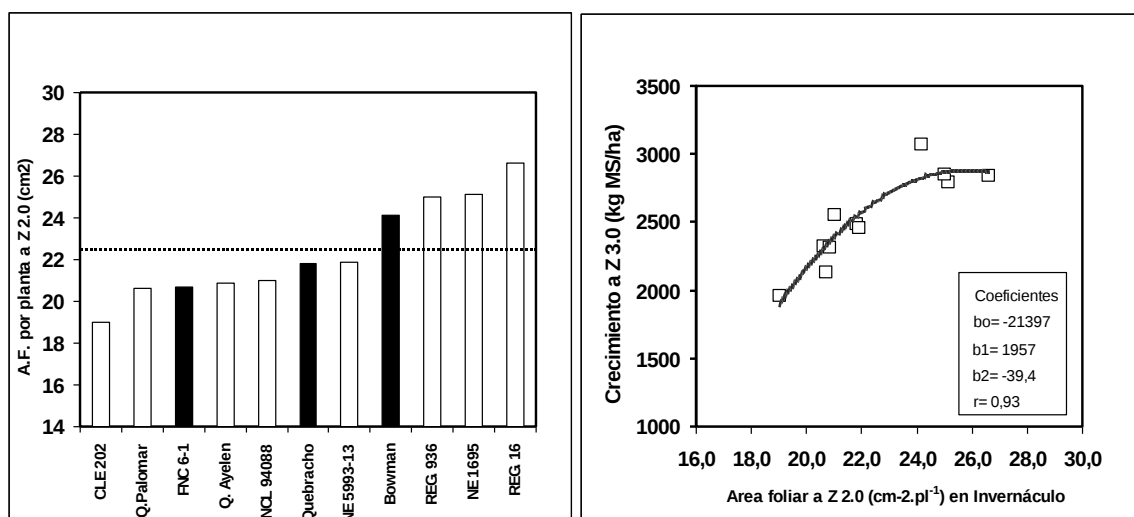


Figura 3. Area foliar por planta (cm^2), a tres hojas en invernáculo y su relación con el crecimiento a Z 3.0 (kg MS/ha) a campo para todos los cultivares.

El tamaño de planta determinado en invernáculo esta estrechamente correlacionado con el crecimiento a campo. Aquellos cultivares de planta grande presentaron altas tasas de crecimiento hasta Z 3.0. Esta información coincide con los trabajos realizados anteriormente en cuanto a que los cultivares de lento crecimiento inicial, con menores problemas a poblaciones elevadas presentan planta chica y bajas tasas de crecimiento en los momentos de fijación del potencial de rendimiento (Hoffman *et al.* 1992). Así mientras CLE 202 mostró una tasa de crecimiento hasta Z 3.0 de 34 Kg. de MS/ha/día, cultivares de elevado crecimiento como Bowman, MUSA 936, MUSA 016 y NE 1695 oscilaron entorno a 60 Kg. de MS /ha/ día, a pesar de las condiciones climáticas. Podemos constatar que existe también relación entre el potencial de crecimiento inicial y el origen de los cultivares.

2. Resultados del experimento realizado a nivel de campo.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados promedio de rendimiento y sus componentes, del ensayo a campo realizado en el año 2000.

Cuadro 6- Rendimiento en grano (kg/há) y componentes, para el promedio de todas las densidades de siembra del experimento a nivel de campo.

Plantas.m^{-2}	203
Macollos.m^{-2} máximo	1133
Fertilidad de tallos(%)	52
Espigas.m^{-2}	576
Granos por espiga	26
Granos.m^{-2}	14596
Peso de grano (g)	38
Rendimiento en grano (kg.ha^{-1})	5580
Clasificación de grano(% 1^{ra} + 2^{da})	77
Proteína en grano (%)	12,2

Nota: el número máximo de macollos se logró a Z 3.0.

Como puede observarse en el Cuadro 4 en promedio, el rendimiento alcanzado para las condiciones del experimento fue muy elevado, como consecuencia del alto número de granos. m^{-2} . Este resultado obedece a que en promedio se obtuvo un número de espigas. m^{-2} muy bueno (Hoffman y Ernst, 1992), asociado a un promedio elevado de granos/ espiga. Tanto el peso como la clasificación de grano son bajos y por ende la proteína esta por encima de los límites establecidos para lograr una malta de calidad. Las fallas en el llenado, que caracterizaron a la zafra, especialmente en los cultivos sembrados temprano, aún carece de una explicación clara. Para estas condiciones experimentales en donde los cultivos fueron mantenidos sin enfermedades hasta el final del ciclo, se detectaron en promedio elevados niveles de vuelco y quebrado, que como puede observarse en la siguiente figura estuvieron asociados a bajos pesos y clasificaciones de grano.

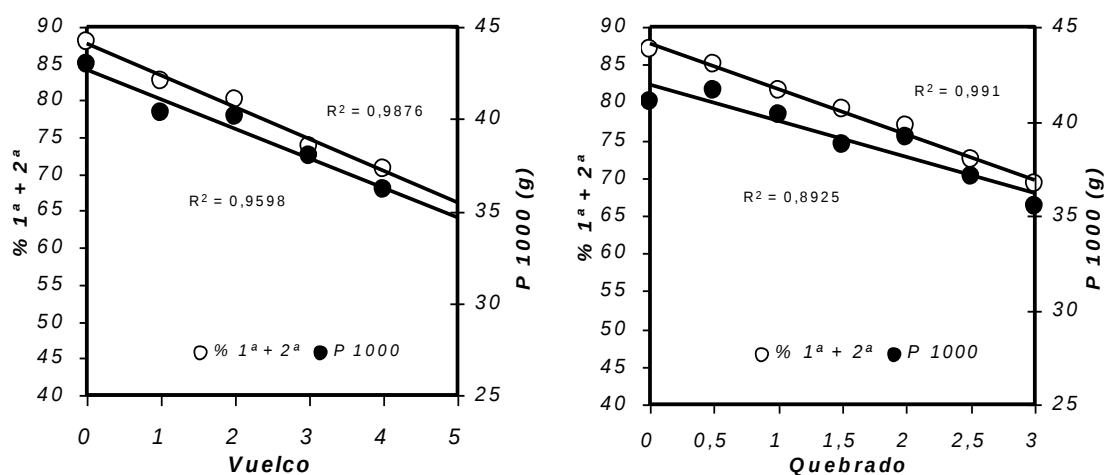


Figura 4- Relación entre el promedio de vuelco y quebrado con el promedio de peso de los granos y el % de 1ª + 2ª, para todos los cultivares. Escala de vuelco y quebrado (1-5).

Si bien en promedio los bajos pesos y clasificaciones podrían explicarse por el quebrado y/o vuelco; como será analizado en este trabajo, el problema se mantuvo aún para cultivares que no presentaron problemas de vuelco y quebrado.

En cuanto al rendimiento en grano, como era de esperarse no existió en promedio, respuesta a la población, dadas las características climáticas analizadas anteriormente. Años sin limitantes hídricas y bajas temperaturas durante todo el ciclo, permiten que existan menores problemas con las poblaciones extremas. Bajo estas condiciones el elevado macollaje permite que aún las bajas poblaciones llegan al número mínimo de espigas como para que este componente no sea una limitante. En el otro extremo, las bajas temperaturas iniciales evitan que se produzcan las típicas situaciones de crecimiento muy acelerado acompañado de un excesivo macollaje que lleva a que la competencia se inicie muy temprano y sea de mayor intensidad. Estas condiciones llevan a que la comunidad de tallos a fin del macollaje sea más pareja, y aunque la fertilidad de macollos baje, la reducción en el tamaño de espiga no es tan intensa. Esto permite la compensación por tamaño de espigas frente a la reducción en número de éstas (Hoffman et al, 1992, Hoffman 1996).

Cuando analizamos la interacción población x variedad, la misma fue estadísticamente significativa ($P < 0.08$), lo cual indica comportamientos varietales diferentes en respuesta a la población.

Dadas las bondades climáticas del año y manejo, y considerando que las enfermedades fueron eliminadas desde temprano (Z 3.0), podemos en este experimento evaluar las diferencias de potencial entre los distintos cultivares. En la figura 5, se presentan los resultados promedio para cada una de las variedades en cuanto a rendimiento, biomasa total e índice de cosecha .

	Rendim. (kg/ha)		Biomasa total (kg/ha)		Índice de cosecha (%)
Cle 202	6451 a		12695 ab		51 a
NE 5993-13	6439 a		13257 a		49 ab
Reg. 936	6075 ab		13392 a		45 bc
NCL 94088	5971 abc		13211 a		45 bc
Quebracho	5931 abc		12340 ab		48 ab
NE 1695	5788 abc		13421 a		43 cd
Reg. 16	5380 bcd		12018 ab		45 bc
Bowman	5247 cde		12181 ab		43 cd
Q. Palomar	4899 de		11923 ab		41 cd
FNC 6-1	4611 e		12776 ab		36 e
Q. Ayelen	4583 e		11507 b		40 de

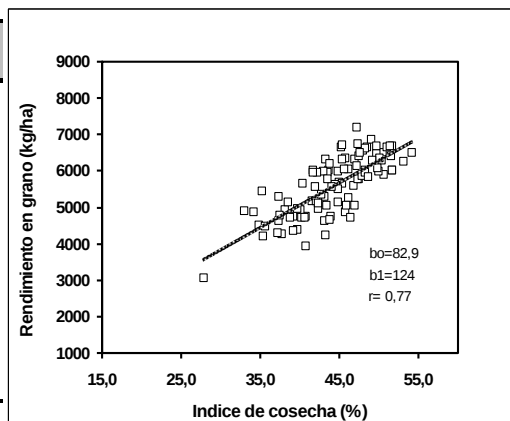


Figura 5- Comportamiento promedio para todas las variedades en cuanto a rendimiento (kg.ha⁻¹), biomasa total (kg.ha⁻¹) e índice de cosecha (%).

Si bien los valores de biomasa total producida fueron muy altos y determinan los elevados rendimiento observados, el IC es quien explica gran parte de las diferencias de rendimiento entre variedades ($R^2 = 0.6$). Aquellos cultivares que alcanzan los máximos rendimientos presentan índices de cosecha elevados sobre todo si se considera los niveles de biomasa total producida. Podemos observar que los 5 primeros cultivares entre los cuales se encuentra el testigo E.Quebracho, muestran rendimientos estadísticamente diferentes de los tres últimos, explicado mayormente por un IC, igual o superior a 45 %. Esto coincide con lo reportado por Castro *et al.* (1993), en cuanto a la responsabilidad del IC en la mejora del potencial para los nuevos cultivares.

En el Cuadro 7 se presenta el rendimiento potencial y los principales componentes del rendimiento para todas las variedades.

Cuadro 7- Rendimiento potencial (granos.m⁻²) y principales componentes de rendimiento de todas las variedades al promedio de 203 pl.m⁻².

	Espigas/m2 (Nº)		Tamaño de espiga (granos/espiga)		Peso de mil granos (g)		Rendim. potencial (granos/m ²)
Cle 202	777 a		25 a		33,2 d		19425 a
NE 5993-13	688 ab		23 a		40,7 ab		15824 b
Reg. 936	614 ab		26 a		38,3 c		15964 b
NCL 94088	625 ab		25 a		38,3 c		15625 bc
Quebracho	559 ab		25 a		41,6 a		13975 bcde
NE 1695	559 ab		26 a		39,1 bc		14534 bcd
Reg. 16	500 b		28 a		38,4 c		14000 cde
Bowman	485 b		27 a		40,6 ab		13095 ef
Q. Palomar	505 b		26 a		37,2 c		13130 de
FNC 6-1	513 b		22 a		41,2 a		11286 f
Q. Ayelen	483 b		27 a		34,6 d		13041 de

Si bien los elevados potenciales se explican en parte por un buen tamaño de espiga, el número de espigas es quien determina la mayor parte de la diferencia entre cultivares (figura 6).

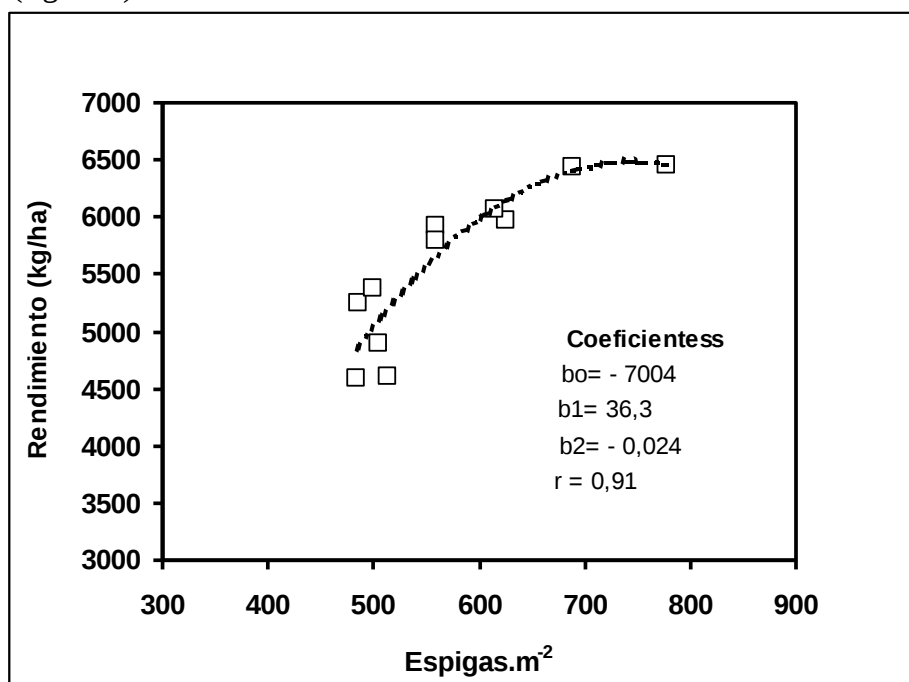


Figura 6- Relación entre rendimiento y el número de espigas.m⁻² promedio para cada cultivar evaluado.

El 81 % de la variación del rendimiento medio estuvo explicado por el número de espigas.m⁻² determinadas a cosecha para cada cultivar. En este sentido se confirman los resultados publicados para cebada en cuando al mayor peso relativo que presenta este componente en explicar los rendimientos (Ernst y Hoffman 1992). El modelo propuesto para el cultivo que permitiría superar nuestro nivel actual de potencial está basado en seguir incrementando el número de espigas manteniendo su rendimiento (Hoffman, Ernst y Castro, 1993; Castro y Kemanian 1999). En este sentido debe destacarse la situación del cultivar **CLE 202**, que logra el mayor número de espigas, manteniendo su tamaño. Si bien podemos observar en el Cuadro 6, un problema general en el llenado de grano, para el caso de este cultivar el bajo peso de grano no permitió que se concretara un rendimiento que pudo situarse entorno a los 8000 kg.ha⁻¹. En este caso la pérdida de peso de grano como será analizado posteriormente no estuvo asociado al vuelco y/o quebrado, como si lo estuvo para otras variedades. Los últimos cuatro cultivares(**Bowman, FNC 6-1, Q.Palomar y Q. Ayelen**) arrojaron un potencial de producción menor a los cuatro primeros (**CLE 202, 5993-13, Musa 936 y NCL 94088**), debido a un bajo número de espigas. Estos materiales presentaron una distribución de componentes similar a los cultivares más antiguos (menor número y espigas grandes).

En el Cuadro 8 se presenta información sobre el macollaje máximo y fertilidad de macollos a Z 3.0, y el número de espigas a cosecha

Cuadro 8- Macollaje máximo, fertilidad de macollos a Z 3.0 y espigas.m⁻² a cosecha promedio para todas las variedades.

	Macollaje máximo (macollos/m ²)	Fertilidad de macollos (%)	Espigas/m2 (N°)
Cle 202	1619 a	48,0 abc	777 a
NE 5993-13	1134 bc	60,7 a	688 ab
Reg. 936	1007 d	61 a	614 ab
NCL 94088	1129 bc	55,4 ab	625 ab
Quebracho	1048 bcd	53,3 abc	559 ab
NE 1695	1077 bcd	51,9 abc	559 ab
Reg. 16	905 d	55,2 abc	500 b
Bowman	1138 bc	42,6 bc	485 b
Q. Palomar	1130 bc	44,7 abc	505 b
FNC 6-1	1038 bcd	49,4 abc	513 b
Q. Ayelen	1244 b	38,8 c	483 b

En el caso de **CLE 202** alcanza un macollaje promedio muy elevado , y si bien la fertilidad aparenta ser baja, es le resultado de un número muy altos de macollos.m⁻². Podemos comparar este comportamiento con el de **Q. Ayelen** que frente a un macollaje también importante, pero inferior a Cle 202, pierde 10 puntos de fertilidad. Similar comportamiento fue indicado por Hoffman et al, 1992 para cultivares como MN 599, que frente a valores de macollaje entorno a los 1400-1500 macollos.m⁻², la mayor parte de los tallos no terminaban en espigas (fertilidad 30%). El alto número de espigas de los cultivares **NE 5993-13, Musa 936 y NCL 94088**, para un macollaje óptimo, fue dado por la elevada fertilidad final a cosecha. El cultivar **MUSA 016**, mostró a diferencia del resto, bajo número de espigas como consecuencia del bajo macollaje promedio. **Q. Palomar** al igual FNC 6-1, presento bajo número de espigas, debido a la fertilidad reducida, en contraste con cultivares con igual macollaje como por ejemplo el cultivar NE 5993-13. En la Figura 7 se presentan los patrones de macollaje en promedio para cada uno de los materiales evaluados.

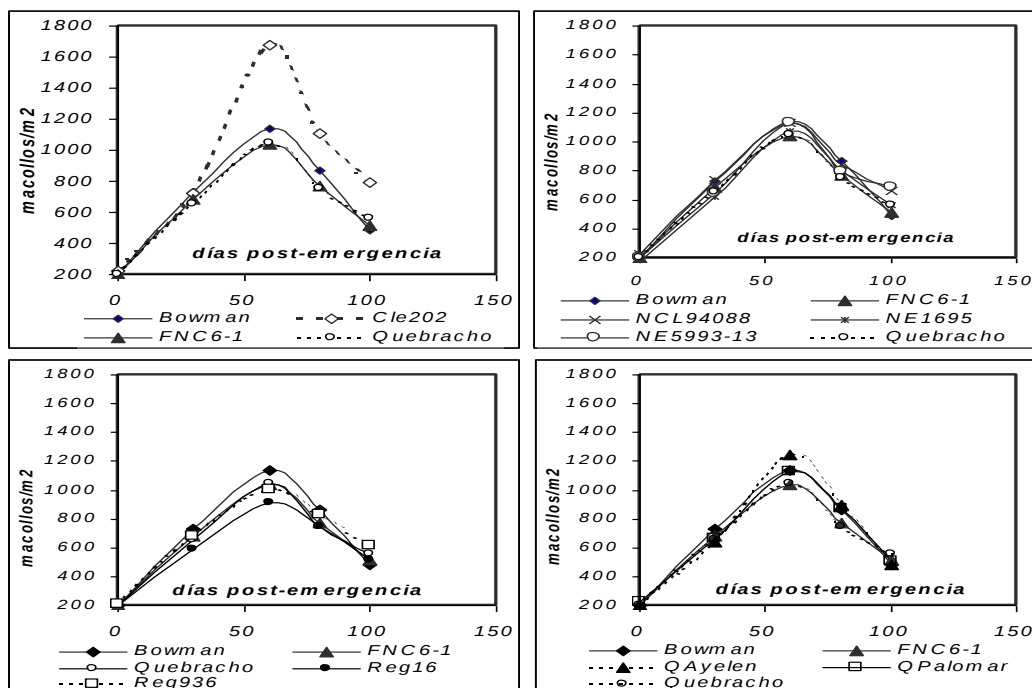


Figura 7- Patrón de macollaje promedio para cada variedad con relación a los testigos.

Podemos ver que para la mayor parte de los cultivares (excepto MUSA 016, que está macollando a menor velocidad), a Z 2.2 no existen diferencias significativas en el número de tallos. m^{-2} . La diferencia claramente se establece entre Z 2.2 y Z 3.0. Sin embargo para poder evaluar correctamente la distinta capacidad de macollaje de los cultivares debemos analizar su comportamiento con relación a la densidad de siembra (Figura 8).

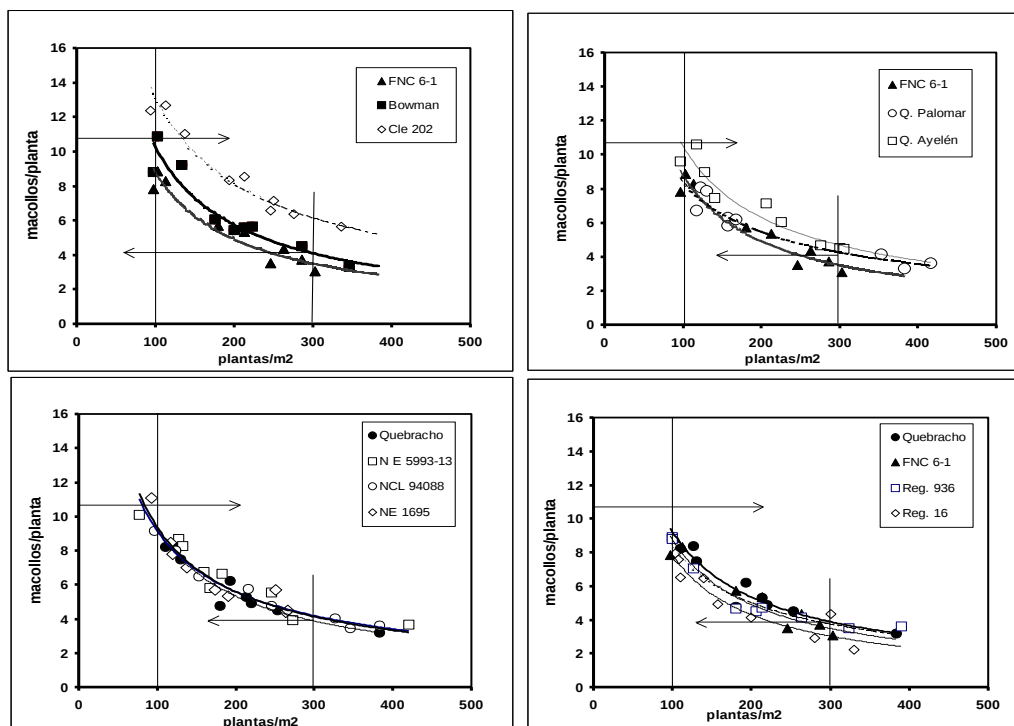
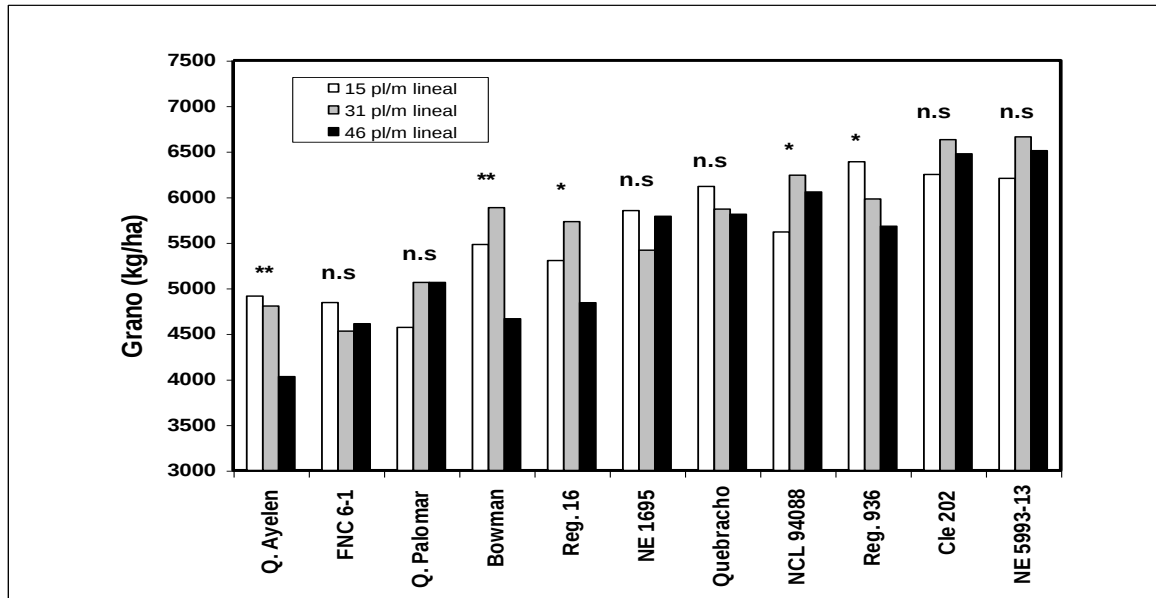


Figura 8 Capacidad de macollaje de cada cultivar. Macollos por planta por cultivar en relación a los testigos en función de la población a Z 3.0.

En la figura vemos que con relación al testigo de mayor macollaje (Bowman), los cultivares CLE 202 y Q. Ayelen presentan un macollaje superior que se mantiene aún a densidades elevadas, particularmente en el caso del primer cultivar. Cuando analizamos la situación de Q. Palomar, podemos observar que este cultivar mantiene el macollaje elevado a poblaciones altas fijando un número de macollos similar a Bowman y Q. Ayelen. Sin embargo presenta igual capacidad de macollaje que FNC 6-1 cuando el nivel de competencia entre plantas es reducido (baja población). Sería un error analizar la capacidad de macollaje para este cultivar a una única población. El resto de los cultivares no presentan diferencias en capacidad de macollaje con relación a E. Quebracho. El caso analizado anteriormente bajo estas condiciones, para el cultivar MUSA 016 el cual presentó un rendimiento más bajo como consecuencia de un menor número de macollos. m^{-2} a Z 3.0 podría ser el resultado de un menor macollaje. Podríamos estar frente a un cultivar con baja capacidad de macollaje, similar al testigo FNC 6-1. Estas diferencias en cuanto capacidad y patrones de macollaje, sumado a las características de crecimiento inicial, llevan a comportamientos diferenciales en el rendimiento en grano en respuesta a la población (Hoffman et al. 1992, Hoffman 1997) (Figura 9).



Plantas.m ⁻¹ lineal																		
15			31			46			15			31			46			
Biomasa total (kg/ha)									Proteína en grano (%)									
Cle 202	11777	b	B	13498	a	A	12808	ab	AB	11,2	b	A	11,3	ab	A	12,8	ab	A
NE 5993-13	12919	ab	A	13485	a	A	13368	a	A	12,3	ab	A	10,8	b	A	11,1	c	A
Reg. 936	13574	a	A	13121	a	A	13481	a	A	12,5	ab	A	11,8	ab	A	13,5	ab	A
NCL 94088	12383	ab	A	13813	a	A	13438	a	A	12,1	ab	A	11,7	ab	A	11,9	bc	A
Quebracho	12055	ab	A	12043	a	A	12921	ab	A	11,9	ab	A	12,0	ab	A	11,9	bc	A
NE 1695	13060	ab	A	13225	a	A	13979	a	A	12,5	ab	A	11,5	ab	A	12,6	bc	A
Reg. 16	12010	ab	AB	12964	a	A	11079	b	B	12,1	ab	A	12,0	ab	A	12,2	bc	A
Bowman	11990	ab	B	13374	a	A	11179	b	B	12,7	ab	A	12,6	ab	A	12,6	ab	A
Q. Palomar	10871	b	B	12134	b	AB	12763	ab	A	11,6	ab	A	11,2	b	A	12,9	ab	A
FNC 6-1	13054	ab	A	12043	b	A	13232	a	A	12,9	a	A	12,9	a	A	14,6	a	A
Q. Ayelen	11378	b	A	11784	b	A	11361	b	A	11,8	ab	A	11,8	ab	A	12,1	b	A
Media	12279			12862			12692			12			12			13		
C.V (%)				8,02									12,3					
Letras mayúscula difieren al 5% entre columnas																		
Letras minúscula difieren al 5% entre filas																		

Letras mayúscula difieren al 5% entre columnas
 Letras minúscula difieren al 5% entre filas

Figura 9. Rendimiento en grano, Biomasa total a cosecha y Proteína en grano, según la población lograda a campo (plantas.m⁻¹ lineal) (P< 0.05 **, P< 0.10)

Como puede observarse en la Figura 9 y en el Cuadro 9, el comportamiento en rendimiento y calidad de grano difiere sensiblemente entre cultivares, a pesar de las características del año. Como será analizada a continuación la respuesta guarda estrecha relación con lo esperado sobre la base de las características de crecimiento inicial y capacidad de macollaje, tanto a nivel de los testigos, los cultivares en segundo año, como los de primer año, excepto para el cultivar NE 1695, para el cual se esperaba mejor desempeño a poblaciones menores.

Cuadro 9- Efecto de la población sobre clasificación y peso de los 1000 granos.

	Plantas .m ⁻¹ lineal																	
	15			31			46			15			31			46		
	Peso de 1000 granos (g)						Clasificación (% 1 ^a +2 ^a)											
Cle 202	34,6	bc	A	32,4	c	B	32,6	bc	B	74,7	ab	A	71,7	b	A	69,0	ab	A
NE 5993-13	42,0	ab	A	40,5	ab	AB	39,7	a	B	86,3	ab	A	80,7	ab	A	81,3	a	A
Reg. 936	40,8	ab	A	38,2	ab	B	35,8	ab	C	81,7	ab	A	76,0	ab	AB	73,3	ab	B
NCL 94088	40,6	ab	A	37,3	b	B	36,9	ab	B	80,0	ab	A	78,3	ab	A	77,3	a	A
Quebracho	43,9	a	A	41,3	a	B	39,5	a	C	88,7	a	A	86,7	a	AB	79,7	a	B
NE 1695	39,8	bc	A	39,1	ab	A	38,5	ab	A	77,7	ab	AB	80,0	ab	A	73,3	ab	B
Reg. 16	39,8	bc	A	38,4	ab	AB	37,0	ab	B	72,3	b	A	71,3	b	AB	63,3	b	B
Bowman	42,2	ab	A	41,6	a	AB	38,0	ab	B	86,3	ab	A	82,3	ab	A	72,0	ab	A
Q. Palomar	38,5	bc	A	37,9	ab	AB	35,1	bc	B	72,7	b	A	72,0	b	A	66,0	b	A
FNC 6-1	42,5	ab	A	41,9	a	AB	39,3	a	C	88,0	a	A	85,7	ab	A	83,0	a	A
Q. Ayelen	36,3	c	A	35,9	bc	AB	31,7	c	C	73,7	b	AB	76,7	ab	A	62,7	b	B

Letras mayúscula difieren al 5% entre columnas

Letras minúscula difieren al 5% entre filas

CLE 202. Este cultivar presentó muy elevado potencial de rendimiento, que se mantiene para estas condiciones a poblaciones elevadas. Sin embargo, a densidades altas aumenta sensiblemente el contenido de N en grano, posiblemente por la reducción en el peso y tamaño de grano. De todas formas debe destacarse que el contenido de proteína en grano es bajo con relación al resto de los cultivares a poblaciones entre 100 a 200 pl/m². El problema del cultivar más importante a ser destacado es el bajo peso y reducida proporción de granos mayores a 2.5 mm. En base a esta información y básicamente por el riesgo de proteína en grano y lo que pueda pasar en años calientes, considerando su elevada capacidad de macollaje, no debería manejarse a más de **30 pl.m⁻¹ lineal** (200 pl.m⁻²).

NE 5993-13. De igual forma que para Cle 202, este cultivar mostró un elevado potencial que también se mantiene a poblaciones elevadas, aunque con menores problemas en peso y tamaño de grano. El mayor contenido de proteína en grano a bajas poblaciones coincide con la relación entre bajas densidades de siembra mayor N en grano. Estos resultados coinciden con lo observado en el año anterior por Hoffman Benitez (2000), en cuanto al potencial superior a E. Quebracho, buen desempeño a poblaciones mayores y niveles menores de proteína en grano. Ambas variedades a pesar de la biomasa producida, presentaron bajos niveles de vuelco y quebrado (Anexo 1). Sobre la base de la información de los dos años de caracterización, este cultivar se presenta como muy plástico frente a la densidad de siembra y podría manejarse un rango de siembra entre las **30 a 40 plantas.m⁻¹ lineal** (200 a 260 pl.m⁻²). En base a esta información y a las características de crecimiento inicial descrita anteriormente, este cultivar podría encuadrarse en el Grupo III:

NCL 94088. Este cultivar confirmando la información de la caracterización del año anterior (Hoffman y Benitez, 2000), presentó un rendimiento igual a E. Quebracho, sin efectos importantes de la población, aunque existe una tendencia al 10 % a que el rendimiento se reduzca a bajas poblaciones. De la información anterior surge que el potencial levemente menor a NE 5993-13, está básicamente explicado por un menor peso de grano particularmente a densidades intermedias. A diferencia de las situaciones de las variedades anteriores, este cultivar presenta un contenido mayor de N en grano independiente de la densidad de siembra. En el Anexo 1, vemos que los

niveles de quebrado y vuelco, fueron altos a densidades entorno a las 45 plantas.m⁻¹ lineal; particularmente en vuelco. Considerando la calidad de grano, el rendimiento en grano y vuelco, y a las características de crecimiento inicial, este cultivar se desempeñaría mejor a densidades medias, entorno a las **33 a 36 plantas.m⁻¹ lineal** y pertenecer al Grupo II de crecimiento inicial.

NE 1695. Para estas condiciones este cultivar arrojó un rendimiento igual a E. Quebracho, y superior a Bowman, independiente de la población. El contenido de proteína así como el tamaño de grano fue aceptable solo a densidades intermedias, mostrando comportamiento más pobres a densidades extremas. Se presenta como un cultivar de elevada producción de biomasa desde temprano, concretando finalmente un bajo índice de cosecha, como consecuencia de una menor fertilidad de tallos. A las densidades mayores, en donde se observó mayor contenido de N en grano y la tendencia a disminuir la proporción de granos mayores a 2.5 mm, puede estar explicado por el alto nivel de vuelco registrado (Anexo 1). Considerando al crecimiento inicial analizado anteriormente, se esperaba reducción de rendimiento a poblaciones elevadas, que como podemos apreciar en la figura 10, no ocurrió. Esto puede deberse a que para este único caso la densidad mayor no superó las 40 pl.m⁻¹ lineal. Bajo estas condiciones y considerando que es un primer año bajo un ambiente muy particular, este cultivar mostró desempeño general mejor a poblaciones medias: **30 a 36 pl.m⁻¹ lineal**.

MUSA 936. Este cultivar presentó un elevado potencial de rendimiento similar a los dos primeros cultivares considerados. Sin embargo a diferencia de ellos el rendimiento no se mantiene al aumentar la población. Perdiendo rápidamente peso y tamaño de grano a mayores poblaciones. El contenido de N en grano fue aceptable a densidades medias. A bajas densidades, la elevada proteína observada, puede explicarse por el efecto directo de la baja población, y a poblaciones entorno a 300 pl/m², debido a la reducción del rendimiento, el peso y la menor clasificación observada. A estos niveles poblacionales (45 pl.m⁻¹ lineal) este cultivar presentó problemas de quebrado de caña y vuelco importantes (anexo 1). Teniendo en cuenta que presenta características de crecimiento similares a Bowman y que es un primer año de caracterización, sería recomendable evitar las densidades altas y manejar para el cultivar poblaciones medias entre las **30 a 33 pl.m⁻¹ lineal**.

MUSA 016. Para este primer año, mostró un potencial de rendimiento más bajo que los dos primeros cultivares analizados, debido a menor peso y N^{to} de granos.m⁻². Aunque no existió efecto significativo de la población a ($P < 0.05$), aunque se observa una tendencia a disminuir el rendimiento a poblaciones mayores, el mejor desempeño de este cultivar se obtuvo a densidades medias, perdiendo calidad a densidades extremas. Podemos observar además, baja la proporción de granos mayores a 2.5 mm, independiente de la población. Esto junto a un potencial de rendimiento inferior a los dos primeros cultivares, pueda explicar el contenido alto de N en grano. Al igual que lo mencionado para MUSA 936, al aumentar la densidad se incrementa particularmente los niveles de vuelco. Es un cultivar que podría exigir un manejo ajustado de la densidad de siembra, entorno a las **33-36 pl.m⁻¹ lineal**. En base a que este cultivar no presentó características de crecimiento inicial adecuadas, podría esperarse para siembras tardías y/o años más cálidos problemas más serios con altas poblaciones.

Quilmes Palomar. Para las condiciones de año y manejo a nivel experimental esta variedad mostró un rendimiento reducido, aunque levemente superior a FNC 6-1. Al igual que lo analizados para MUSA 016, tanto el peso como el tamaño de granos fueron bajos, disminuyendo aún más al aumentar la población. Esto lleva a que el mejor comportamiento se observe a densidades medias. A 46 pl.m⁻¹ lineal, si bien el rendimiento se mantuvo, la calidad de grano, no resultó adecuada tanto por la baja clasificación como por el elevado contenido de N en grano. Al igual que lo comentado para NCL 94088 y MUSA 016, este cultivar exige ajustes precisos en la población. Por encima del rendimiento, parece claro que deben evitarse particularmente las densidades altas ya que además se suman importantes problemas de vuelco (Anexo 1). Los registros de quebrado son elevados y no podrían ser reducidos por el manejo de la población bajo condiciones similares a las imperantes en este experimento. A priori debería manejarse un rango poblacional entre **33 a 36 pl.m⁻¹ lineal**.

Quilmes Ayelen. Este cultivar presentó un comportamiento similar a lo observado en Q. Palomar en cuanto al potencial. Sin embargo, el rendimiento y la calidad de grano se ven sensiblemente afectados a densidades altas. Se observa en promedio bajo peso y proporción de granos mayores a 2.5mm, posiblemente por los serios problemas de vuelco y quebrado generales para todo el rango de población estudiado. El contenido de proteína en grano se elevó por encima de 12% frente a caídas importantes del potencial y peso de grano a poblaciones elevadas. Comparativamente y considerando el rendimiento más bajo, los problemas de vuelco y quebrado, y las fallas de concreción de peso de grano; los niveles de N en grano se mantuvieron por debajo de lo esperable para estas condiciones. Similar comportamiento se observa en Q. Palomar. Por la información recabada para este primer año de caracterización y bajo las condiciones experimentales analizadas anteriormente, no deberían manejarse densidades que superen las **30 pl.m⁻¹ lineal**. Su elevada capacidad de macollaje permitiría un comportamiento mejor a estas densidades que para los casos de los cultivares Q. Palomar y FNC 6-1.

En el siguiente cuadro se presenta el rendimiento para cada variedad ajustado al manejo de la población. Es probable que esta manera de evaluar y comparar a los cultivares sea más justa particularmente en años en los cuales existe un marcado efecto de la población sobre el rendimiento en grano.

Cuadro 10. Rendimiento medio para cada cultivar a su mejor población y variación del rendimiento según población.

Cultivar	Rendim. ajustado por población (Kg/ha)	Rend. Relativo a Rend. FNC 6-1 (%)	Variación del rendim. dado por población(%).
Cle 202	6631a	137	6,1 n.s
NE 5993-13	6601a	136	7,3 n.s
MUSA 936	6388 a	132	9,0 *
NCL 94088	6240 ab	129	11,1 *
Quebracho	6115 abc	126	5,2 n.s
Bowman	5884 bc	122	26,2 **
NE 1695	5851 bc	121	8,0 n.s
Reg. 16	5724 bc	118	12,1 n.s
Q. Palomar	5063 d	105	10,8 n.s
Q. Ayelen	4913 d	101	22,0 **
FNC 6-1	4842 d	100	9 n.s

Medias con la misma letra no difirieron entre sí (P< 0.08).

En base a la información de Cuadro 10 y considerando que los problemas sanitarios fueron controlados desde muy temprano, permitiendo mantener este experimento libre de enfermedades, al compararse el rendimiento del cultivar a su mejor población estaríamos pudiendo evaluar el potencial libre de defectos de manejo. Es probable que para años con mayores diferencias en rendimiento dado por la población se genere un contraste aún mayor. Comparando esta información con la presentada en el Cuadro 5, vemos que se alteran el comportamiento de algunos cultivares. A modo de ejemplo Bowman aparece con un rendimiento superior a los tres últimos cultivares cuando se le ajusta la población.

A modo de resumen de los trabajos anteriores y de la información recabada en el año 2000, se presenta en el siguiente cuadro el rango de población recomendada para cada cultivar caracterizado.

Cuadro 11 Rangos óptimos de población (pl.m^{-1} lineal) para cada cultivar en base a la información de caracterización de cultivares realizado por la Facultad de Agronomía..

	<i>Rango óptimo de siembra (plantas.m⁻¹ lineal.)</i>						
	24	27	30	33	36	40	44
<i>MN 599</i>							
<i>Bowman</i>							
<i>Norteña Carumbé</i>							
<i>Norteña Cangüe</i>							
<i>Clipper</i>							
<i>Diamalta</i>							
<i>NCL 94088</i>							
<i>E. Quebracho</i>							
<i>Perún</i>							
<i>Norteña Daymán</i>							
<i>NE 5993-13</i>							
<i>NE 1695</i>							
<i>Reg. 16</i>							
<i>Q. Palomar</i>							
<i>Musa 936</i>							
<i>Q. Ayelen</i>							
<i>Cle 202</i>							

Nota: Los últimos seis cultivares tienen solo una cuantificación primaria del rango de población al que se ajustarían, en la medida que solo es información de un año.

V. BIBLIOGRAFÍA.

Fischer, R.A. 1985. Number of Kernels Wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J.Agric.Sci.Camb., 105,447-461

Hoffman E, Ernst, O. 1992. Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la determinación del rendimiento. In II Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay..

Hoffman ,E; Ernst, O; Brassetti,D; Bentancur, O. 1993. Análisis y caracterización de patrones de crecimiento inicial en 11 variedades de cebada , In IV Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. Palmar. Uruguay.

Castro, A; Hoffman, E; Ernst, O. 1994. Caracterización y agrupamiento de 11 cultivares de cebada cervecera por ciclo, rendimiento en grano, sus componentes y calidad. In V Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervequera. Colonia. Uruguay.

Castro, A; E; Ernst O; Hoffman, . 1994. Uso de características morfofisiológicas en la selección en planta aislada en cebada cervecera (resultados preliminares). . In V Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervequera. Colonia. Uruguay.

Hoffman E, Siri G, Ernst O 1994. Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares en función de la caracterización de su crecimiento inicial en condiciones de invernáculo. In. V reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervequera. Colonia.

Castro.A Ersnt O, Hoffman E, Bemntancur O. 1997 Characterization Trthrough growth cicle and growth pattern,yield and yield components and grain quality of the barley germplasm in Uruguay. 1996 In VII Internationals Barley Genetics Symposium Saskatoom. Canadá.

Hoffman, E y Benitez , A 1998 Caracterización de cultivares de Cebada Cervera. Caracterización de Aphrodite, Dephra y Cli 3. Informe de resultados a CYMPAY SA y MUSA SA. Facultad de Agronomía.

Hoffman, E y Benitez , A. 1999 Caracterización de cultivares de Cebada Cervera. Caracterización de Norteña Carumbe , Perún y Norteña Cangue. Informe de resultados a CYMPAY SA. Facultad de Agronomía.

Kemanian, A. y L.Viega. 1999. Dinámica de la acumulación de nitrógeno en el grano de cebada (*Hordeum vulgare* L.). Actas III Congreso Latinoamericano de Cebada. Colonia, Uruguay.

Hoffman, E y Benitez , A. 2000 Caracterización de cultivares de Cebada Cervera. Caracterización de NE 111, Norteña Dayman y Diamalta. Informe de resultados a CYMPAY SA. Facultad de Agronomía.

VI. ANEXOS.

Anexo 1. Quebrado y vuelco para cada cultivar en función de la densidad de siembra.

	Quebrado					Vuelco										
	D 1	D 2	D 3	Media	*	D 1	D 2	D 3	Media							
NE 5993-13	0,5	a	1,0	a	1,0	a	0,8	f	0	a	1	a	2	a	0,9	d
Cle 202	0,3	a	1,2	a	1,2	a	0,9	f	0	a	1	a	1	a	1,0	dc
FNC 6-1	1,3	a	1,2	a	1,3	a	0,9	f	1	a	1	a	1	a	1,1	dc
Quebracho	0,5	a	0,7	a	1,7	a	1,2	ef	2	a	2	a	2	a	1,8	bcd
Reg. 16	1,8	a	1,2	a	2,3	a	1,3	def	1	a	2	a	3	a	2,2	abcd
NCL 94088	0,5	a	1,3	a	1,8	a	1,5	cdef	1	a	2	a	4	a	2,3	abc
Reg. 936	1,7	a	2,0	a	2,5	a	1,8	cdef	2	a	2	a	3	a	2,6	abc
Bowman	1,7	a	2,3	a	2,7	a	2,1	bcd	2	a	3	a	4	a	2,8	ab
NE 1695	1,2	a	1,5	a	1,8	a	2,2	abc	2	a	3	a	3	a	2,8	ab
Q. Palomar	2,7	a	2,3	a	2,3	a	2,4	ab	2	a	4	a	4	a	3,2	a
Q. Ayelen	2,8	a	2,8	a	3,0	a	2,9	a	3	a	3	a	4	a	3,3	a
Media	1,4		1,6		2,0				1,5		2,2		2,8			
C.V (%)	31,5								39,1							

letras diferentes en la fila difieren significativamente al 5%

* letras diferentes en la columna, difieren significativamente al 5%

Anexo 2. Sumatoria de temperatura y días de ciclo para cada cultivar a Z 2.2, Z 3.0, Floración y Espigazón.

	Z 2.2		Z 3.0		Floración(Z 4,7)		Espigazón	
	S.Térmica (° día)	Duración (días)	S.Térmica (° día)	Duración (días)	S.Térmica (° día)	Duración (días)	S.Térmica (° día)	Duración (días)
Reg16	431	32	674	51	1075	79	1118	82
Bowman	443	33	677	51	1076	79	1129	83
Reg936	459	35	703	54	1115	82	1180	86
Quebracho	457	35	696	52	1126	82	1180	86
NE5993-13	442	33	705	53	1127	82	1185	86
NCL94088	452	34	698	53	1155	84	1218	88
Q Ayelen	448	34	724	54	1172	86	1225	89
FNC6-1	423	32	698	53	1155	84	1227	89
QPalomar	441	33	705	53	1181	87	1241	90
NE1695	446	33	724	54	1194	88	1248	90
Cle202	458	35	779	58	1212	89	1304	94

Nota:

Es probable que existan modificaciones para cultivares que puedan presentar respuesta al fotoperíodo, como puede ser el caso del cultivar Cle 202, Bowman, E.Quebracho (Germán com.pers.). En los sucesivos trabajos se tratará de incorporar la época de siembra para determinar la suma térmica para cada estadio.

RESPUESTA A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL

DE:

INIA CABURE- T 713 - PROSEDEL PLATA(T605)

Esteban Hoffman y Andrea Benítez. EEMAC. Facultad de Agronomía.2000

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Las necesidades de lograr ajustes precisos en la densidad de siembra en trigo, surge del marco general de racionalización de los distintos factores de producción. En este sentido, la información nacional muestra la conveniencia en trigo de abandonar en primera instancia, las recomendaciones de 300 plantas.m⁻²(Hoffman 1995). Las claras ventajas en cuanto a la mejora del rendimiento, la calidad y reducción de los costos, han llevado a la disminución de la densidad de siembra utilizadas actualmente en Cebada Cervecera. La forma en como los distintos cultivares, responden a diferentes medidas de manejo, esta íntimamente relacionado con las características de crecimiento inicial y patrón de crecimiento.

Dada la aparición de nuevos cultivares y la necesidad de ajustar tempranamente la población a cada uno de ellos, surge la necesidad de conocer el patrón de crecimiento y las características de crecimiento inicial

En este sentido, Hoffman et. al., (1993) agruparon (4 grupos) los materiales de cebada usados a nivel productivo en nuestro país, según características de crecimiento inicial como ser: área foliar a tres hojas, momento de comienzo de macollaje, presencia del macollo del coleoptile (T₀), sincronización y peso de macollos, y velocidad de macollaje. Estos cuatro grupos de características de crecimiento diferentes , presentan respuesta diferencial a la densidad de siembra (Hoffman-Benítez, 1998,1999 y 2000).

Los objetivos de este trabajo son:

- 1) **General.** Generar información sobre el patrón de crecimiento inicial y caracterizar a distintos cultivares de trigo.
- 2) **Particular.** Caracterizar nuevos materiales procedentes del Programa de Mejoramiento de PROSEDEL. (INIA Caburé, T605 y T713).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el invierno de 1999 en la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú. Se evaluaron 3 cultivares del Programa de Mejoramiento de la empresa PROSEDEL (INIA Cabure, T 713 y T 605).

Los testigos comerciales usados fueron : Prointa Quintal, Prointa Superior e INIA Mirlo.

El trabajo consta de dos partes:

- a) **caracterización a campo:**

Se realizó en parcelas experimentales de 8 m de largo y 1.2 m de ancho, en 4 bloques, en donde se trabajó con poblaciones objetivo diferentes: 100, 200 y 300 plantas.m⁻², sembradas a 15 cm de distancia entre hileras. Por las lluvias registradas en Junio y Julio, la siembra se realizó el 4 de agosto, con una sembradora experimental Wintersteiger. En cada parcela se marcaron 2 metros lineales, en los cuales se realizaron las siguientes determinaciones:

- Número de plantas logradas
- Patrón de macollaje
- Componentes de rendimiento.

b) caracterización en invernáculo:

La siembra se realizó en recipientes de 40 x 60 cm x 20 cm de profundidad, determinándose:

1. Área foliar a 3 hojas (10 plantas marcadas nacidas el mismo día)
2. Inicio de macollaje, filocrón plastocrón (hasta 30 días post-emergencia)
3. Evolución de macollaje cada tres días a todas las plantas
4. Peso de planta y tallos en forma individual

RESULTADOS

A) Caracterización del ambiente de producción

En el cuadro 1 se presenta el rendimiento potencial promedio del ensayo y los principales componentes del mismo.

Cuadro 1- Rendimiento en grano promedio y componentes, para el experimento a campo.

Rendim. (kg/ha)	Pl./m²	Mac. Máx.	Fert. (%)	Esp./m²	Gr-/esp-	P1000	Granos/m²
2057.0	204.0	629.0	47.1	289.0	24.0	30.5	6759.0

En la siguiente figura podemos observar el régimen térmico del año, comparado con el observado durante 1997 y 1998.

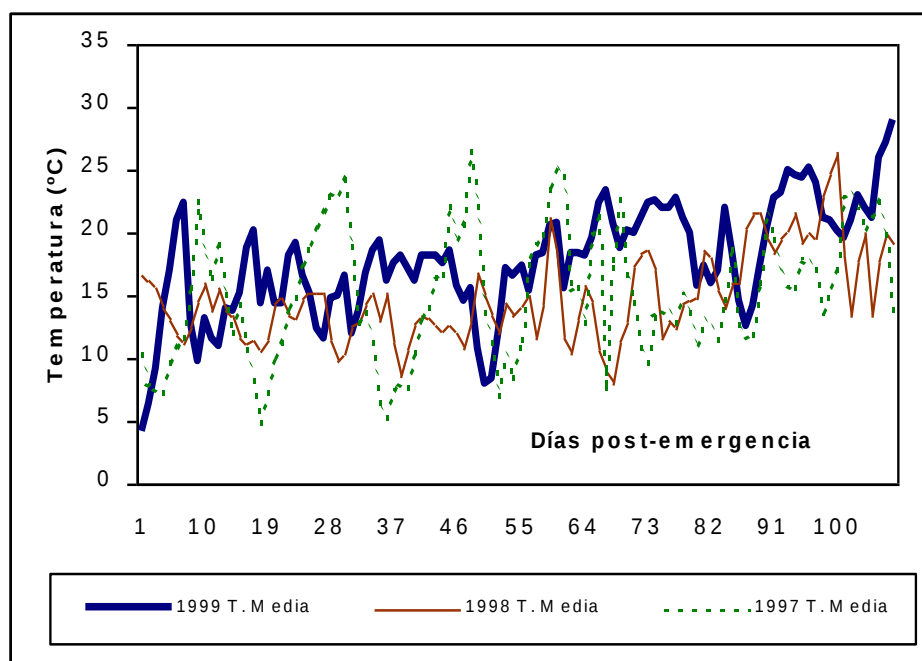


Figura 1- Temperatura media (°C) a partir de emergencia para los años 1997, 1998 y 1999.

Si bien durante 1999, las oscilaciones de temperaturas no son tan extremas como las que se registraron en 1997, el año resultó más caliente que el año anterior. El resumen hasta Z 30, se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2- Régimen térmico desde emergencia a Z 3.0

	Temp. Prom.	Días con +de 20°C	Días con + de 28°C
1997	15	30	10
1998	13	15	0
1999	15.4	33	3

Al problema de altas temperaturas, se suma el déficit hídrico que sufrieron los cultivos a partir del mes de agosto. Como se observa en la figura 2, los promedios mensuales de precipitaciones a partir de agosto fueron significativamente inferiores a la media histórica .

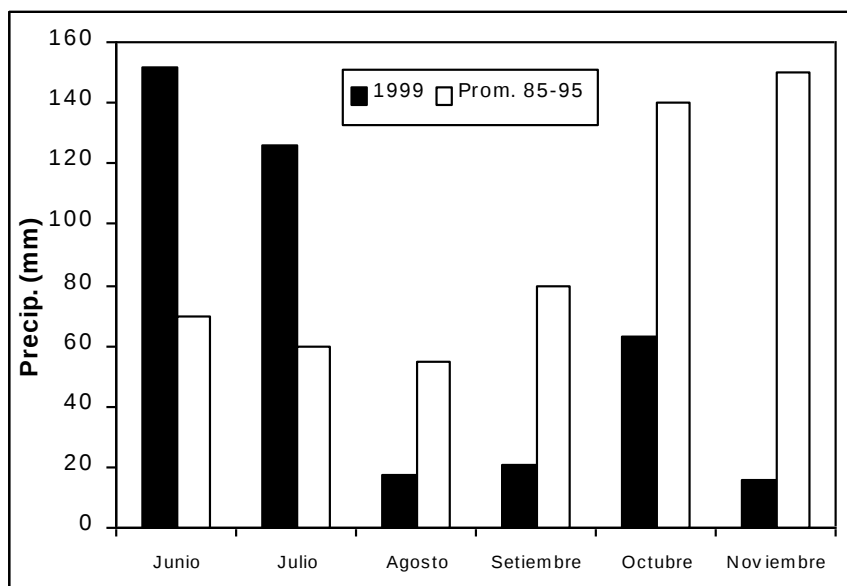


Figura 2- Precipitaciones mensuales del período junio-noviembre para el año 1999 y el promedio histórico 1985-1995, para Paysandú.

Los cultivos sufrieron una severa deficiencia hídrica en los momento de mayor consumo y concreción de potencial (encañado). Los registros muestran precipitaciones 40% por debajo de los registros considerados normales.

B) Respuesta a la población. Rendimiento y componentes.

En la siguiente gráfica se presenta la relación entre la población lograda y el rendimiento para todos los cultivares.

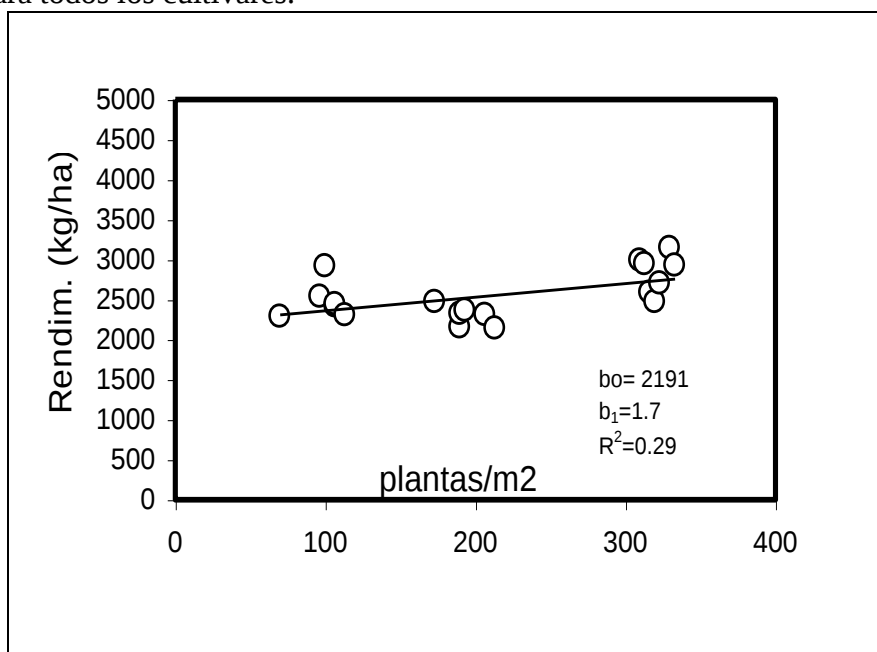


Figura 3- Rendimiento en grano en función de población final lograda.

Como se puede observar en la figura 3, a pesar de las características del año y la época de siembra tardía, no se encontró respuesta en grano al aumento de la población para el promedio de todos los cultivares.

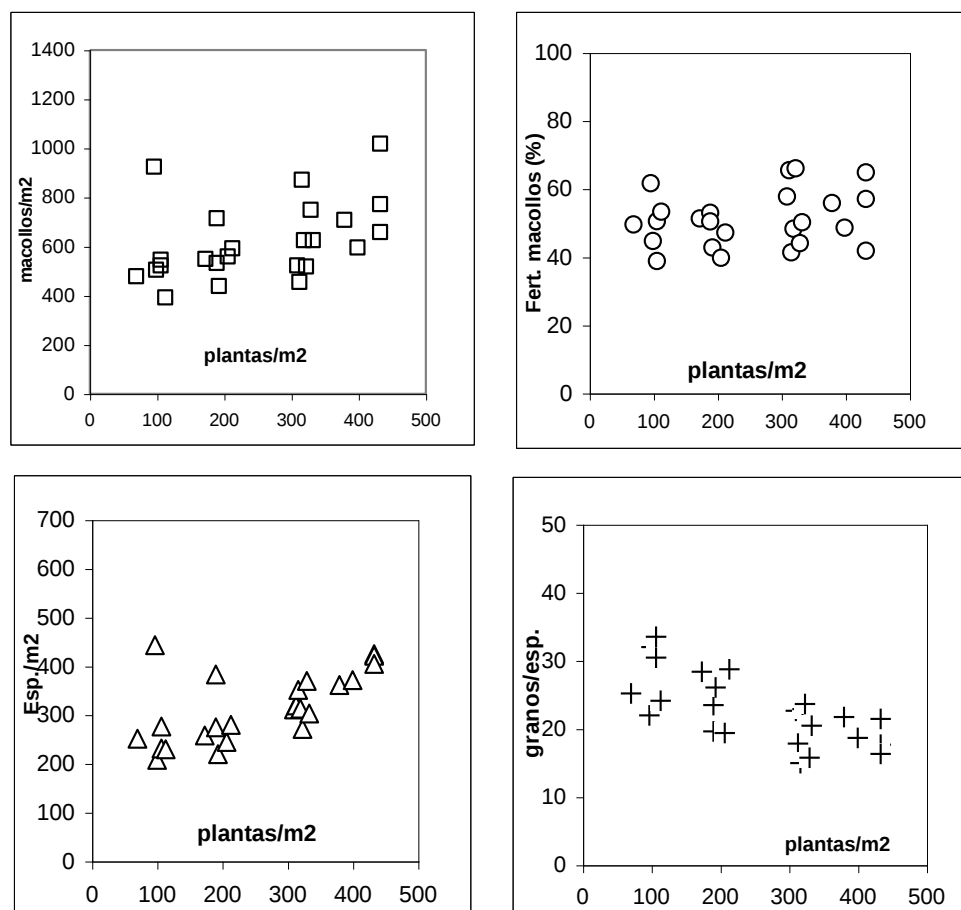


Figura 4- Macollos. m^{-2} , fertilidad, espigas. m^{-2} y granos por espiga, en respuesta a la población.

Debido a las características climáticas del año, se observó una seria limitante al macollaje. Esto determinó bajo número de macollos (< 1000 macollos. m^{-2}) y por lo tanto asociación importante entre esta variable y las plantas logradas. En la medida que por el bajo número de macollos, su fertilidad varió poco, el aumento en la población para estas condiciones llevó a un incremento en el número de espigas. m^{-2} . Como es de esperar bajo nuestras condiciones, el aumento de la población va asociado a la reducción de los granos / espiga, perdiéndose la relación entre rendimiento en grano y la población (Hoffman et al 1992, Hoffman 1995).

B) Caracterización de crecimiento inicial.

El crecimiento inicial de los cultivares esta relacionado con su comportamiento posterior a campo (Hoffman et al, 1994), así como su respuesta a las distintas practicas de

manejo. A continuación se presenta las características diferenciales de los tres materiales evaluados.

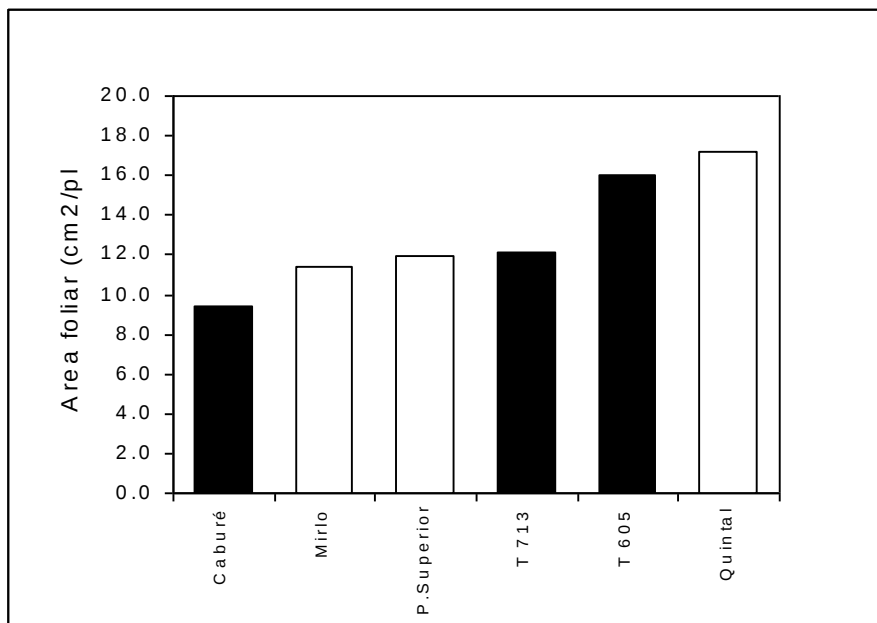


Figura 5.- Area Foliar por planta ($\text{cm}^2\text{pl}^{-1}$) a tres hojas, por cultivar en invernáculo.

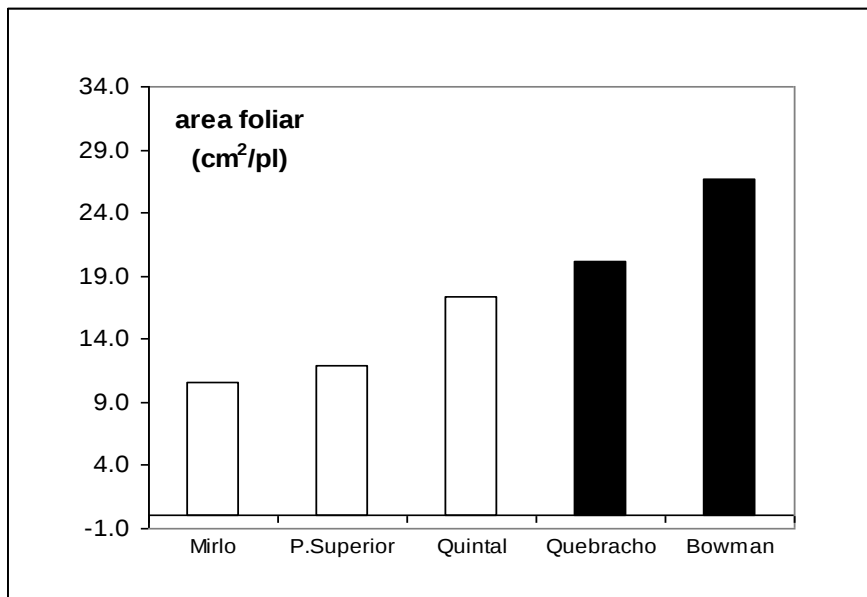


Figura 6. Area foliar por planta ($\text{cm}^2\text{pl}^{-1}$), para los tres testigos y los dos testigos de cebada Cervecera.

El área foliar a tres hojas es uno de los determinantes importantes del tamaño inicial de planta. Podemos apreciar que I.Caburé, presenta una planta muy chica comparada con los testigos. El cultivar T 605, de los tres materiales evaluados es quien presenta el mayor tamaño de planta, similar a las plantas grandes de P.quintal. De todas formas de la figura 6, podemos concluir que estamos frente a cultivares de trigo con plantas más chicas que las de

Cebada. Es probable que en trigo la influencia del AF/planta como determinantes de la competencia temprana por luz, sea menor que en Cebada Cervecera. En las condiciones de mayor temperatura del invernáculo (+ 4 C° en relación al campo), a las que se vieron sometidas las plantas de los distintos cultivares evaluados, llevó a que macollasen escasamente, inclusive alguno de ellos casi no lograron macollar. En todos los casos las altas temperaturas determinaron que no se iniciara la emisión del primer macollo hasta las 4 hojas/planta, cuando lo normal es que este aparezca a tres hojas (Haun del Tp.= 3).

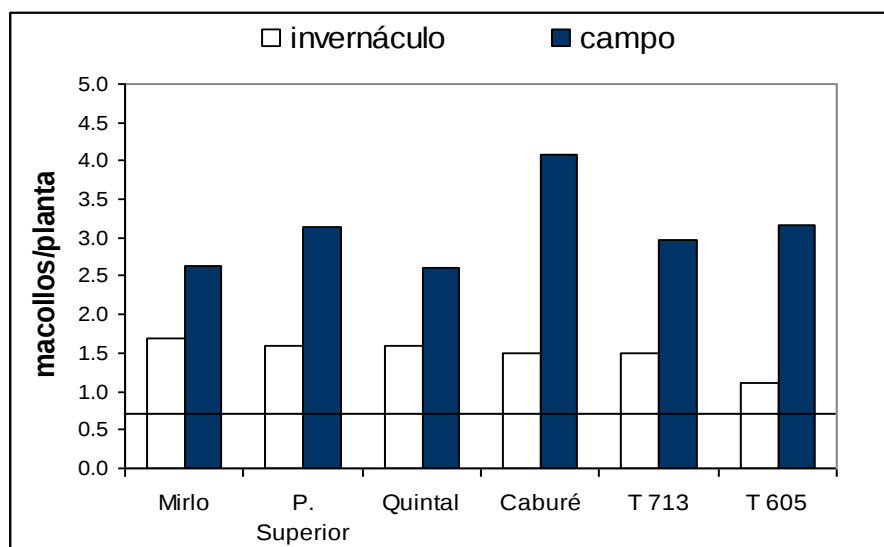


Figura 7.- Promedio de macollos.planta⁻¹ para los distintos cultivares a igual población(200 pl.m⁻²)., bajo dos condiciones contrastantes (Campo e invernáculo).

Para el caso particular del T 605, la elevada temperatura evito que este cultivar iniciase el macollaje. En la figura 7 podemos apreciar que los cultivares T 605 e INIA Caburé, fueron los que en términos relativos resintieron más su macollaje como consecuencia del aumento de temperatura. En el caso de I.Caburé, fue además el cultivar con mejor desempeño en el campo. Cabe resaltar que los tres cultivares mostraron en el campo un macollaje mayor o igual al testigo de mayor capacidad de macollaje (P.Superior).

Cuadro 3- Comportamiento en invernáculo para todos los materiales caracterizados.

	P.Quint.	P.sup.	I.Mirlo	I.Caburé	T .713	T. 605
Haun Tp a inicio de macollaje	4.4	4.3	4.6	S/d	4.1	S/d
Plantas macolladas(%)*	50	50	75	0	38	0
Plantas macolladas que saltean el T ₁ (%).	75	50	33	0	33	0

*.- Proporción de plantas que mostraron macollaje en las plantas marcadas

S/d.- No existió macollaje en las plantas marcadas.

Si bien el macollaje para todos los cultivares, comenzó muy tarde, los cultivares nuevos mostraron el comportamiento más pobre, bajo condiciones de alta temperatura. Se confirma que las altas temperatura, llevan a un retraso en el inicio de macollaje, reduciendo

la proporción de los macollos más productivos, como el T₁. En este caso una proporción importante de las plantas, se saltaron el T₁, en particular, Prointa Quintal. Frente a elevados niveles de competencia, la oportunidad de sobrevivencia es mayor en los macollos que nacen de la axila de la primer hoja(T₁), así como su productividad. Esto determina diferencias en la fertilidad y rendimiento/tallo entre cultivares, al aumentar la densidad de siembra

C) Comportamiento de los materiales en condiciones de campo.

En la siguiente figura se presenta el patrón de macollaje por cultivar, para el promedio de las poblaciones estudiadas.

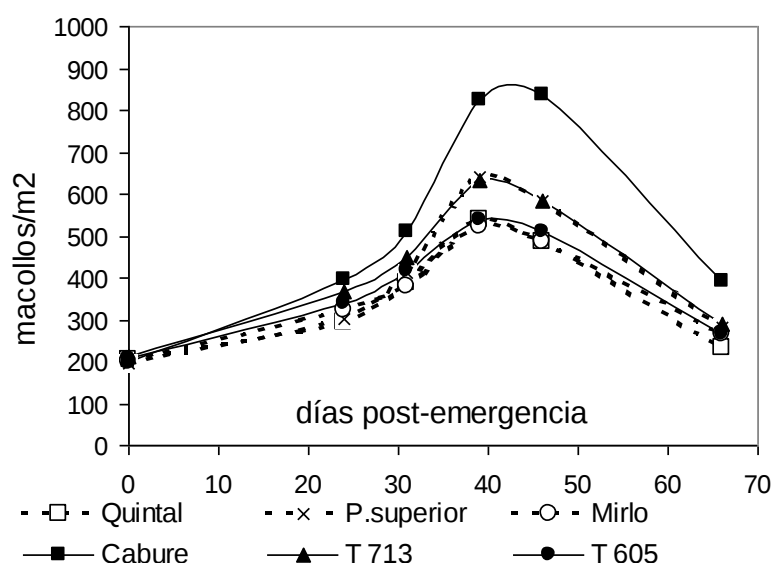


Figura 8- Evolución del número de macollos. m^{-2} de todas las variedades, para el promedio de población (204 plantas- m^{-2}).

Vemos que en promedio el cultivar I.Caburé, a pesar de las condiciones logra un Nro. de macollos/m² importante, destacándose en relación a los otros cultivares. El resto de las variedades en promedio no parecen diferenciarse, aunque P.superior y el cultivar T 713, estarían en un segundo grupo en cuanto al número de macollos. m^{-2} a campo. Sin embargo la forma correcta para poder evaluar las diferencias en capacidad de macollaje entre cultivares es analizarla en respuesta a la población (Figura 9).

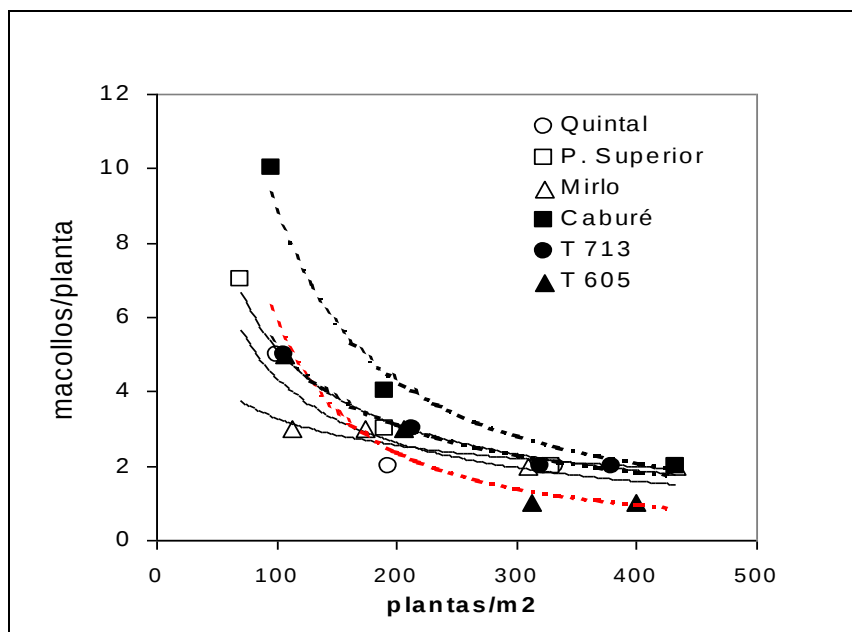


Figura 9- Macollaje máximo por planta y por cultivar, en función de la población.

Al dejar a cada cultivar macollar libremente, I.Caburé muestra una elevada capacidad de macollaje. Con buena capacidad de macollaje para las condiciones experimentales, y en una posición intermedia, se ubicaron los cultivares T.713 y T605. Esta situación cambia radicalmente al aumentar la población. I.Caburé y el cultivar T605, son quienes más reducen el macollaje al aumentar la población, aunque a distintos niveles de macollos.planta⁻¹. El resto de los cultivares no diferencian entre si. En la siguiente figura, se presenta en número final de espigas, para cada cultivar.

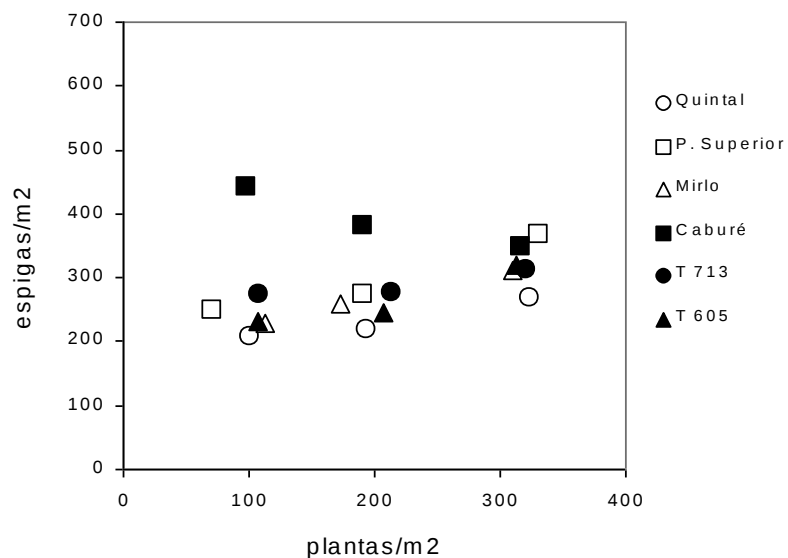


Figura 10- Espigas.m⁻² a cosecha por cultivar en función de la población.

Como resultado de las diferencias en cuanto a capacidad de macollaje y sensibilidad a la competencia, surge el Nro. final de espigas. m^{-2} para cada cultivar, frente al cambio en la población. En la figura 10, vemos que la mayor diferencia se observa justamente a poblaciones bajas. En esta situación I.Caburé se destaca, en relación a los otros cultivares, que presentan una relación inversa a este cultivar. Si bien a 300 plantas. m^{-2} , la diferencias entre cultivares son menores, se da en el rango de máxima respuesta (250 a 380 espigas. m^{-2}). Es así que se logran diferencias entre cultivares que pueden llegar a ser significativas en determinar el rendimiento final (100 esp. m^{-2} de diferencia entre P.Quintal y P.Superior).

En la figura 11, se observa que el tamaño de las espigas disminuye para todos los cultivares frente al aumento de la población. También se puede observar que existe relación entre las variedades que alcanzan mayor número de espigas, como resultado de una mayor capacidad de macollaje y el menor número de granos por espigas final (I.Caburé y P.superior).

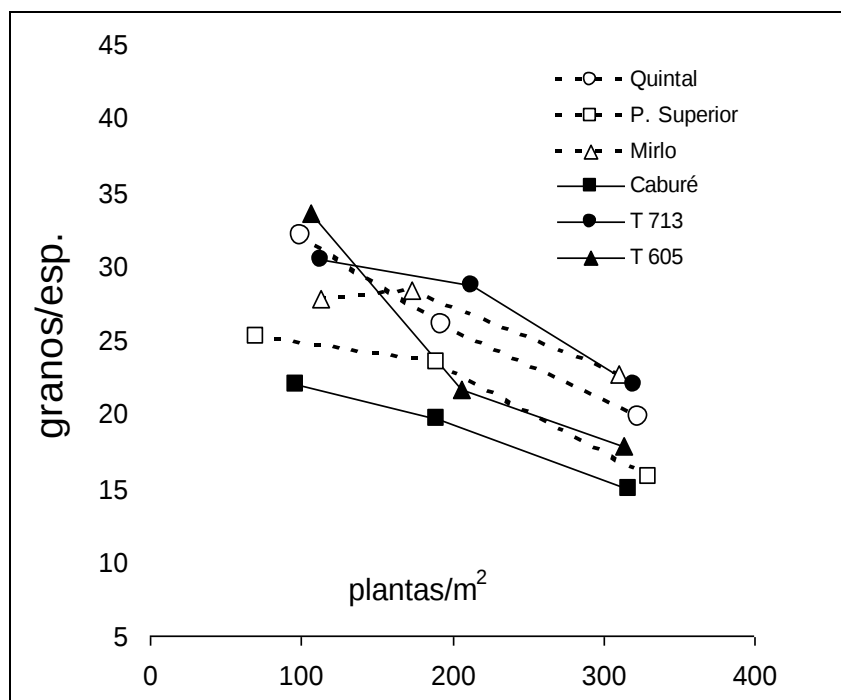


Figura 11- Tamaño de espigas(granos.espiga⁻¹) por variedad, en función de población .

INIA.Mirlo, Prointa.Quintal y los cultivares T713 y T605, muestran mayores tamaños de espigas, sin embargo estas se modifican en forma diferente frente al aumento de la competencia para cada cultivar. Mientras INIA Mirlo y T.713, logran mantener su posición relativa en el tamaño de espiga, el Cultivar T 605, de igual manera que lo observado en su capacidad de macollaje(Fig.9), reduce en forma muy importante el número de granos.espiga⁻¹, frente al aumento de población.. Este comportamiento de ser la característica de la variedad (ya que puede ser una respuesta a las condiciones de sequía), llevaría a que este cultivar se comporte mejor a poblaciones bajas a intermedias, al igual que el cultivar I.Cabure, aunque por razones diferentes. En el caso de este último, es muy elevada capacidad de macollaje, llevado a que ambos componentes del rendimiento se vean

afectados al aumentar la densidad de siembra. El cultivar T 713, tendría un comportamiento intermedio entre ambos. Tomado como característica positiva la capacidad de macollaje de P.Superior y superando ampliamente su tamaño de espiga. P.Quintal , aparece perdiendo una porción importante de su potencial de rendimiento por espiga, en la medida que el aumento de densidad lleva a que la espiga tenga un 32% menos de granos y a diferencias del resto de los cultivares, también disminuye el peso de grano. Esto fue reportado para este cultivar por Hoffman-Ernst 1999.

En la figura 12 y el cuadro 4, se muestra el rendimiento en grano en términos relativos y los componentes del rendimiento en respuesta a la densidad de siembra, para los testigos y los tres cultivares evaluados.

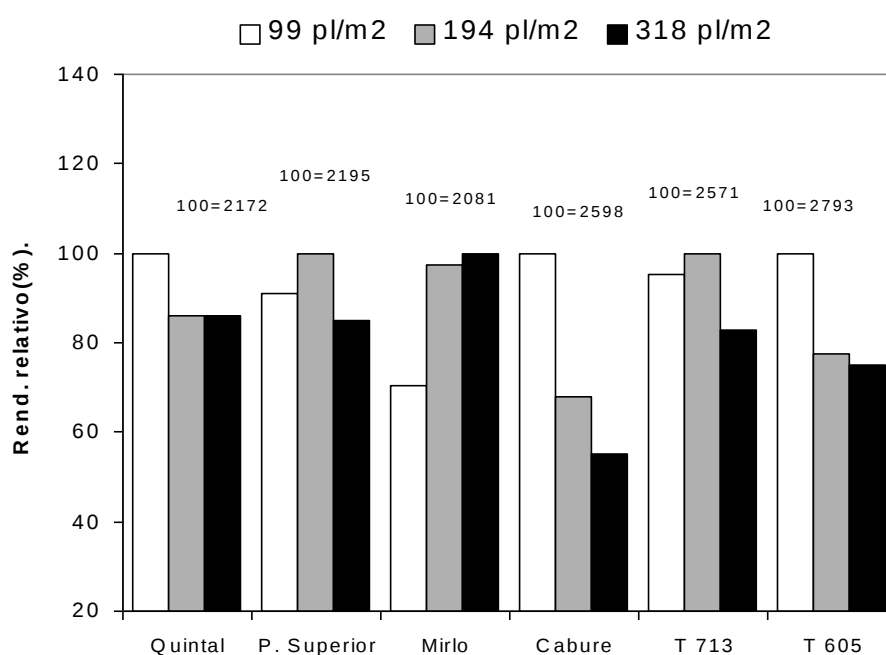


Figura 12- Rendimientos relativos de los cultivares evaluados en respuesta a la población.

Cuadro 4.- Rendimiento y componentes. para los testigos y los tres cultivares evaluados.

	Plantas/m ²	Kg/ha	Gran/m ²	Esp./m ²	Gr./esp.	P.de grano
P.Quintal	100	2172	6660	208	32	33
	193	1741	5727	220	26	32
	323	1995	5971	271	22	31
P. Superior	70	1997	6340	251	25	31
	190	2195	6447	275	23	33
	330	1864	5824	370	16	32
I-Mirlo	113	1462	5540	230	24	26
	173	2029	7326	258	28	28
	310	2081	7056	311	23	29
I.Cabure	97	2598	9732	443	22	27
	190	1766	7517	383	20	23
	316	1430	5260	351	15	27
T 713	107	2448	8414	276	30	29
	213	2571	8035	280	29	32
	320	2134	7161	313	23	30
T 605	107	2793	7759	231	34	36
	206	1682	4745	245	19	37
	313	2093	4817	270	18	36

Cabe resaltar, que a pesar de las características del año y considerando que el potencial de los distintos cultivares fue seriamente afectado por las condiciones climáticas, la respuesta de los testigos a la densidad de siembra coincide con lo esperado. Esto es ;

- ❑ INIA Mirlo. Testigo de respuesta a mayores poblaciones.
- ❑ Prointa Superior. Testigo de respuesta a poblaciones intermedias.
- ❑ Prointa Quintal. Testigo de respuesta a bajas poblaciones.

Si bien este es el primer año de caracterización de estos tres nuevos cultivares, podemos comentar su comportamiento relativo en relación a los testigos conocidos.

INIA Caburé. Cultivar de ciclo medio-largo, con gran capacidad de macollaje. La estrategia para el cultivar pasa por el Nro. de espigas. Altas densidades de siembra limitarían las posibilidades de expresión del potencial del cultivar bajo condiciones similares a las registradas en este año. Como no se pudo analizar características básicas de su crecimiento inicial en invernáculo, dependemos del segundo año para realizar afirmaciones contundentes.

T. 713. Cultivar equilibrado, de planta media y sin limitantes en capacidad de macollaje, superando el potencial de Superior, dada su capacidad para mantener su buen potencial por tallo. Apareta ser en un cultivar plástico, con adaptación a un rango amplio de densidades de siembra. De mantenerse este comportamiento no es recomendable altas densidades de siembra.

T.605. Cultivar con características que lo hacen semejante a P.Quintal, planta grande y capacidad de macollaje sin limitantes, aunque se muestra muy sensible al aumento de la población, reduciendo el macollaje y rendimiento por tallo en forma importante a poblaciones consideradas normales para otros cultivares. Las condiciones de evaluación

(alta temperatura y déficit hídrico), no permitieron evaluar la capacidad del cultivar para sostener una relación de equilibrio entre espigas.m⁻² y potencial por espiga a poblaciones medias. **La alta sensibilidad que mostró el cultivar a la competencia debe ser estudiada en condiciones favorables, así como la características del crecimiento inicial que pueden determinarla. Su comportamiento en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Trigo, hace pensar que, muestra un comportamiento diferente al observado.**

BIBLIOGRAFIA.

Hoffman 1995. Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. I.Trigo. Revista Cangüe. Año II. Nro. 3. EEMAC-Facultad de Agronomía.

Vallo-Zarauz 1987. Manejo de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en trigo, sobre dos rastrojos de cultivos de verano.Tesis. Ing.Agr.Facultad de Agronomía. Uruguay.

Hoffman et al.1993. Análisis y caracterización de los patrones de crecimiento inicial en 11 variedades de Cebada Cervecera. IV. Reunión Nacional de investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Palmar. Uruguay.

Hoffman et al. 1994. Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares de Cebada Cervecera, en función de la caracterización de su crecimiento inicial, en condiciones de invernáculo. V. Reunión Nacional de investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia. Uruguay.

Hoffman-Ernst 1999. Densidad de siembra en Trigo. ¿ Que pasas con la siembra en bandas?. Revista Cangüe. Nro. 18. EEMAC-Facultad de Agronomía.

Hoffman-Benitez 1998. Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la densidad de siembra en Cebada Cervecera. Cultivares Perún, Norteña Cangüe y Norteña Carumbe. Informe de Servicio contratado por CYMPAY SA.

Hoffman-Benitez 1999. Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la densidad de siembra en Cebada Cervecera. Cultivares Otis, Norteña Dayman y NE 111. Informe de Servicio contratado por CYMPAY SA.

CARACTERIZACION DE NUEVOS CULTIVARES DE TRIGO

**Prosedel Plata (T 605), T 713, INIA Caburé
INIA Tijereta e INIA Boyero.**

**INFORME PRESENTADO A
PROSEDEL SRL**

**FACULTAD DE AGRONOMIA
EEMAC
Paysandú, Diciembre del 2001**

CARACTERIZACION VARIETAL DEL CRECIMIENTO INICIAL Y RESPUESTA A LA POBLACION EN TRIGO : INIA Caburé, T 605 (Prosedel Plata), T 713, INIA Tijereta e INIA Boyero

Esteban Hoffman¹
Andrea Ben tez²
Mónica Cadenazzi³

I. ANTECEDENTES

La necesidad de ajustar precisamente la densidad de siembra en trigo, surge del marco general de racionalización de los distintos factores de producción. En este sentido, la información nacional muestra la conveniencia en trigo de abandonar en primera instancia, las recomendaciones de 300 plantas.m⁻² (Hoffman, 1995). Las ventajas en cuanto a la mejora del rendimiento, la calidad y reducción de costos, han llevado a la disminución de la densidad de siembra utilizada actualmente en Cebada Cervecera. La aparición constante de nuevos cultivares y la relevancia de ajustar el manejo de la población tempranamente en cada uno de ellos, crea la necesidad de conocer las bases de respuesta de cada nuevo cultivar

El tipo de respuesta de los distintos cultivares, a diferentes medidas de manejo, está íntimamente relacionada con el patrón de crecimiento, particularmente con las características de crecimiento inicial (Hoffman et al. 1992, Hoffman y Benitez 2000., Hoffman et al. 2001., Hoffman y Benítez 2001)

En este sentido, Hoffman et al., (1993) agruparon en 4 grupos a los materiales de cebada usados a nivel productivo en nuestro país, según características de crecimiento inicial como ser:  rea foliar a tres hojas, inicio de macollaje, presencia del macollo del coleoptile (T0), sincronización y peso de macollos, y velocidad de macollaje.

Hoffman, Siri y Ernst, (1994), muestran que las características de crecimiento inicial, pueden ser estudiadas con mayor precisión en invernáculo y que el comportamiento en estas condiciones guarda estrecha relación con lo observado a nivel de campo. Castro, Siri y Hoffman, (1994), a su vez reportan que estas características están correlacionadas con el desempeño a campo de un cultivar, permitiendo eliminar tempranamente cultivares con características de crecimiento iniciales indeseable para nuestras condiciones.

El trabajo que ha venido realizando la facultad de Agronomía desde 1996, muestra para Cebada Cervecera que existe asociación estrecha entre la respuesta a la población de un cultivar y el grupo de crecimiento al cual pertenece. (Hoffman-Benítez, 1998, 1999, 2000 y 2001). La información disponible para trigo también muestra que existe variabilidad importante en el tipo de respuesta a la población de distintos cultivares (Hoffman, 1995, Hoffman-Ersnt, 1999 y Hoffman-Benítez 2000). El método de caracterización de Cultivares propuesto para Cebada cervecera por Hoffman-Benítez (1999), permite estudiar las características de crecimiento antes mencionadas en invernáculo y campo, y su relación con la respuesta a la población de los nuevos cultivares, en contraste con testigos de comportamiento conocido.

¹ Ing.Agr. Profesor Adjunto de Cereales. Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Uruguay

² Ing.Agr. Ayudante de Investigación. Cereales. Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Uruguay

³ Ing.Agr. Ayudante Estadística y Cómputos. Facultad de Agronomía. Uruguay

En el año 1999 se iniciaron los trabajos de caracterización de cultivares de trigo, caracterizándose tres materiales de la empresa PROSEDEL SRL: INIA Caburé, y las líneas T 605 (Prosedel Plata) y T 713.

Para las severas condiciones de deficiencia hídrica imperante durante el invierno y primavera de 1999, el cultivar INIA Caburé, mostró elevada capacidad de macollaje, a diferencia de las líneas T 605 y T713. Bajo estas condiciones tanto I.Caburé y T605, presentaron elevada sensibilidad a la competencia entre tallos, reduciendo sensiblemente el macollaje, fertilidad de macollos y número de grano.espiga⁻¹ al aumentar la población. Esto llevó a que el mejor desempeño de ambos cultivares para condiciones de deficiencia hídrica en primavera, se lograra con poblaciones muy bajas (15-20 pl.m lineal⁻¹, 100 a 150 plantas.m⁻²). A diferencia de los cultivares anteriores, la línea T 713, de mediana capacidad de macollaje, baja sensibilidad a la competencia entre tallos, mantuvo la fertilidad y el tamaño de espigas a pesar de las condiciones climáticas, a poblaciones altas (> 40 pl.m lineal⁻¹). Este cultivar presentaría una estrategia para construir el potencial equilibrada entre en número de espigas y los granos.espiga⁻¹. Esto le conferiría estabilidad frente a variaciones en las condiciones climáticas. INIA Caburé y la línea T 605, difieren sensiblemente entre sí en cuanto a la importancia de cada componente. Mientras que el primero depende del macollaje y fertilidad de espigas, en la medida que sus espigas son de mediano potencial, sucede lo contrario con T 605. El cultivar T 605 por lo tanto mostraría dependencia de buenas condiciones ambientales durante la primavera para expresar su potencial por espiga. Para ambos casos las elevadas temperaturas afectaron sensiblemente el macollaje (bajo las condiciones de alta temperatura promedio durante el período de macollaje en invernáculo (17 °C), no macollaron), por lo que sería especialmente recomendable en base a lo observado durante 1999, evitar las siembra tardías (Hoffman-Benítez 2000).

Los objetivos del programa de caracterización son: 1-Completar el segundo año de caracterización de los cultivares de trigo evaluados en el año 1999/00 (INIA Caburé, T 605 y T 713) y caracterizar a dos nuevos cultivares: INIA Tijereta e INIA Boyero. 2-De acuerdo a las características de crecimiento inicial, capacidad de macollaje, y a la relación entre estas características y la respuesta en rendimiento y calidad de grano a la población, definir el rango óptimo para cada cultivar.

II.- MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el invierno de 2000 en el campo Experimental de la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú. Los cultivares evaluados pertenecen: a PROSEDEL Ltda. (INIA Caburé, T 713, y T 605) y a INIA (INIA Tijereta e INIA Boyero).

Los testigos comerciales usados fueron: Prointa Quintal, cultivar que responde a poblaciones bajas (20 a 25 plantas.m⁻¹ lineal –120 a 150 pl.m⁻²) (Hoffman-Ernst 1999), Prointa Superior, cultivar plástico que muestra mejor comportamiento entorno a densidades medias (30 a 35 plantas.m⁻¹ lineal - 180 a 220 pl.m⁻²), INIA Mirlo, de los tres es el que por sus características de crecimiento muestra mejor desempeño a poblaciones mayores (40 a 45 plantas.m⁻¹ lineal – 240 a 270 pl.m⁻²) (Hoffman-Benítez 1999).

En la caracterización a campo, el diseño experimental utilizado es un factorial completo de población por cultivar en bloque completos al azar con tres repeticiones.

Las poblaciones objetivo son: 15, 30 y 45 plantas.m⁻¹ lineal (100, 200 y 300 plantas.m⁻²). Y los cultivares son los mencionados anteriormente.

La siembra se realizó el 21 de junio, en parcelas de 5 m de largo y 0.9 m de ancho. La distancia entre hileras es de 15 cm. Las determinaciones realizadas fueron: número de macollos.m⁻² a Z 3.0, Z 4.9 y cosecha, MS/ha a cosecha, fecha de ocurrencia y acumulación de temperatura del aire base 0 °C, a Z 2.2, Z 3.0, floración, espigazón, rendimiento en 5 m², espigas, granos/espiga y peso de 1000 granos a cosecha (3 submuestras de dos metros lineales cada una), proteína y peso hectolítrico.

Para la caracterización en invernáculo se sembraron los materiales en tarrinas de 60*40*20 cm, determinándose: área foliar a tres hojas en 8 plantas marcadas nacidas el mismo día, emisión de hojas y macollos de cada planta mediante escala Haun (1975), en las plantas marcadas. Evolución de macollaje cada tres días en todas las plantas, plantas sin macollar y con ausencia de T₁, peso fresco por planta y por tallos a los 30 días post-emergencia.

III.- CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS

En la siguiente figura se presenta la información sobre el régimen térmico e hídrico del año 2000, en relación al promedio histórico y al año anterior.

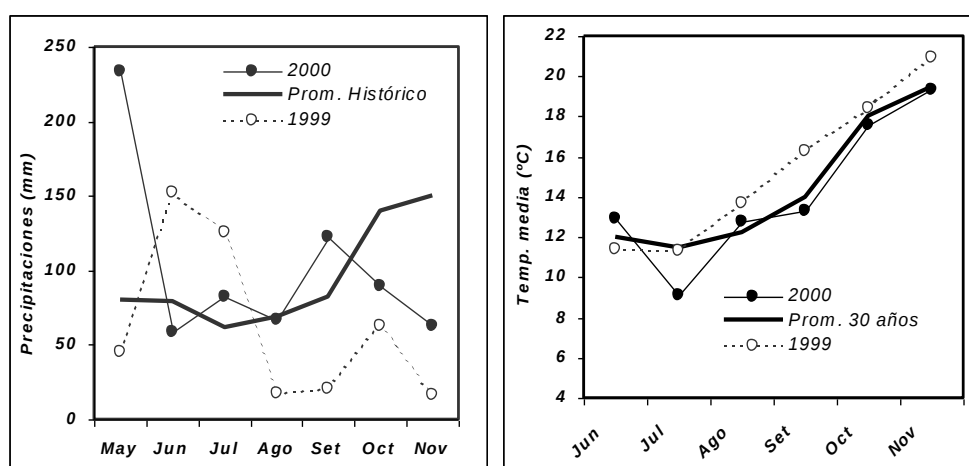


Figura 1- Temperatura media y precipitaciones mensuales de junio a noviembre para el año 1999 y 2000, en relación con el promedio histórico de 30 años.

El año 2000, fue sensiblemente más frío que el año anterior, particularmente durante el mes de Julio. La temperatura en este mes puede ser considerada de la más baja de la serie histórica y como será analizado posteriormente determinará cambios importantes en la dinámica de macollaje. Las condiciones climáticas durante la primavera pueden considerarse óptimas tanto por el régimen térmico como hídrico.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen del régimen térmico para los años 1999 y 2000.

Cuadro 1- Régimen térmico desde emergencia hasta Z 3.0, del año 2000, en relación al año anterior.

	Temperatura media	Días con más de 20°C	Días con más de 28 °C
Año	(°C)	Días	
1999	15,4	33	3
2000	11.4	5	0

Para el año 2000, la temperatura fue sustantivamente más baja que para el año anterior. Durante los primeros 50 a 60 días de ciclo no existieron golpes de calor (días con más de 28 ° C), observándose una elevada proporción de días fríos (días por debajo de 20 °C).

En la figura 2 se presenta la información sobre Coeficiente Fototermal (Q), el cual relaciona la radiación total interceptada por el cultivo ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{día}$) y la sumatoria de temperatura media por sobre 4.5 °C, en el período 30 días pre-antesis. La duración de la etapa de crecimiento de la espiga y su tamaño final, esta directamente relacionado con el Q (Fischer, 1985). Por tanto este índice está fuertemente relacionado con la concreción del potencial de rendimiento del cultivo (granos/m^2) (Fischer, 1985). Los valores observados de Q para el año 2000 son elevados, en la medida que en años normales este valor oscila entorno a 1.2 para el Uruguay. Estos registros se explican tanto por las bajas temperaturas, como por los elevados niveles de radiación interceptada durante este período.

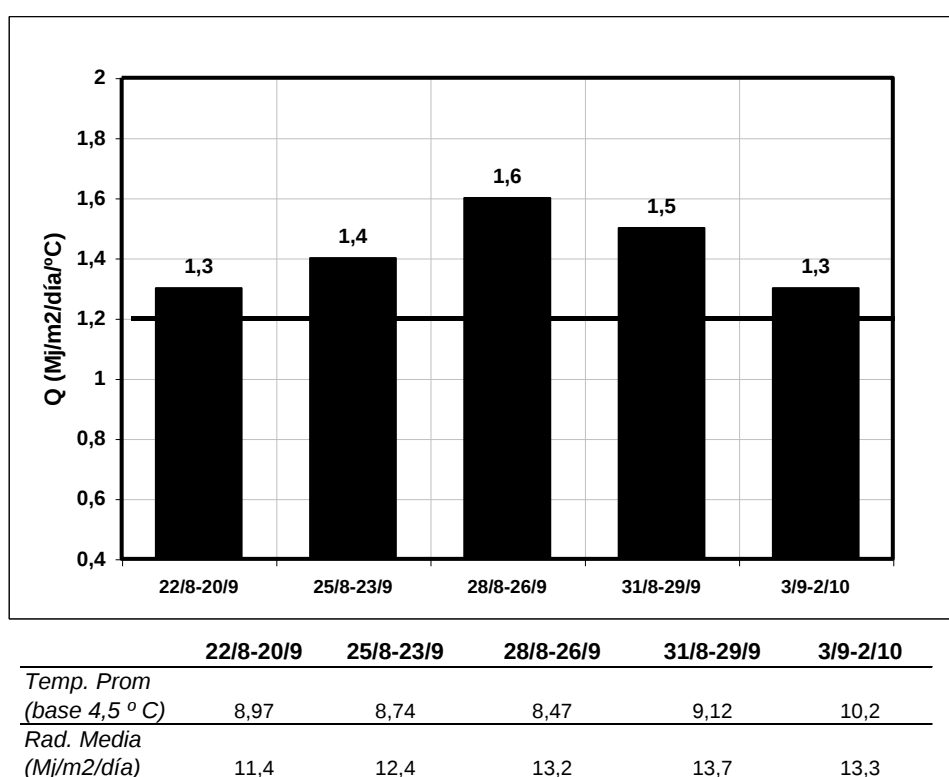


Figura. 2- Valores de coeficiente fototermal (Q), para 5 sub-períodos consecutivos de 30 días, desde fin de agosto.

En base al trabajo realizado en trigo para la región por Abatte *et.al*, (1990), es factible esperar para valores de (Q) de 1.6, potenciales entorno a 15000 $\text{granos}.\text{m}^{-2}$. Como puede observarse en el cuadro 7, el potencial promedio de los testigos se situó levemente por encima de este valor (15.690 $\text{granos}.\text{m}^{-2}$)

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Caracterización del crecimiento inicial

Parte del método para caracterizar a los nuevos cultivares promisorios, consiste en estudiar bajo condiciones controladas en invernáculo las características de crecimiento inicial de los distintos cultivares (Hoffman y Benítez 1999). En estas condiciones se puede realizar el seguimiento día a día del patrón de emisión de hojas y tallos, así como otras características de planta que están relacionadas con el comportamiento a campo (Hoffman *et al.* 1994, Castro, Ernst y Hoffman 1994). En el siguiente cuadro se presenta el comportamiento promedio de los testigos bajo condiciones de invernáculo, para el año 2000 y el año 1999.

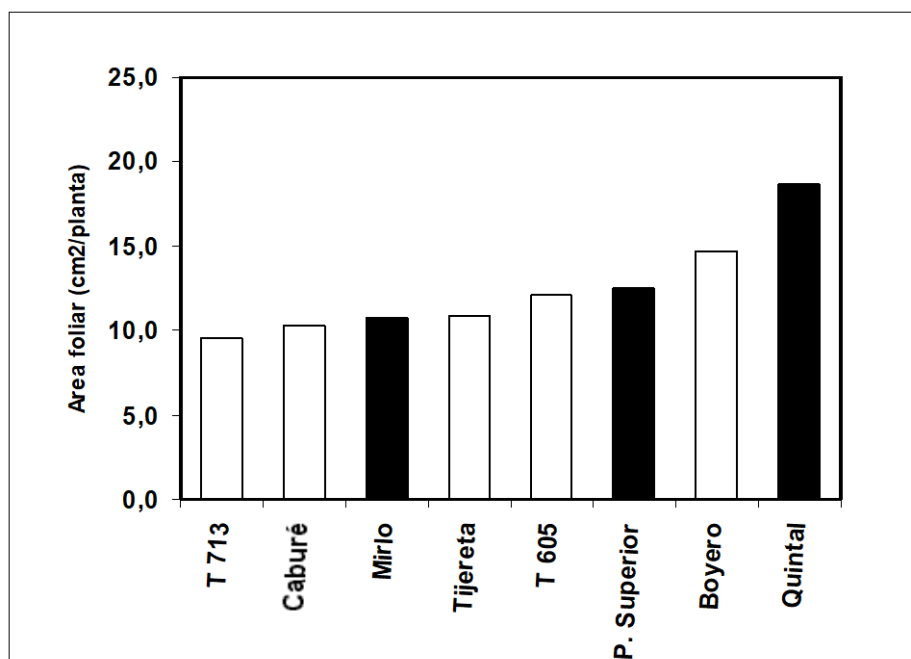
Cuadro 2- Componentes del crecimiento inicial en condiciones de invernáculo para los testigos (Prointa Quintal, Prointa Superior e INIA Mirlo), en los dos años de caracterización. (Temperatura promedio en invernáculo: 16.9 y 14.3 °C para el 1999 y 2000 respectivamente).

	Macollaje relativo(%)	Comienzo de macollaje		Sincronización (días entre Tp y T2)
		(Días)	(Haun del Tp)	
1999	68	25,8	4,2	27,1
2000	100	27,6	3,3	33

Vemos que cuando la temperatura es más elevada, el Tp se mantiene emitiendo solamente hojas, retrasándose el inicio del macollaje. Esto determina una reducción importante en el macollaje. La sincronización (diferencia en días entre el Tp y el T₂), fue menor para el 2000, como resultado de las bajas temperaturas, lo que lleva a un período mayor para completar la suma térmica necesaria para la emisión de cada nuevo macollo (plastocrón).

Los cultivares difieren entre sí en cuanto al conjunto de características que permiten definir el tipo de crecimiento inicial, los cuales son analizados en términos comparativos con los tres cultivares de crecimiento conocido en la Figura 3 y el Cuadro 3).

Figura 3- Area foliar por planta (cm²), a tres hojas(Z 2.0) en invernáculo



Cuadro 3- Variables que definen el crecimiento inicial en invernáculo para todas la variedades en estudio en relación a los testigos, para el año 2000.

	Comienzo de macollaje		Sincronización (Dif Tp-T ₂)		N° de plantas que no macollan	Plantas que saltan el T1 (% de las que macollan)
	(Días)	(Haun del Tp)	Días	PesoV (g)		
P. Superior	27,7	3,4	34	1,39	0	12,5
Quintal	28,8	3,4	34,1	1,97	0	87,5
Mirlo	26,2	3,2	31,8	1,38	0	12,5
Tijereta	24	3	31	0,95	0	0
Caburé	24,3	3,1	37,6	1,29	0	0
T 605	35,2	4,6	35,2	1,55	0	87,5
T 713	35	4,9	35	1,28	20	0
Boyero	45,5	6,1	41	2,52	40	100

En primer lugar, los testigos repitieron el comportamiento que de ellos era esperable. En este sentido Prointa Quintal es el testigo de planta más grande, comenzó el macollaje más tarde, y mostró menor sincronización. Hoffman-Benítez (2000), reportan para este cultivar elevada proporción de plantas que saltan el macollo principal (T₁); iguales resultados se observan para el año 2000. INIA Mirlo, es el testigo más equilibrado, mostrando una planta chica, aparición temprana del primer macollo y de macollaje sincronizado. Prointa Superior similar a I. Mirlo, y como será analizado posteriormente difiere de este en la capacidad de macollaje.

Para las variedades de segundo año de caracterización, el cultivar **INIA Caburé**, presentó una planta chica, comenzando muy temprano el macollaje, sin embargo la sincronización en días es peor a la de I. Mirlo, aunque como puede verse en el cuadro 3, la diferencia en peso entre el Tp y T₂, es baja. El comportamiento de este cultivar en el 2000 puede considerarse muy bueno, en la medida que el año anterior con elevadas temperaturas no macolló. Atrasos en la época de siembra, o golpes de calor por períodos cortos pueden afectar sensiblemente su macollaje y contribuir al aumento en la desincronización. Esto podría en parte estar explicando la desuniformidad fenotípica observada durante 1999 en algunas chacras. Como será analizado posteriormente, su elevada capacidad de macollaje permitiría pensar que no debería ser sembrado a poblaciones elevadas. El cultivar **T 713**, muy similar a P. Superior, mostró una planta chica a tres hojas y mejor sincronización en peso a pesar del retraso en el inicio del macollaje, que este testigo. Esto permitiría un buen desempeño a poblaciones cercanas al límite superior del rango de población recomendada para las condiciones del Uruguay. El Cultivar **T 605** (Prosedel Plata), en el año anterior fue sensiblemente afectado por la temperatura y el déficit hídrico de primavera. Para este año comenzó el macollaje tardíamente, se mostró desincronizado y con similar comportamiento al descrito para P. Quintal, en cuanto a la supresión del T₁. Por su limitada capacidad de macollaje, se podría pensar en aumentar la población, sin embargo es probable que por lo comentado anteriormente no soporte elevados niveles de competencia.

De los dos cultivares evaluados por primera vez: **INIA Tijereta**, presentó excelentes características en cuanto al crecimiento en los primeros estadios. Podemos observar que esta variedad, presenta una planta chica, inicia muy temprano el macollaje, y presentó muy buena sincronización general. A su vez todas la plantas macollaron y en ellas se observa un 100% de presencia de T₁. Situación opuesta fue registrada en el cultivar **INIA Boyero**. Sus características son similares a P. Quintal, planta grande, aparición muy tardía del primer macollo (6 hojas en el Tp), macollaje muy desincronizado y ausencia del macollo de mayor productividad (T₁). Es factible que

este cultivar a pesar de su reducida capacidad de macollaje, la cual será analizada posteriormente, vea resentido su rendimiento a poblaciones elevadas. En la siguiente figura se compara el patrón de macollaje y emisión de hojas de una planta tipo de I. Boyero en relación a I. Mirlo e I. Tijereta.

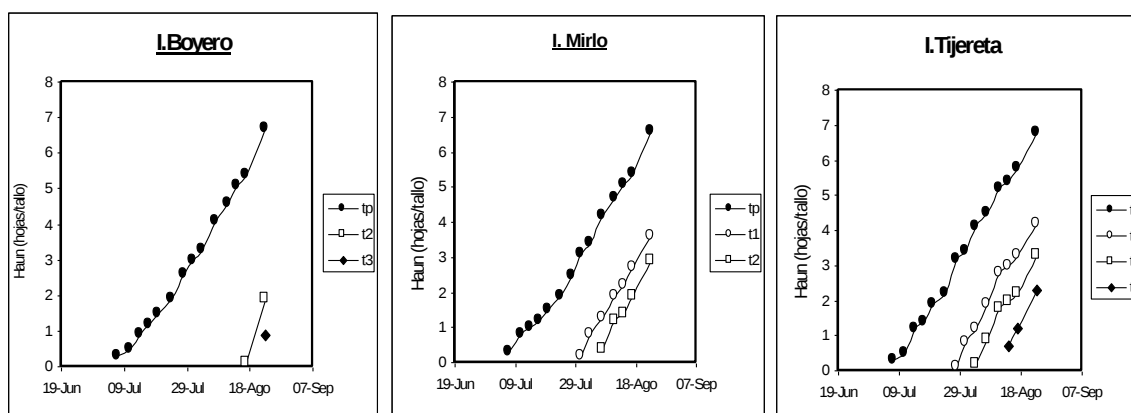


Figura 4. Patrón de emisión de hojas y macollos de INIA Boyero, en relación a INIA Mirlo e INIA Tijereta. (Este patrón de emisión de hojas se determinó en invernáculo a una temperatura promedio de 14.3 °C de emergencia a Z 3.0).

El filocrón del Tp ($6.67 \text{ días.hoja}^{-1}$ y 95 °C.hoja^{-1}) no cambia entre estos tres cultivares. Se puede observar gráficamente en la figura, el problema mencionado anteriormente para el tipo de planta de INIA Boyero. Además del menor número de macollos.planta⁻¹, estos son al mismo momento más jóvenes por ser 100 % T₂, y además emergen mas tardíamente que los T₂ de los otros dos cultivares. Este comportamiento nos llevaría a pensar que una planta como la de I. Boyero no estaría preparada para situaciones de elevada competencia a poblaciones altas. De comprobarse esto el incremento en la densidad de siembra como estrategia para compensar el bajo macollaje, podría agudizar aún más el problema.

A modo de resumen en la figura 5, se presenta para este año, las relaciones entre el comienzo del macollaje y los efectos sobre la sincronización para todos los cultivares.

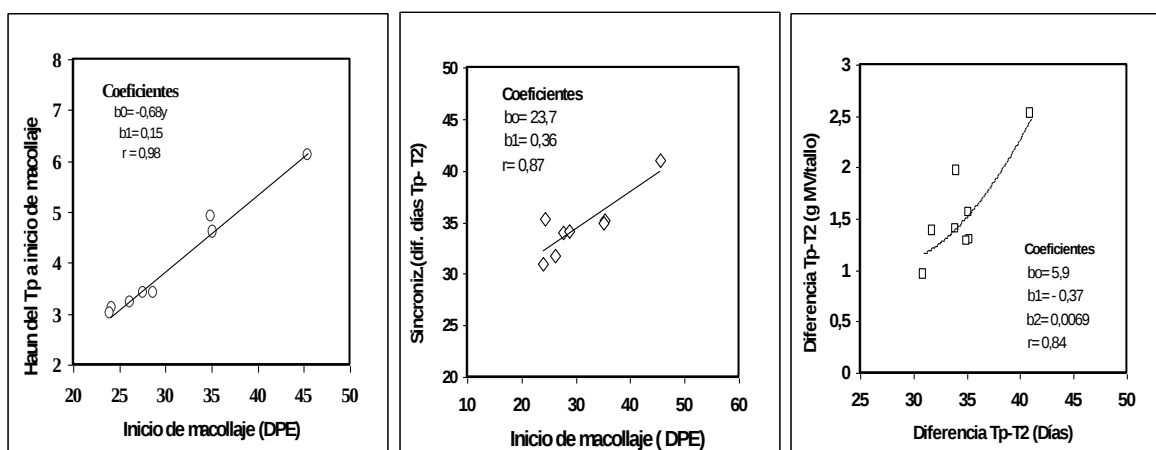


Figura 5 Efecto general del inicio de macollaje, sobre la sincronización de los tallos.

Cultivares con un importante rezago en el inicio del macollaje, como fuese comentado anteriormente para INIA Boyero, lleva a que el primer macollo aparezca cuando el Tp ya presenta mucho más de tres hojas. Esta situación determina que la estructura de planta al final del macollaje sea inadecuada (elevada desincronización), para enfrentar el proceso de intensa competencia durante el encañado. En la figura 6, se presenta la influencia del momento de inicio del macollaje sobre el número de macollos.planta⁻¹, para todos los cultivares.

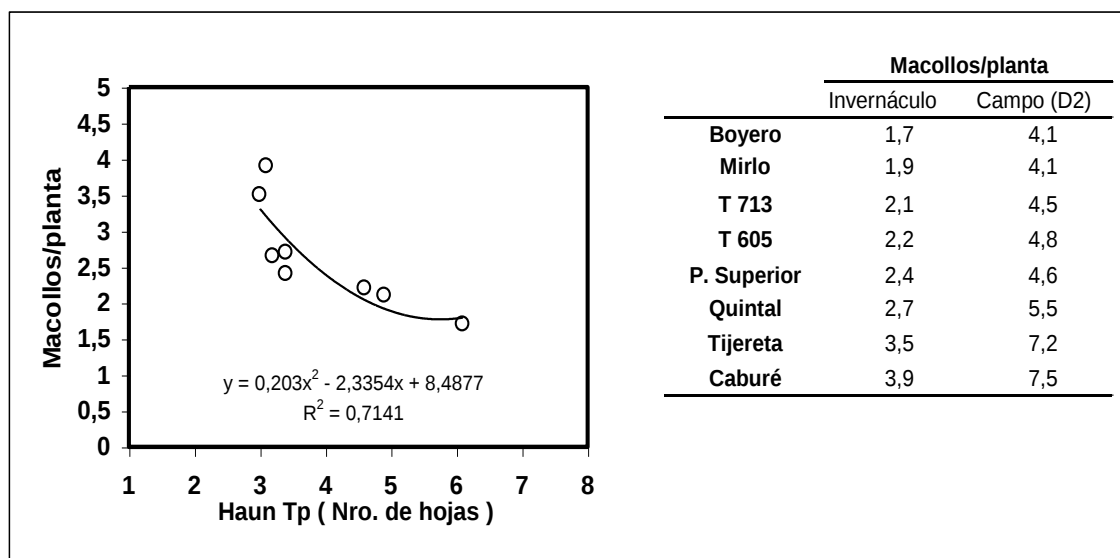


Figura 6- Relación entre el Haun del Tp al inicio de macollaje y el número máximo de macollos.planta⁻¹ en invernáculo y campo, para todos los cultivares evaluados.

El retraso en la aparición del primer macollo independientemente del cultivar, llevó a una reducción importante en el macollaje máximo de cada cultivar. Por tanto es factible que el retraso del inicio del macollaje de un cultivar determine en primer lugar menor capacidad de macollaje y en segundo lugar, reducciones en el número de espigas y granos.espiga⁻¹, afectando el rendimiento potencial, especialmente cuando la población sea elevada.

2. Resultados del experimento realizado a nivel de campo.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados promedio de rendimiento y componentes, del ensayo realizado a campo en el año 2000.

Cuadro 5- Rendimiento en grano (kg.ha⁻¹) y componentes, para el promedio del experimento a nivel de campo.

Plantas/m ²	190
Macollos/m ² máximo	982
Fertilidad de tallos(%)	55
Espigas/m ²	523
Granos por espiga	30
Granos/m ²	15690
Peso de Grano (g)	35
Rendimiento en grano (kg/ha)	6088
Peso hectolítrico	77
Proteína en grano (%)	13,5

Nota: el número máximo de macollos se logró a Z 3.0.

Resultado del elevado número de granos.m⁻² el rendimiento medio del experimento supera los 6000 kg.ha⁻¹, el cual puede ser atribuido a las condiciones climáticas y de manejo del experimento. En promedio se obtuvo un número óptimo de plantas, tallos máximos a Z 3.0 y fertilidad por tallo (Hoffman y Ernst, 1992), determinando un número alto de espigas asociado a un promedio adecuado de granos.espiga⁻¹. El peso de grano medio es elevado, sobre todo considerando el número de granos.m⁻² llenos. En cuanto a la calidad, el peso hectolítrico puede considerarse normal y el contenido promedio de proteína en grano muy alto (Ernst *et al.* 1999,2000,2001).

Dadas las bondades climáticas del año, el ajuste del manejo realizado, y considerando que se mantuvo libre de enfermedades desde temprano (Z 3.0), podemos en este experimento evaluar las diferencias reales de potencial entre los distintos cultivares. En la figura 5, se presentan los resultados promedio para cada una de las variedades en cuanto a rendimiento, biomasa total e índice de cosecha .

Cuadro 6- Rendimiento (kg.ha⁻¹), biomasa total (kg.ha⁻¹) e índice de cosecha (%), para todas las variedades

Variedad	Rendim. (kg/ha)		Biomasa total (kg/ha)		I. de cosecha (%)	
Caburé	6929	a	15101	bc	46	ab
T 713	6410	b	14270	c	45	b
T 605	6320	b	14228	c	44	bc
Mirlo	6206	b	12812	d	48	a
Tijereta	5999	bc	17941	a	33	e
Quintal	5751	cd	13861	cd	41	d
Boyero	5666	cd	16223	b	35	e
P. Superior	5424	d	12948	cd	42	cd
Media	6088		14673		41,70	
C.V. (%)	7,1		9,9		7,2	
MDS	417		1368		2,9	

La biomasa total producida es muy elevada, aunque el índice de cosecha (IC) es el que explica parte importante de las diferencias en rendimiento entre cultivares. La excepción se da con INIA Tijereta, lo cual parece lógico por tratarse de un cultivar de ciclo largo, de tipo forrajero. Merece destacarse que en promedio el IC, es también elevado más aún, considerando los valores medios de biomasa producida. Los 4 cultivares que superaron en promedio los 6000 kg/ha, presentan los mayores IC, con valores de biomasa total diferentes entre sí. Esto coincide con lo reportado por Castro *et al.*, (1993) y por Hoffman y Benítez (2001), en cuanto a la responsabilidad del IC en la mejora del potencial para nuevos cultivares. Los resultados observados también coinciden con la información disponible, en relación a que la disminución en el total de biomasa producida, está asociado a un incremento en el IC (Hoffman *et al.* 1993). Esta situación puede constatare para el testigo INIA Mirlo.

En el cuadro 7 se presentan los resultados promedio para cada variedad en cuanto a potencial y sus principales componentes, a una población promedio de 190 plantas.m⁻².

Cuadro 7- Rendimiento potencial (granos.m⁻²) y principales componentes de rendimiento para el promedio de todas las variedades a 190 pl/m² promedio.

Variedad	Espigas/m ² (N°)	Tamaño de espiga (granos/espiga)	Peso 1000 granos (g)	Rend. Potencial (granos/m ²)
<i>Tijereta</i>	690 a	24,8 b	34,2 d	17112 a
<i>P. Superior</i>	607 b	26 b	32,2 e	15782 ab
<i>Caburé</i>	564 bc	31,4 ab	33,9 d	17710 a
<i>T 713</i>	537 cd	32,3 ab	30,2 f	17345 a
<i>Mirlo</i>	507 d	31 b	34,7 cd	15717 ab
<i>T 605</i>	458 de	31,8 ab	39,2 a	14564 b
<i>Quintal</i>	440 e	30,7 b	37,6 b	13508 b
<i>Boyero</i>	386 f	36,7 a	35,4 c	14166 b
<i>Media</i>	523	30,5	34,7	15738
<i>C.V. (%)</i>	10,5	19,1	3	16,6
<i>MDS</i>	52,3	5,6	1,01	2451

A diferencia de lo reportado en cebada por Ernst y Hoffman (1991) y Hoffman y Benítez, (2001), no se observa una relación estrecha entre rendimiento potencial y número de espigas ($R^2=058$). Surgen claras las diferencias existentes en la forma como componen el potencial los distintos cultivares. INIA Tijereta con casi 700 espigas/m², valor comparable al determinado por Hoffman-Benítez, (2001), para algunos cultivares nuevos de cebada; no logra los mayores rendimientos potenciales debido al bajo número de granos.espiga⁻¹. Como será discutido posteriormente esto es lo esperables para cultivares con elevada capacidad de macollaje. En el otro extremo se encuentra INIA Boyero con un número muy bajo de espigas.m⁻² y un elevado número de granos.espiga⁻¹. Si bien en promedio es el cultivar con mayor número de granos.espiga⁻¹, no logra compensar el bajo número de espigas.m⁻². Junto a los cultivares T 605 y el testigo Prointa Quintal, presentan el más bajo el número final de granos.m⁻². INIA Caburé (cultivar de alto potencial de rendimiento), muestra un elevado número de espigas, concretando en promedio buen tamaño de espigas.

En el cuadro 8, se presentan los resultados promedio de macollaje máximo, fertilidad de tallos y espigas.m⁻², para cada variedad.

Cuadro 8- Macollaje máximo, fertilidad de macollos a Z 3.0 y espigas/m² a cosecha promedio para todas las variedades.

Variedad	Macollaje máximo (macollos/m ²)	Fertilidad de macollos (%)	Espigas/m ²
<i>Tijereta</i>	1404 a	49,1 de	690 a
<i>P. Superior</i>	996 c	60,9 a	607 b
<i>Caburé</i>	1186 b	47,5 ef	564 bc
<i>T 713</i>	936 c	57,3 b	537 cd
<i>Mirlo</i>	794 d	63,8 a	507 d
<i>T 605</i>	842 d	54,4 bc	458 de
<i>Quintal</i>	941 c	46,7 f	440 e
<i>Boyero</i>	756 d	51,1 cd	386 f
<i>Media</i>	982	53,9	524
<i>C.V. (%)</i>	9,3	6,3	10,5
<i>MDF</i>	87,1	3,3	52,3

Como se observa en el cuadro 8, el elevado número de espigas logrado por INIA Tijereta se explica por un número de macollos muy importante y muy buena fertilidad, considerando el elevado número de tallos.m⁻² a Z 3.0. En cuanto a Prointa Superior y T 713 logran un elevado número de espigas en base a un número de macollos.m⁻² óptimo y elevada fertilidad de los mismos. INIA Caburé, sin embargo presentó también elevado

número de espigas pero explicado por el macollaje, ya que la fertilidad de los tallos es más baja. INIA Mirlo, como era de esperar presenta macollaje reducido, y debido a su alta fertilidad, logró un número de espigas aceptable. INIA Boyero, también con un número muy bajo de macollos, pero a diferencia de Mirlo no logró llegar a las 400 espigas/m². Contrariamente a lo que puede observarse a campo, la baja fertilidad por tallos, contribuye en forma importante a que no se logren más espigas. Este comportamiento parece estar asociado las características de crecimiento juvenil, en cuanto a que es un material que comienza a macollar muy tarde, es muy desincronizado y saltea el T1. Prointa Quintal y T 605 llegan a un número similar de espigas entre ambos, superior a I. Boyero, pero mientras P. Quintal lo hace en base al mayor macollaje, T605 lo hace a través de una buena fertilidad de los pocos tallos que logra. Como fuese discutido anteriormente, aquellos cultivares que mostraron desincronización en el macollaje o inicio tardío de este, presentan fertilidades más bajas a igualdad de macollos.m⁻² en relación a otros que presentan un macollaje más sincronizado.

En la figura 6 se muestran los patrones de macollaje promedio para cada uno de los cultivares. Se observa que al igual que en cebada (Hoffman-Benítez, 2001) hasta Z 2.2 no se observan diferencias relevantes en velocidad de macollaje, a excepción de Tijereta. A este estadio, esta variedad muestra un número de tallos que supera al máximo de la mayor parte de los cultivares evaluados .

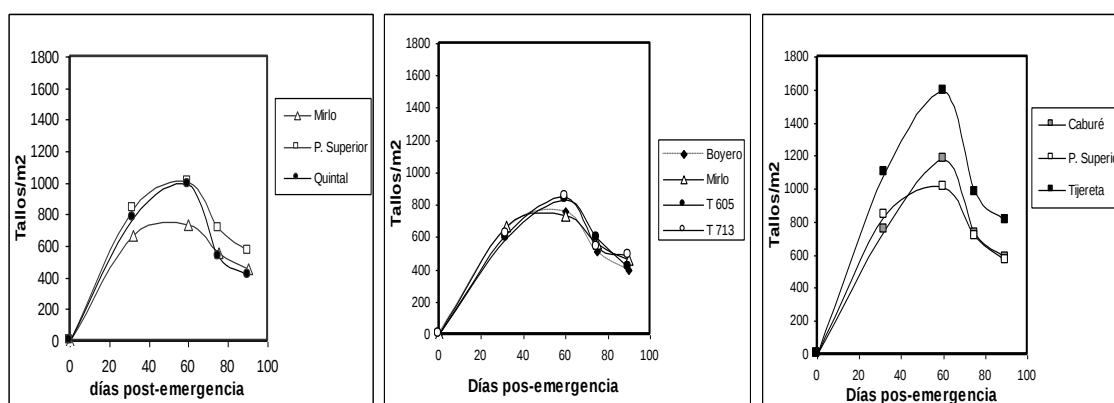


Figura 6- Patrón de macollaje promedio para cada variedad con relación a los testigos.

Si bien en base a la información de la figura 6, se podrían realizar juicios acerca de la capacidad de macollaje de cada cultivar, este puede estar enmascarado por la propia población. Por esto la forma correcta para evaluar la capacidad de macollaje de distintos cultivares, es comparando la producción de macollos.planta⁻¹ a Z 3.0 frente a un amplio rango de población (figura 7).

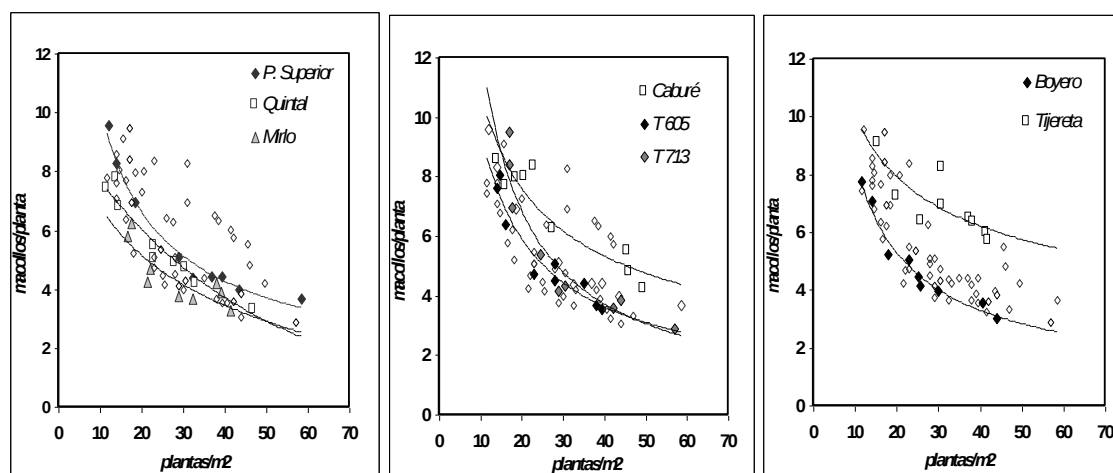


Figura 7- Capacidad de macollaje de cada cultivar. Macollos por planta a Z 3.0 por cultivar en relación a los testigos en función de la población.

En cuanto a los testigos, INIA Mirlo repite el comportamiento conocido, en cuanto a la baja capacidad de macollaje tanto a altas como a bajas poblaciones (Hoffman-Benítez, 2000). Prointa Quintal presenta elevada capacidad de macollaje cuando es sembrado en condiciones de baja competencia y dada la reducción en el macollaje a mayores densidades confirma ser una variedad muy sensible a la competencia. Prointa Superior con igual comportamiento que el analizado para P.Quintal, mantiene un número mayor de macollos.planta⁻¹ en relación a este, para todo el rango de población estudiado. Los cultivares de ciclo más largo (INIA Tijereta e INIA Caburé), son los que realmente muestran elevada capacidad de macollaje, evidenciando menor sensibilidad al aumento de población. En estos casos, el incremento en la población llevará a que rápidamente se genere un exceso de macollos.m⁻². Situación opuesta debe esperarse para el cultivar T 713, que si bien a bajas densidades muestra alta capacidad de macollaje, frente a incremento en la población el número de tallos.m⁻² no sería excesivo. Esto obedece a que al aumentar la población, se reduce en forma proporcional el número de macollos.planta⁻¹. INIA Boyero y el cultivar T 605, muestran baja capacidad de macollaje, al igual que el testigo P.Quintal. Sin embargo a bajas poblaciones son capaces de lograr un tasa de macollaje aceptable. Estas diferencias en capacidad y patrones de macollaje, sumadas a las características de crecimiento inicial llevan a que existan respuestas diferenciales a la población en cuanto al rendimiento en grano (Hoffman et al., 1992; Hoffman et al., 1997). El manejo de la densidad de siembra es más complejo que bajar la población para cultivares conocidos como macolladores o aumentarla para aquellos con menor capacidad de macollaje.

Si bien en promedio no existió para este año respuesta en rendimiento a la población, cuando analizamos la interacción población x variedad, la misma fue estadísticamente significativa ($p < 0.01$) (figura 8). En la figura 9, se analiza frente al mismo rango de población estudiado, el contenido de proteína en grano.

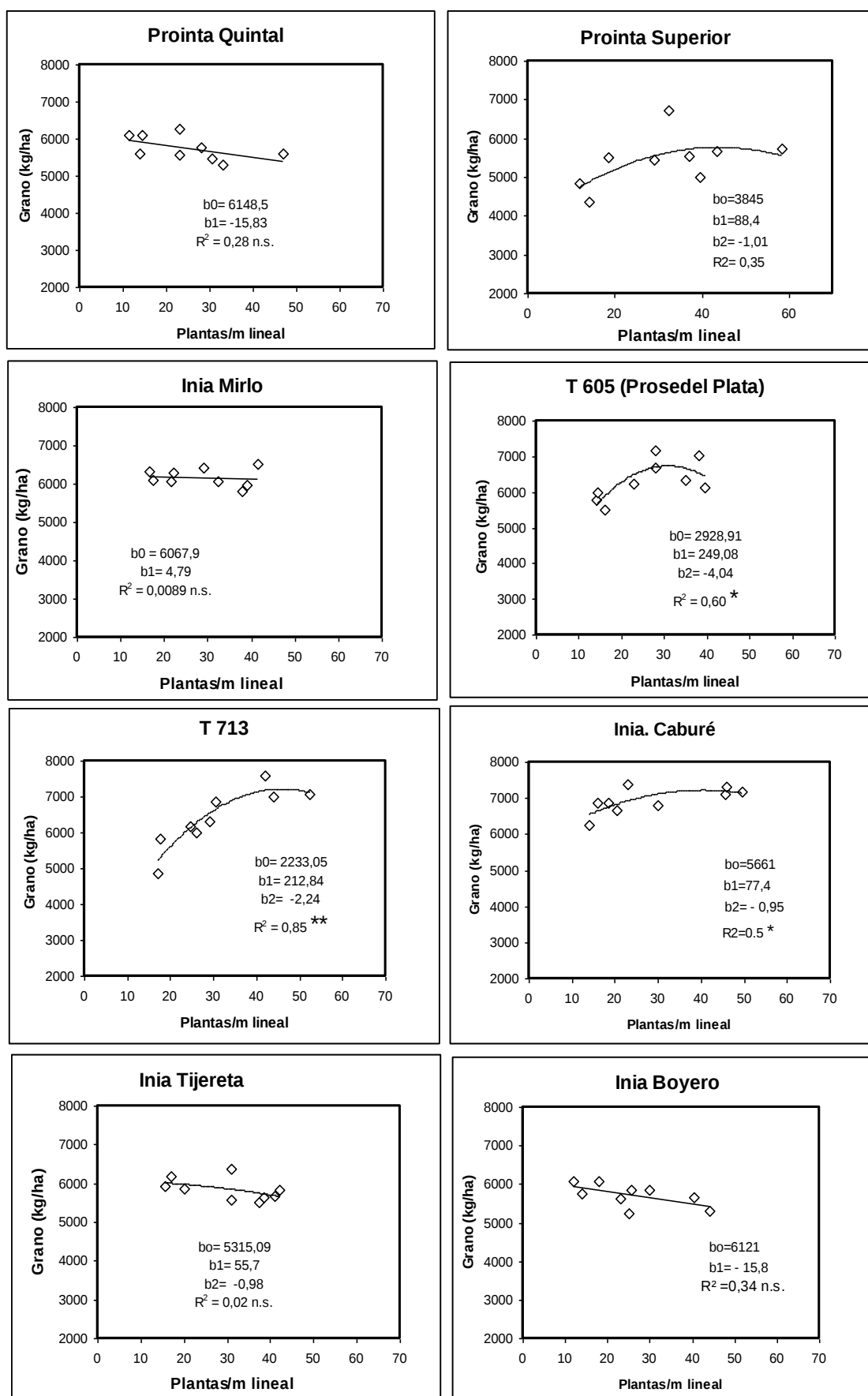


Figura 8- Rendimiento en grano según la población lograda a campo (plantas/m lineal), para los distintos cultivares evaluados en relación a los testigos.

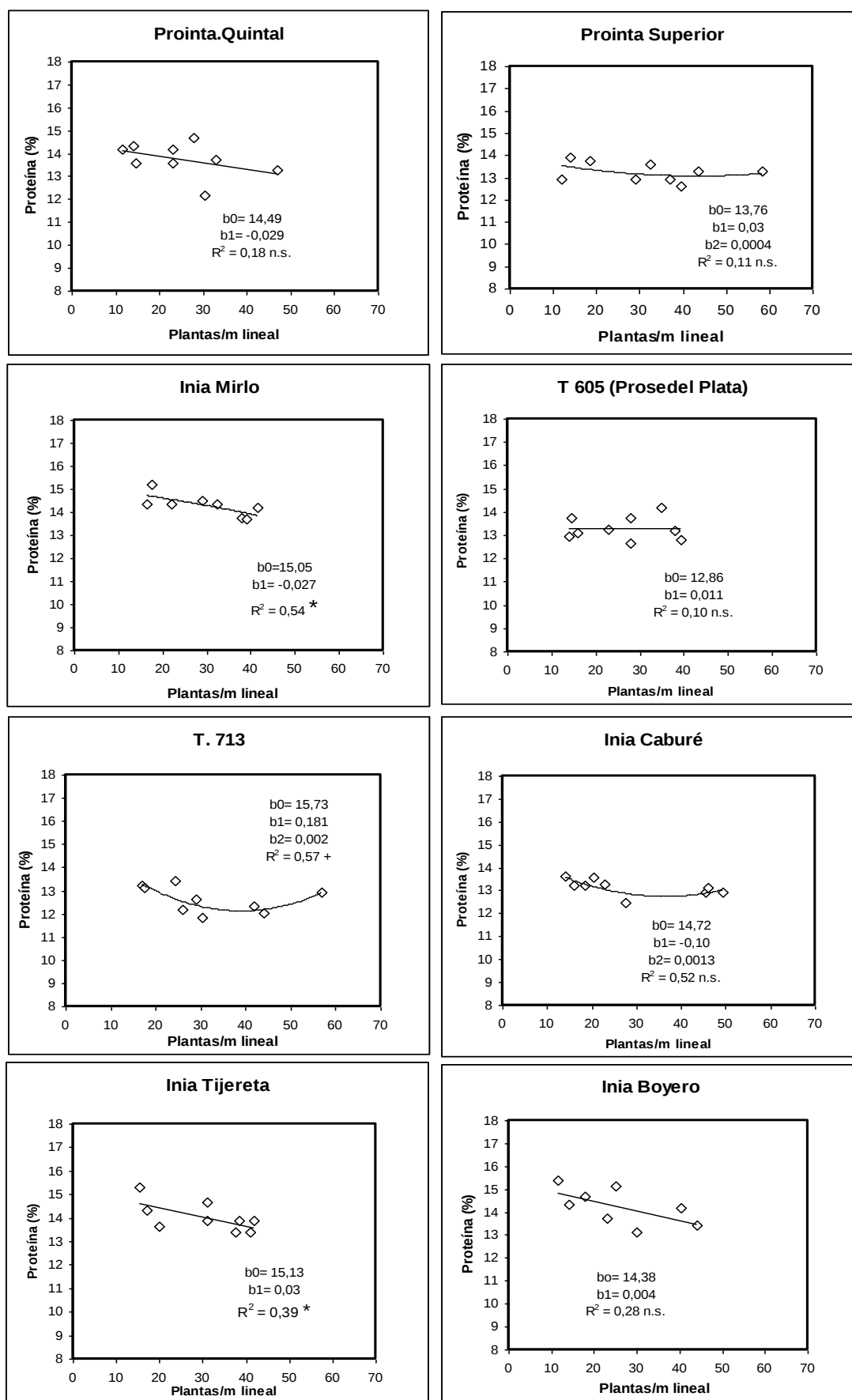


Figura 9.- Variación de la proteína en grano para los distintos cultivares, en respuesta a la población (pl.m^{-1} lineal).

En primer lugar, se observa que los testigos se comportan como es esperable. **Prointa quintal** responde a densidades bajas (25 a 30 plantas.m⁻¹), **Prointa superior** a densidades medias (30 a 35 plantas.m⁻¹), e **INIA Mirlo** es el que presenta mejor comportamiento a densidades más altas (> 40-45 plantas.m⁻¹).

T 605 (Prosedel Plata), a pesar de escasa su capacidad de macollaje, no sería recomendable utilizar densidades extremas, mayores a **35 plantas.m⁻¹ lineal**. Este comportamiento estaría explicado por un inicio de macollaje tardío, desincronizado y con similar comportamiento al descrito para P. Quintal, en cuanto a la supresión del T₁. Debemos considerar que este cultivar se muestra particularmente sensible a deficiencias hídricas en la primavera a elevadas densidades de siembra (Hoffman-Benítez 2000).

T 713, mostró un comportamiento similar a P. Superior, pero con mejor desempeño a densidades de siembra mayores (**40 a 45 plantas.m⁻¹ lineal**). Además de la capacidad para regular el macollaje frente a aumento en la población, este cultivar presenta una planta más chica a tres hojas y mejor sincronización en peso a pesar del retraso en el inicio del macollaje. Considerando la variación de la proteína en grano, a diferencia del cultivar anterior, los valores más bajos de proteína en grano se observaron a las densidades mayores.

INIA Caburé, junto al cultivar T 713, son los de mayor potencial y muestran una respuesta a la población también similar a P. Superior (**30 a 35 plantas.m⁻¹ lineal**). No es recomendable la siembra a densidades mayores, dado su alta capacidad para generar excesos de macollos, lo que puede crear perdidas de potencial en años cálidos en invierno y/o primaveras secas (Hoffman-Benítez, 2000). En cuanto a la proteína en grano este cultivar presentó menor variación frente a un rango amplio de población en relación a otros cultivares.

INIA Tijereta, de mayor capacidad y mejor sincronización del macollaje que I. Caburé, presentó un desempeño superior tanto en rendimiento como en proteína en grano a poblaciones menores a las **30 plantas.m⁻¹ lineal**. Este cultivar presenta excelentes características de crecimiento inicial y sumado a la capacidad de macollaje, es probable que vuelva a repetir este comportamiento (Hoffman. 1995). En base a la información disponible para este tipo de cultivares, las densidades elevadas pueden introducir un factor de riesgo frente a primaveras secas.

INIA Boyero, mostró un comportamiento en respuesta a la población muy similar a P. Quintal. Tanto en el rendimiento como en el contenido de proteína en grano observamos que a pesar de su reducida capacidad de macollaje, se desempeñó mejor a poblaciones bajas (**≤ 30 plantas.m⁻¹ lineal**). Estos resultados al igual que para el caso de P. Quintal, estarían relacionados con las características de crecimiento inicial analizadas anteriormente.

En el siguiente cuadro se presenta en forma resumida los rangos de población recomendables para el mejor comportamiento de cada uno de los cultivares evaluados.

Cuadro 9- Rangos óptimos de población (pl.m^{-1} lineal) para cada cultivar en base a la información de caracterización de cultivares realizado por la Facultad de Agronomía (2000 y 2001).

Rango óptimo de población objetivo (plantas.m ⁻¹ lineal)							
	20	25	30	35	40	45	50
Prointa Quintal							
Prointa Superior							
INIA Mirlo							
T 713							
T 605(prosedel Plata)							
INIA Caburé							
INIA Tijereta							
INIA Bovero							

Nota: Los últimos dos cultivares tienen solo una cuantificación primaria del rango de población al que se ajustarían, en la medida que solo es información de un año.

Las diferencias en el rango de siembra recomendables, es más amplio y son mayores las diferencias entre cultivares de trigo que los reportados para cebada cervecera por Hoffman et al, (2000). Parte de estas diferencias en trigo radican, en que se pueden explorar densidades mas bajas en donde el rendimiento se mantiene y el contenido de proteína en grano es mayor. El ajuste de la densidad de siembra permitiría manejar favorablemente para algunos cultivares la relación rendimiento-calidad panadera del grano. Un claro ejemplo de esto, es el caso de INIA Tijereta, en donde las bajas densidades de siembra permiten obtener el máximo rendimiento y elevados contenidos de N en grano. Ernst, Nin, Cadenazzi. (2001), sostienen, que para este cultivar la calidad panadera mejora con el aumento de proteína en grano. Esto mismo puede observarse para el cultivar INIA Mirlo, para el cual estos mismos autores consideran conveniente un grano con menores contenidos de proteína.

La información generada por la facultad de Agronomía nos permitiría pensar que existe relación entre la baja capacidad de macollaje y características de crecimiento inicial inadecuado para nuestras condiciones. El atraso en el inicio del macollaje, elevada desincronización entre el Tp y el T2, suspensión del T1, además de establecer un tipo de planta inadaptada para elevados niveles de competencia, lleva a que el cultivar que posea estas características presente menor número de macollos por planta a Z 3.0 (figura 6). Esta información coincidiría con lo reportado por Reynolds *et al.* (1994), en cuanto a que los mismos genes que confieren elevado potencial a un cultivar, determinan idiotipos más adaptados a elevados niveles de competencia entre plantas.

En este trabajo, aquellos cultivares que presentaron características de crecimiento inicial indeseables, además de presentar un potencial de rendimiento en grano menor, respondieron a poblaciones bajas en la medida que no se mostraron como cultivares adaptados al elevados niveles de competencia, a pesar de las características ambientales.

V.- BIBLIOGRAFÍA REVISADA

1. **Castro, A.; Siri, G.; Hoffman, E. 1994.** Uso de características morfofisiológicas en la selección en planta aislada (resultados preliminares). In: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 65-72
2. **Ernst, O; Hoffman, E. 1991.** Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la determinación del rendimiento. In II Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay.
3. **Ernst, O.; Bentancur, O.; Nin, M; Delucchi, I.; Hoffman, E.; Suburu, G. 1999.** Relevamiento de trigo, Zafra 98/99 - Resultados en rendimiento y calidad. *In* Primer Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo.
4. **Ernst, O.; Nin, M.; Cadenazzi, M.; Bentancur, O.; Carameso, L.; Vazquez, D.; Delucchi, I.; Suburu, G.; Vázquez, D.; Delucchi, I.; Godiño, M. 2001.** Relevamiento de trigo, Zafra 2000/01 - Tercer Jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo.
5. **Ernst, O.; Nin, M.; Cadenazzi, M. 2001** ¿Qué clase de harina producen las variedades de trigo que sembramos? Elaborado en base al Tercer relevamiento de rendimiento y calidad de trigo-Zafra 2000/2001. Cangüé N° 22 pp 11-16.
6. **Ernst, O.; Bentancur, O.; Delucchi, I.; Suburu, G.; Godiño, M. 2000.** Relevamiento de trigo, Zafra 98/99 - Resultados en rendimiento y calidad. Segunda Jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo.
7. **Fischer, R.A. 1985.** Number of Kernels Wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J.Agric.Sci.Camb., 105,447-461
8. **Hoffman E.; Ernst O.; Castro A. 1993.** Rendimiento de grano y sus componentes. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel mundial. *In*: IVª Reunión nacional de investigadores de cebada. Palmar. Uruguay.
9. **Hoffman, E.; Siri, G.; Ernst, O. 1994.** Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares en función de la caracterización de su crecimiento inicial en condiciones de invernáculo. In: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 116-122
10. **Hoffman, E. 1995.** Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. I. Trigo. In: Revista Cangüé, N° 3, junio de 1995, p 8-12.
11. **Hoffman, E.; Ernst, O. 1999.** Densidad de siembra en trigo. ¿Qué pasa con la siembra en banda? In: Revista Cangüé, N°17, diciembre de 1999, pp 9-14.
12. **Hoffman, E.; Benítez, A., 1999.** Caracterización de crecimiento inicial de nuevos cultivares de cebada cervecera. Poster presentado en el III Congreso Latinoamericano de Cebada. Bastión del Carmen, Colonia, 5 al 8 de octubre de 1999.
13. **Hoffman, E.; Benítez, A. 2000.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas variedades de trigo (Carumbé, T 605 y T 713). In: Informe a PROSEDEL. EEMAC, Facultad de Agronomía.
14. **Hoffman, E.; Benítez, A. 2001.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas variedades de cebada cervecera (NCL 94088 Y NE 5993-13, NE 1695, CLE 202, Q. Ayelén, Q. Palomar, Reg. 936, Reg. 16). In: Informe a la Mesa Nacional de Cebada. EEMAC, Facultad de Agronomía.

15. **Hoffman, E.; Borghi, E.; González, S.; Olivo, N.; Viega, L.; Gamba, F. 2001.** Crecimiento, definición y concreción del potencial de rendimiento en Cebada cervecera sembrada sin laboreo en ambientes de alto aporte de N en primavera. In: Revista Cangüé, N° 22 (en prensa.)
16. **Reynolds, M P.; Acevedo, E.; Sayre, KD.; Fisher, RA. 1994.** Yield Potential in modern wheat varieties- Its association whit a less competitive ideotype. Field Crops Research. 37(3):149-160.

VI.- ANEXOS.

Cuadro 1- Efecto de la población sobre el peso de los 1000 granos y peso hectolítrico.

Variedad	Peso de 1000 gr. (gramos)			Peso hectolítrico		
	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3
Caburé	34.0 a	34.0 a	33.7 a	76,3 a	76,5 a	76,4 a
T 713	29.3 a	30.7 a	30.7 a	74 a	75,8 a	73,7 a
T 605	39.7 a	39.0 a	39.0 a	76,3 a	77,9 a	77,7 a
Mirlo	35.0 a	34.7 a	34.3 a	77 a	77,5 a	78,1 a
Tijereta	35.7 a	33.7 a	33.3 a	79,6 a	78,4 a	79,8 a
Quintal	37.3 a	38.3 a	37.3 a	73,9 a	75,2 a	76 a
Boyero	35.3 a	35.0 a	36.0 a	78,4 a	78,1 a	79,2 a
P. Superior	31.7 a	32.3 a	32.7 a	78 a	78,7 a	79,8 a
Media	34,8	34,7	34,6	76,7	77,3	77,6
C.V. (%)	3,01			1,8		

Cuadro 2- Sumatoria de temperatura y días de ciclo para cada cultivar a Z 2,2, Z 3,0, floración y espigazón.

	Z 2,2		Z 3,0		Espigazón		Floración	
	S. Térmica (° día)	Duración (días)	S. Térmica (° día)	Duración (días)	S. Térmica (° día)	Duración (días)	S. Térmica (° día)	Duración (días)
T605	539	41	788	58	1228	88	1426	99
Mirlo	541	42	791	59	1135	81	1315	92
T713	539	41	794	59	1206	86	1404	98
P. Superior	536	41	794	59	1179	84	1365	96
Quintal	531	40	797	59	1220	87	1374	96
Boyero	529	40	802	60	1278	93	1457	101
Caburé	534	41	855	64	1335	97	1515	104
Tijereta	533	40	902	66	1512	104	1760	117

Es probable que existan modificaciones para cultivares que puedan presentar respuesta al fotoperíodo

RELEVAMIENTO DE TRIGO

ZAFRA 1998/99

RESULTADOS EN RENDIMIENTO Y CALIDAD

Oswaldo Ernst

Oscar Bentacur

Mariana Nin

Ines Delucchi

Esteban Hoffman

Gabriela Suburu

I. INTRODUCCIÓN

A partir de 1998 existe una nueva norma de comercialización para el trigo, la que incluye en su base de comercialización, el nivel proteico del grano. El mismo fue fijado en acuerdo entre productores e industriales y atiende a la necesidad de mejorar la competitividad del rubro a través de la mejora de la calidad del producto.

Es reconocida la importancia del “efecto variedad” sobre los parámetros de calidad del trigo y de la harina, así como de las dosis y momento de fertilización nitrogenada. Sin embargo, existen pocos antecedentes sobre el efectos de otras medidas de manejo definitorias del ambiente en que se produce cada cultivar .

Tomando el porcentaje de proteína en grano como estimador de la calidad del producto, es esperar que sea modificado por todas aquellas variables que alteren el balance entre la oferta del nutriente y la demanda del cultivo. A su vez, el momento en que se produce el desajuste parece ser determinante del resultado final.

II. OBJETIVOS

- Caracterizar el comportamiento de las principales variedades de trigo sembradas en la zafra 1998/99 y a mantenerse en las zafra siguientes, en respuesta a variaciones en el ambientes y condiciones de manejo en el ámbito de producción.
- Relevar información primaria sobre el comportamiento de los cultivares en proceso de multiplicación.

III. METODOLOGÍA

Se muestrearon 272 situaciones, y se obtuvo la información necesaria para caracterizar la tecnología de producción utilizada a través de un formulario encuesta.

Información a relevada	
Rendimiento	Kg/ha
Fecha siembra	Antes de 15/6; 15/6 al 15/7; después de 15/7
Historia de chacra	Pradera o rastrojo
Respuesta esperada al nitrógeno	Alta, Baja
Sistema laboreo	Convencional o siembra directa
Sanidad	Con o sin fungicida
Fertilización	N-siembra, N-macollaje (temprano y tardío)
Zona	
Suelos	Livianos o pesados

Las muestras fueron obtenidas de chacra en el momento de la cosecha o de lotes de semilla con origen conocido maestreados en galpón. El tamaño de muestra fue de 5 kg.

A propuesta de los integrantes de la Mesa de Trigo el muestreo incluyó cinco variedades de interés por su actual área de siembra y su participación esperada en los próximos años,

Estanzuela Cardenal, INIA Mirlo, Estanzuela Pelón, PROINTA Superior y PROINTA Quintal; variedades en proceso de multiplicación por lo que incrementarán su participación relativa en los próximos años, y otras variedades que ocupan un área relativa menor y/o están en proceso de retiro del área de producción por su rendimiento y/o comportamiento sanitario (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variedades incluidas en el muestreo

VARIEDADES	GRUPO	NUMERO
ESTANZUELA CARDENAL	PRINCIPALES	25
INIA MIRLO	PRINCIPALES	97
ESTANZUELA PELON	PRINCIPALES	34
PROINTA QUINTAL	PRINCIPALES	27
PROINTA SUPERIOR	PRINCIPALES	29

VARIEDADES		
BAQUENO	NUEVAS	1
INIA BOYERO	NUEVAS	2
INIA CABURE	NUEVAS	2
PROINTA CALIDAD	NUEVAS	4
PROINTA ELITE	NUEVAS	7
GOLIA	NUEVAS	1
GREINA	NUEVAS	3
COOPERACIÓN HUEMUL	NUEVAS	4
NEC 341	NUEVAS	2
BUCK ORIENTAL	NUEVAS	1
PROINTA REAL	NUEVAS	1
T 605	NUEVAS	1
INIA TIJERETA	NUEVAS	5

VARIEDADES		
COOPERACIÓN CALQUIN	VIEJAS	1
BUCK CANDIL	VIEJAS	3
BUCK CHAMBERGO	VIEJAS	5
BUCK CHARRUA	VIEJAS	4
BUCK GUARANI	VIEJAS	2
PROINTA PUNTAL	VIEJAS	1
PROINTA QUEGUAY	VIEJAS	5

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Estación Experimental La Estanzuela obteniéndose información sobre los siguientes parámetros de calidad.

- Gluten humedo (GH)
- Gluten seco (GS)
- Gluten Index (GI)
- Falling number (FN)
- Farinogramas

Los análisis de proteína en grano (proteína) fueron realizados en el laboratorio de la Central Cooperativa de Grano (CCG) utilizando un equipo NIR.

Los alveogramas (W y P/L) fueron realizados en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU).

III.1 Análisis estadístico

Dado que las variables de calidad están muy correlacionadas, el análisis se realizó a través de la identificación de “componentes principales”, que son una combinación lineal de las variables originales, y que se pueden tomar como una variable de respuesta al momento de plantear un modelo lineal que los relacione con variedad, fecha de siembra, historia de chacra, laboreo, fertilización y control sanitario.

Con la metodología “análisis cluster”, se identificaron grupos de chacras con una combinación de características de calidad similares.

Los pasos seguidos fueron:

- 1) Identificación de grupos de chacras, por “análisis cluster” y “componentes principales”, este último exclusivamente para los parámetros de calidad
- 2) Análisis a través de modelos lineales que relacione él o los componentes principales más importantes, con los grupos identificados
- 3) Análisis sin variedad (Cluster) para identificar grupos por variedad y construir una tabla de calidad con relación a grupo x variedad.
- 4) Modelos lineales que relacionan variables de calidad con variedad, grupo y su interacción como forma de estimar la respuesta de la calidad en cada variedad en respuesta a la modificación del ambiente.
- 5) Análisis de los grupos formados: variables de manejo que los definen.

Cada variable fue estandarizada (restando la media, y dividiendo por el desvío estándar), y se realizó un análisis de conglomerados (análisis Cluster) por el cual se confeccionó un dendrograma utilizando el Coeficiente de Distancia Euclidiana.

IV. RESULTADOS

Se identificaron 37 grupos, tomando un desvío como el nivel para diferenciarlos. De estos 37 grupos, 11 estuvieron formados por las 5 variedades principales, los demás estuvieron integrados por pocas observaciones, variedades “Nuevas”, y variedades “Viejas”.

En los cuadros 2 y 3 se resume la información para cada variable de respuesta en función de los grupos determinados.

Cuadro 2. Valores medio de rendimiento y calidad de trigo tomando el rendimiento como variable de respuesta

PROMEDIOS						
Rendim	PH	PROTEINA	GH	GS	GI	FN
2655 c	77.2	9.1	20.2	7.4	96.5	341.5
2781 bc	77.8	9.0	0.0	0.0	0.0	298.6
2857 bc	78.1	12.8	34.7	11.2	66.8	294.3
2923 bc	80.1	10.3	24.2	8.1	94.9	339.3
3159 bc	78.6	11.1	32.34	10.9	66.5	290.5
3382 bc	77.4	10.6	25.4	8.3	90.7	309.1
3644 ab	78.8	12.8	37.1	12.0	62.8	245.1
3784 ab	74.5	10.1	22.7	7.9	93.0	356.4
4174 ^a	80.4	11.0	30.2	9.6	75.8	325.5
4191 ^a	79.0	12.5	36.3	12.2	65.4	318.4
4444 a	79.3	9.4	21.4	7.2	95.6	320.2

El rendimiento medio de los 11 grupos de similitud varió entre 2655 kg/ha y 4444 kg/ha., no existiendo relación entre rendimiento y proteína. Para cada nivel de significancia el rango de los parámetros de calidad fue similar (proteína entre 9 y 12 %). El gluten húmedo (GH) varió entre 20 y 37 con un grupo que no logró formar gluten por lo que figura con valor GH, GS y GI de cero. Estas situaciones, con un promedio de proteína del 9.0% tuvieron en común haber sido sembradas sin laboreo y con fertilización nitrogenada solamente en siembra y macollaje.

Uno de los grupo fue formado por chacras con un valor de *Falling Number* (FN) menor a 250s.

Cuadro 3. Valor medio de rendimiento y calidad del grano tomando % de proteína como variable de respuesta.

PROMEDIOS						
RENDIM	PH	PROTEINA	GH	GS	GI	FN
2781	77.8	9.0 c	0.0 e	0.0	0.0	298.6 b
2655	77.2	9.1 c	20.2 d	7.4	96.5	341.5 ab
4444	79.3	9.4 c	21.4 cd	7.2	95.6	320.2 ab
3784	74.5	10.1 bc	22.7 cd	7.9	93.0	356.4 a
2923	80.1	10.3 b	24.2 cd	8.1	94.9	339.3 ab
3382	77.4	10.6 b	25.4 c	8.3	90.7	309.1 ab
4174	80.4	11.0 b	30.2 b	9.6	75.8	325.5 ab
3159	78.6	11.1 b	32.34 b	10.9	66.5	290.5 b
4191	79.0	12.5 a	36.3 a	12.2	65.4	318.4 ab
2857	78.1	12.8 a	34.7 a	11.2	66.8	294.3 b
3644	78.8	12.8 a	37.1 a	12.0	62.8	245.1 b

Se destaca la relación entre proteína y gluten húmedo y seco para el promedio de los grupos formados, aunque GH fue más sensible para diferenciar grupos por el coeficiente de distancia. La relación entre proteína en grano y gluten húmedo fue muy significativa para la población de muestras en su conjunto (Figura 1).

En términos generales, todas las muestras con más de 11.5% de proteína en grano base 13.5% de humedad, tuvieron valores de gluten húmedo superior a 28. En los niveles de proteína inferiores a 11.5% y superiores a 10%, la dispersión de los valores de gluten húmedo fue alta, lo que determinaría descuentos en el precio de comercialización sin una clara relación con la calidad de la proteína obtenida. A su vez, existió un efecto variedad sobre la relación en su conjunto, principalmente en el rango de proteína de 10% a 11.5% (Figura1).

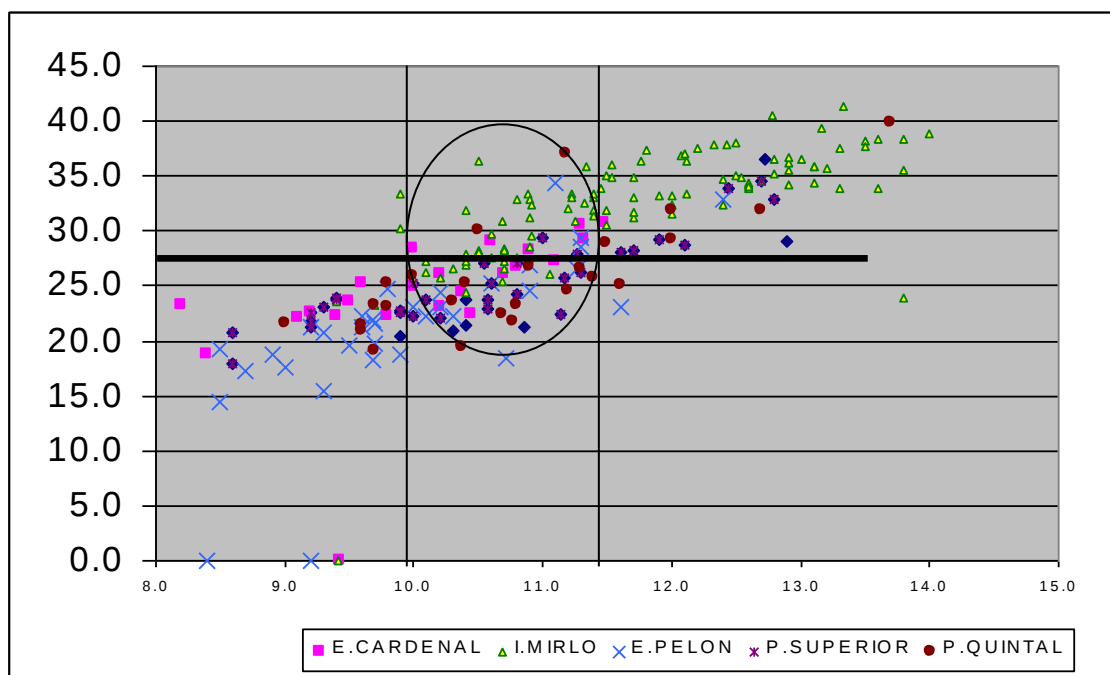


Figura 1. Relación entre proteína en grano y gluten húmedo para el conjunto de situaciones muestreadas.

IV.1 Comportamiento varietal.

En las figuras 2 y 3 se representa la distribución de frecuencia de valores de proteína en grano y gluten húmedo para las cinco variedades principales en estudio.

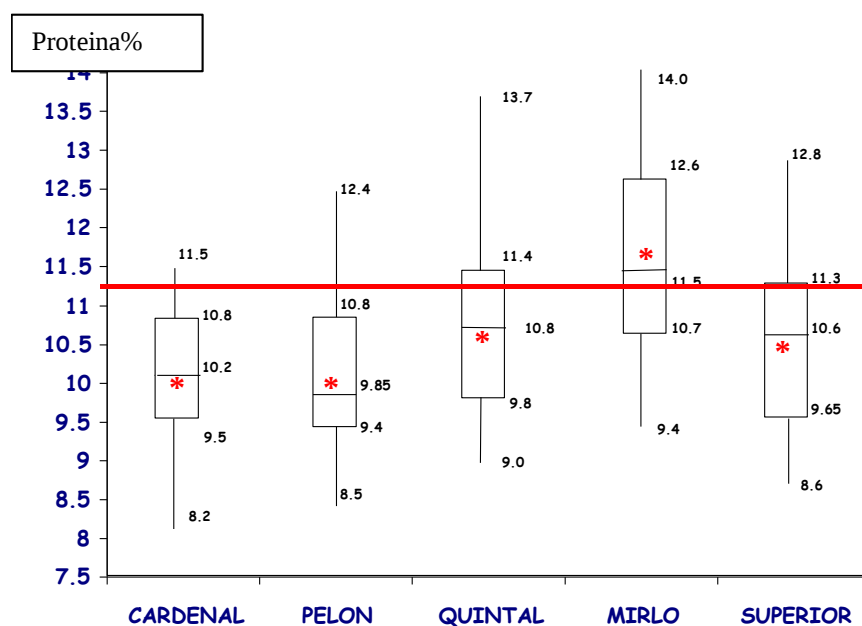


Figura 2. Distribución de valores de proteína en grano de trigo base 13.5% de humedad por variedad

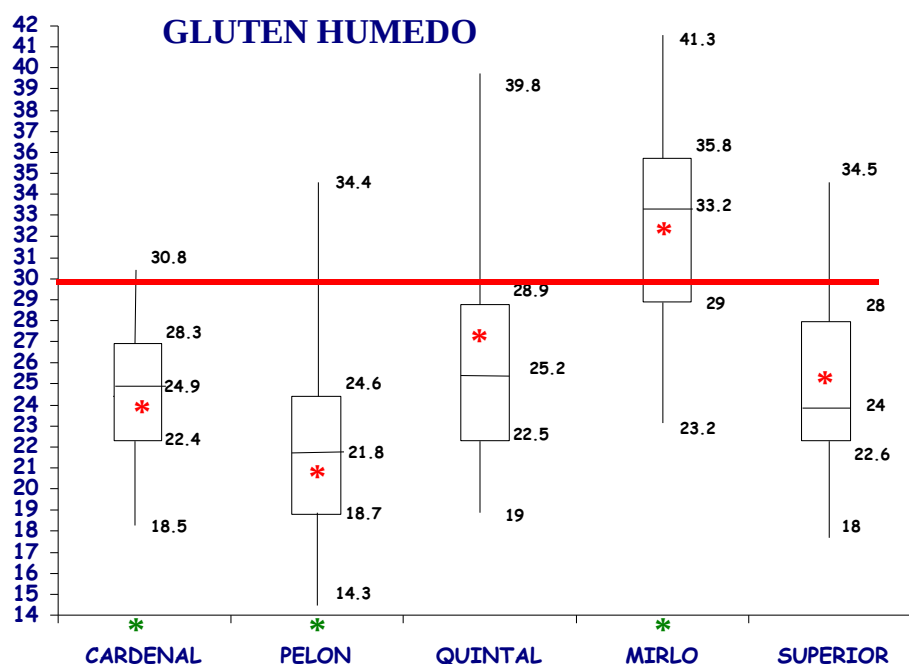


Figura 3. Distribución de la población de resultados obtenidos para gluten húmedo en las cinco principales variedades.

El 50% de las observaciones se ubican dentro de los rectángulos de cada variedad y entre los extremos de las líneas se encuentra el 92% de las observaciones.

INIA Mirlo presentó un valor medio cercano a la base de comercialización y el 50% de las observaciones estuvo por encima de la misma. Lo contrario ocurrió con E. Pelón y E. Cardenal. Al analizar la distribución del Gluten Húmedo, se mantuvo la ubicación relativa de las variedades, marcándose claramente el peor comportamiento de E. Pelón.

El siguiente cuadro muestra la relación entre proteína de grano y gluten seco para cada variedad.

Cuadro 4. Relación proteína con gluten seco para las 5 variedades en estudio, PROTEÍNA para GLUTEN SECO 11.5%, 9.5%.

	Intercepto	Pendiente	GLUTEN=11.5	GLUTEN=9.5
CARDENAL	8.13 a	0.245 b	10.95	10.46
MIRLO	8.49 a	0.303 b	11.37	11.97
PELON	7.95 a	0.281 b	10.62	11.18
QUINTAL	6.12 b	0.558 a	11.42	12.54
SUPERIOR	5.69 b	0.563 a	11.04	12.16

Valores seguidos por la misma letra no difieren entre si $p < 0.01$

Cuadro 5. Relación proteína con gluten húmedo para las 5 variedades en estudio, PROTEINA para GLUTEN HUMEDO de 28.

	Intercepto	Pendiente	GLUTEN=28
CARDENAL	-13.4	3.7 b	11.8
MIRLO	-4.9	3.2 c	10.3
PELON	-30.6	5.2 a	11.3
QUINTAL	-13.2	3.6 b	11.4
SUPERIOR	-6.4	3.9 b	8.8

Valores seguidos por la misma letra no difieren entre si $p < 0.01$

Para obtener un valor de Gluten Húmedo de 28, fue necesario disponer de un nivel de proteína en grano mayor a 11 % en E. Cardenal, E. Pelón y Prointa Quintal y menor en I. Mirlo y P. Superior. Esto relativiza la ubicación fijada en las figuras 2 y 3, ya que, aquellas variedades que presentaron niveles más bajos de proteína necesitarían mayores niveles proteicos para lograr un mismo valor de gluten húmedo que materiales con niveles medios de proteína superior.

Del total de las muestras de chacra, se dispone de información sobre la calidad de la harina obtenida de 178. Los resultados se presentan en forma separada porque se redujo la variabilidad de la población inicial, por lo que no son estrictamente comparables.

En las figuras 4 y 5 se presenta la distribución de valores de los parámetros de calidad obtenidos para cada variedad.

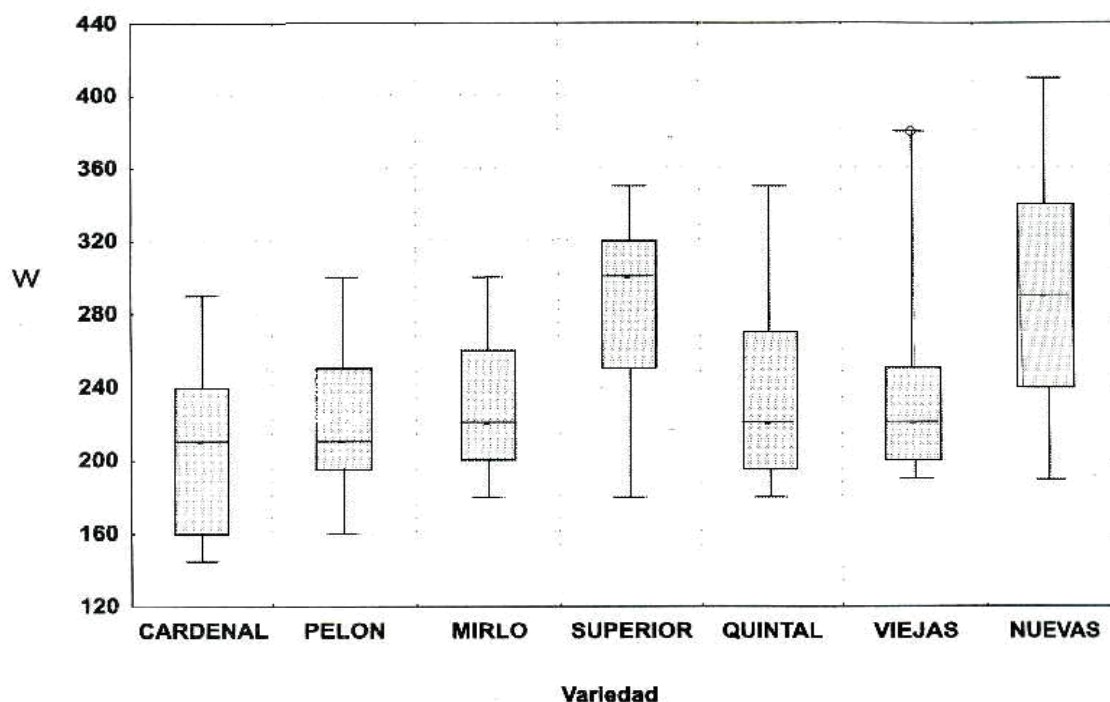


Figura 4 . Distribución de la población de resultados obtenidos para W y P/L en E.Cardenal, I.Mirlo, E.Pelón, P.Queguay, P.Superior, el promedio de las variedades “Viejas”, y el promedio de las “Nuevas”.

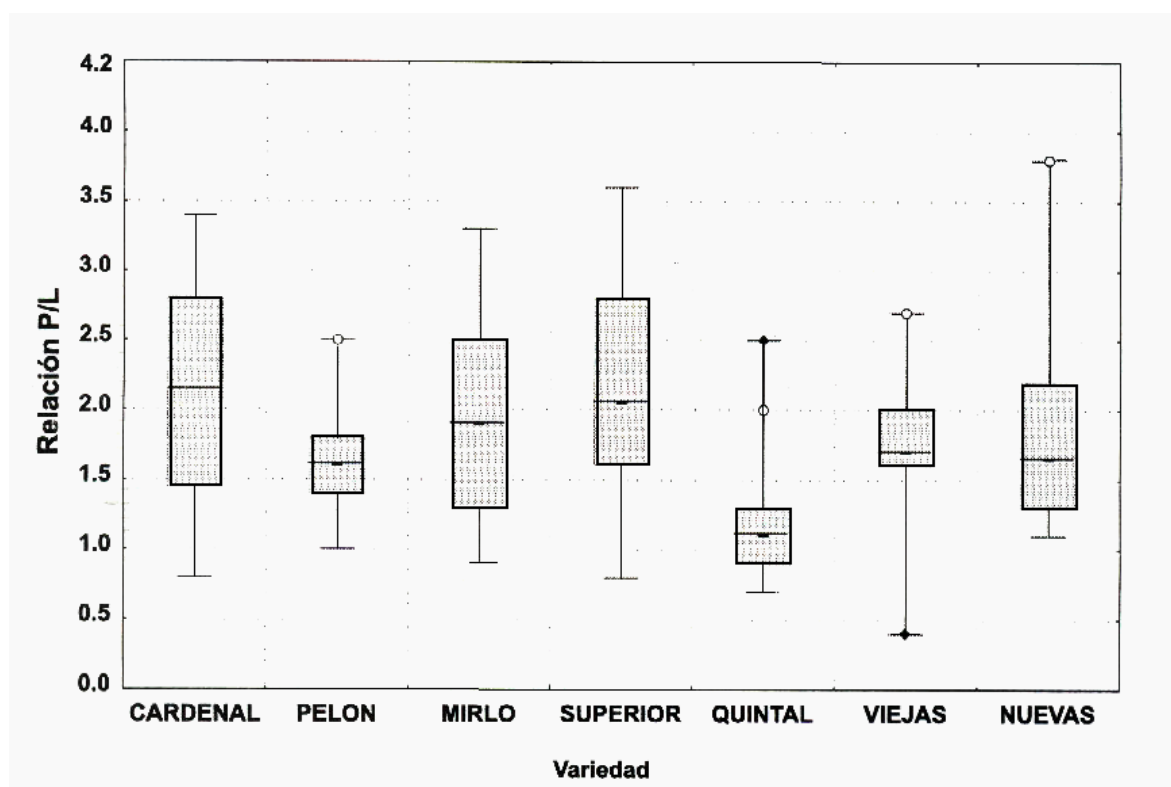


Figura 5. Distribución de la población de resultados obtenidos para P/L en E.Cardenal, I.Mirlo, E.Pelón, P.Queguay, P.Superior, el promedio de las variedades “Viejas”, y el promedio de las “Nuevas”.

Existió una importante dispersión en los valores W y P/L en I.Mirlo, P.Quintal, P. Superior y Nuevas , y fueron relativamente menos variables E. Cardenal, E. Pelón y los cultivares Viejos. En términos generales, las harinas logradas presentaron alta proporción de chacras con valores bajos de W y relación P/L altas, lo que representaría un problema para la fabricación de pan francés.

En la figura 6 se muestra la relación existente entre la estimación de la calidad de la harina a través del porcentaje de proteína en grano y los valores reales obtenidos en la harina.

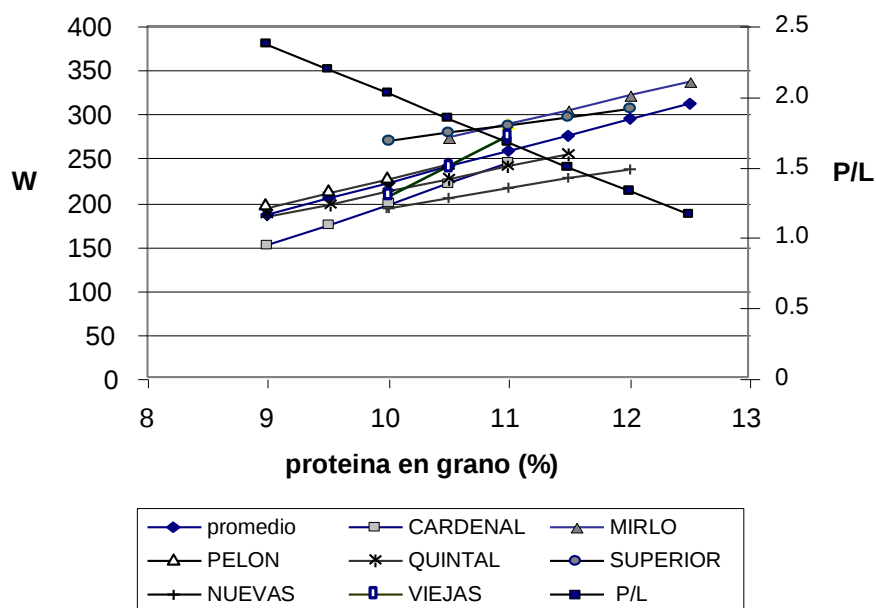


Figura 6. Relación entre la proteína en grano y la calidad de la harina estimado como W y relación P/L.

La relación entre proteína en grano y W fue significativa ($p < 0.0001$) pero mostró interacción con los cultivares. En tanto, la relación proteína con P/L mostró una relación significativa única y negativa. Los cultivares I. Mirlo y P. Superior lograron valores más altos de W para similares valores de proteína y una pendiente menor para la respuesta. E. Cardenal y las variedades “Viejas” se caracterizaron por presentar la mayor tasa de cambio en el W por cada 1% de incremento en la proteína en grano. P. Quintal, E. Pelón y las variedades “Nuevas” mostraron un comportamiento como la media de la población e intermedio a las demás.

A diferencia del porcentaje de proteína, el Gluten Húmedo mostró relación positiva con el valor W y no existió interacción con el cultivar, pero estos establecieron el nivel al cual ocurrió dicha relación (Figura 7).

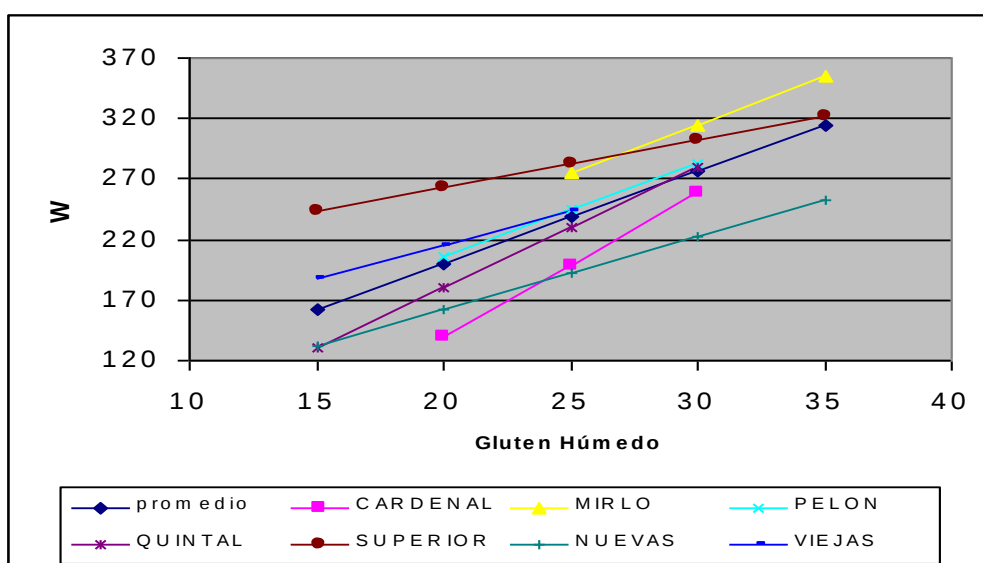


Figura 7. Relación entre Gluten Húmedo y valor W para cada cultivar

Esta relación diferencial se resume en el cuadro 6, donde se presenta el valor W obtenido con un nivel de Gluten Húmedo de 28%.

Cuadro 6. Valor W y relación P/L obtenidos con variedades de trigo con Gluten Húmedo de 28% estimado con las ecuaciones obtenidas para esta relación para cada variedad.

GLUTEN HUMEDO=28	PROTEINA NECESARIA PARA GLUTEN HUMEDO=28	W	P/L
E.CARDENAL	11.8	234	1.88
I.MIRLO	10.3	299	1.76
E.PELON	11.3	268	1.81
P.QUINTAL	11.4	260	1.64
P.SUPERIOR	8.8	295	1.60

I.Mirlo y P.Superior lograron mayores valores de W y menores de P/L para un mismo valor de Gluten Húmedo que E.Cardenal, ubicándose P.Quintal y E.Pelón en una situación intermedia. A su vez, en ambas variedades fue necesario un porcentaje de proteína en grano menor para lograr un valor de Gluten Húmedo de 28.

IV.2 Variables de manejo asociadas a rendimiento y calidad en cada variedad.

En el Cuadro 7 se presenta un resumen de los resultados obtenidos a través del análisis por “componentes principales” para cada variedad.

Cuadro 7. Efecto del atraso en la época de siembra sobre el rendimiento y calidad de trigo para las 5 variedades principales y las “NUEVAS”.

	RENDIM	PROTEINA	GLUTEN SECO	GLUTEN HUMEDO	GLUTEN INDEX	W	P/L
E.Cardenal	-	+	ns	ns	-	+	-
I.Mirlo	-	- + -	-+-	-+-	-	+	-
E. Pelón	-	+	+	+	ns	ns	ns
P. Quintal	-	- + -	ns	+	+	ns	ns
P. Superior	-	+	ns	+	+	+	-
Nuevas	-	+	+	ns	+	ns	ns

En este y cuadros siguientes:

- +- óptimo entre 15/6 y 15/7
- + incrementa significativamente $p < 0.05$
- reduce significativamente $p < 0.05$
- ns efecto no significativo

El atraso de la época de siembra redujo el rendimiento en grano en todas las variedades. El % de proteína se incrementó en forma lineal en E. Cardenal, E. Pelón, P. Superior y en las “variedades nuevas” y mostró un óptimo en las siembras entre el 15/6 y 15/7 en I. Mirlo y P. Quintal.

Esta tendencia general también se manifestó al analizar la calidad de la proteína. Hubo efecto positivo en I. Mirlo, E. Pelón, P. Quintal y P. Superior, y no hubo efecto en E. Cardenal y en las “variedades nuevas”.

En tanto, el atraso en la fecha de siembra tuvo efecto variable sobre en el *Gluten Index*. Cuando hubo efecto, el valor W mejoró al atrasarse la fecha de siembra. El manejo de la fertilización nitrogenada en fines de macollaje y espigazón, tendió a incrementar el tenor proteico del grano y su calidad, excepto en E. Cardenal, donde mejoró el rendimiento y redujo el % de proteína (Cuadro 8).

Cuadro 8 Efecto del agregado de nitrógeno en macollaje tardío y espigazón

	RENDIM	PROTEINA	GLUTEN SECO	GLUTEN HUMEDO	GLUTEN INDEX	W	P/L
E.Cardenal	+	-	ns	+	+	ns	ns
I. Mirlo	ns	++	++	++	+		-
E. Pelón	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns
P. Quintal	+	+	+	-	+	+	ns
P. Superior	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Var. Nuevas	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

++ efecto positivo de agregar en macollaje tardío y espigazón

+ efecto positivo de agregar en macollaje tardío

La información presentada resulta válida para E. Cardenal, I. Mirlo, y P. Quintal y P. Superior. El efecto no significativo en los demás casos responde a la falta de variación de la variable de manejo. Es por esta misma razón que no se incluye en el análisis la fertilización a la siembra y macollaje temprano, ya que casi todas las chacras recibieron nitrógeno en estos estadios.

En el único caso que la fertilización nitrogenada tardía incrementó el rendimiento en grano y bajó su tenor proteico, fue en E. Cardenal. A pesar de esto y al igual que en I. Mirlo, la práctica mejoró el Gluten húmedo y Gluten Index. El valor W fue incrementado en I. Mirlo y E. Pelón.

Cuadro 9. Efecto de pasar de siembra con laboreo a sin laboreo

	RENDIMIENTO	PROTEINA	GLUTEN SECO	GLUTEN HUMEDO	GLUTEN INDEX
E.Cardenal	ns	ns	ns	Ns	ns
I. Mirlo	-	-	-	+	-
E. Pelón	-	ns	ns	Ns	-
P. Quintal	ns	ns	ns	Ns	ns
P. Superior	+	-	-	+	-
Var. Nuevas	ns	ns	ns	Ns	ns

Cuadro 10. Efecto de pasar de una siembra sobre una chacra con baja probabilidad de deficiencia de nitrógeno a una con alta probabilidad de deficiencia.

VARIEDAD	RENDIMIENTO	PROTEINA	GLUTEN SECO	GLUTEN HUMEDO	GLUTEN INDEX
E.Cardenal	-	+	-	ns	-
I. Mirlo	ns	ns	ns	ns	ns
E. Pelón	ns	ns	ns	ns	ns
P. Quintal	ns	ns	ns	ns	ns
P. Superior	ns	ns	ns	ns	ns

Var. Nuevas	ns	ns	ns	ns	ns
-------------	----	----	----	----	----

La siembra sin laboreo redujo el nivel proteico en I. Mirlo y P. Superior a pesar de que no afectó o incrementó el rendimiento en grano respectivamente. Esto se asoció con un incremento en el gluten húmedo. En los demás cultivares no hubo efecto significativo, en general, por falta de variación en las situaciones estudiadas. Como ya se destacó, los casos en que no fue posible medir gluten, fueron todos siembras sin laboreo.

En relación a la probabilidad de deficiencia de nitrógeno del ambiente en el que se realizó la siembra, no fue determinante del rendimiento, ni calidad del producto. Probablemente esto sea el producto del ajuste diferencial de las dosis de nitrógeno utilizadas en cada caso (no cuantificada en el relevamiento).

La información es consistente en marcar el efecto de la época de siembra y ajuste de la fertilización nitrogenada sobre rendimiento, proteína y W.

El rendimiento en grano, Gluten Húmedo y W son variables correlacionadas, que variaron en respuesta a las mismas variables de manejo. En el caso de la época de siembra, los mayores rendimientos de las siembras tempranas habrían diluido el nitrógeno en una mayor cantidad de grano. Los bajos niveles medio de proteína en grano del conjunto de situaciones muestreadas indica un aporte limitante de nitrógeno para el potencial productivo del ambiente. En estos casos la cantidad total de nitrógeno absorbido sería la principal limitante y explicaría la respuesta cuantificada al agregado de nitrógeno en fin de macollaje y espigazón.

Es de destacar que la información disponible sobre el manejo de la fertilización nitrogenada es limitada, ya que solo fue posible determinar el momento de agregado y no la dosis ni el criterio de ajuste manejado. Como el 96% de las chacras recibió nitrógeno a la siembra y 94% en macollaje temprano, no es posible cuantificar su efecto sobre rendimiento en grano y su calidad. En cambio, recibieron nitrógeno en macollaje tardío solo el 29% de las chacras muestreadas y en macollaje tardío y el 8% en espigazón. Dentro de estas últimas, la mayoría correspondieron a I. Mirlo. Este manejo diferenció grupos de mayor proteína en grano, Gluten Húmedo y valor W porque habría mejorado la relativamente baja disponibilidad de nitrógeno del año. Una interpretación similar puede hacerse sobre el efecto negativo de la siembra sin laboreo como consecuencia de un menor aporte del suelo en momentos clave del desarrollo del cultivo sin una clara diferenciación en el manejo de la fertilización nitrogenada .

IV.3 Tecnologías asociadas a rendimiento y calidad de grano en cada variedad.

El rendimiento y calidad obtenido en una situación de productiva depende de la combinación de variables de manejo utilizadas (tecnología) y el ambiente ofrecido al cultivo. Este efecto, resumido en el Cuadro 11 para el conjunto de las situaciones analizadas, y en el Cuadro 12 para cada variedad.

Ambos se confeccionaron con grupos de similitud definidos por “cluster analisis”, que demostraron ser estadísticamente diferentes entre si a través de una análisis de varianza. Para el Cuadro 11 la variable de respuesta seleccionada fue el % de proteína y para el Cuadro 12 el gluten húmedo fue la variable de respuesta discriminante.

Cuadro 11. Porcentaje de casos que cumplen con un nivel de las variables de manejo asociadas a niveles bajos, medios y altos de proteína en grano en el promedio de las variedades.

GRUPO	PROTEINA (%)		
	BAJA	MEDIA	ALTA

Número		51	139	46
SIEMBRA	Antes 15/6	50	21	2
	Después 15/7	20	17	17
N.macollaje tardío	SI	23	26	45
N_espigazón	SI	0	4	17
Funguicida	SI	58	55	80
Rendimiento kg/ha		3820	3287	3434
PROTEINA (%)		9.5	10.7	12.8
Gluten húmedo		21.0	26.9	37.1
Rango de gluten húmedo		18-23	24- 32	36-37
W		181	235	252
P/L		1.4	2.0	2.5
Absorción de Agua		53.8	51.3	48.2
Estabilidad		2.6	4.3	4.6

Para la población en su conjunto el nivel medio de proteína se incrementó al reducirse la proporción de casos en siembras tempranas, aumentó la proporción de casos con fertilización nitrogenada en estadios tardíos y aumentó el % de situaciones con fungicidas. En los grupos de baja y media proteína hay mayor frecuencia de E. Pelón y E. Cardenal y en los de media-alta hubo mayor proporción de I. Mirlo y P. Superior.

Esto no puede atribuirse a un comportamiento varietal diferencial ya que existieron variables de manejo asociadas como lo son la época de siembra temprana y variedad (E. Pelón y E. Cardenal) y la fertilización tardía (I. Mirlo y P. Superior).

Las variedades que tuvieron menores valores medios de proteína en grano fueron sembradas mayoritariamente antes del 15 de junio (68% de E. Pelón y 40 % de E. Cardenal) y lograron los mayores rendimientos medios con 3878 kg/ha y 4355 kg/ha para E. Pelón y E. Cardenal respectivamente en siembras tempranas contra 3422 kg/ha para el promedio de I. Mirlo, P. Quintal y P. Superior en igual fecha de siembra. Asumiendo un aporte medio de nitrógeno similar en siembra y macollaje temprano y la baja frecuencia de fertilización nitrogenada tardía en estos cultivares, el efecto estaría mas asociado a la dilución de nitrógeno en grano que al “efecto variedad”.

En el Cuadro 12, en la siguiente hoja, se resume la información por variedad.

Cuadro 12. Tecnología de producción asociada a calidad del grano de trigo en cada variedad en un total de 270 chacras.

	Grupo	N	SIEMBRA		LABOREO		Respuesta	NITROGENO			Fungi cida	REND	PH	PROT	GH	GS	GI	FN	W	P/L	Abs. Agua	Estabil
			<15/6	>15/7	LC	SD		Mac. Temprano	Mac. Tardío	Espiga zón												
P. SUPERIOR	1	21	19	14	76	24	67	71	19	1	43	2935	78	10.1	24	8	96	354	277	2.5	51	5.85
	2	6	6	50	77	23	62	65	21	5	44	2724	77	11.2	27	9.1	95	352				
P. QUINTAL	1	5	40	40	100	0	80	100	0	0	0	3040	77.2	11.9	31.2	9.6	84	315	216	1.4	48.8	4.58
	2	19	21	26	74	26	63	79	5	0	21	3025	77.4	10.3	23.6	7.7	93	295	285	0.9	49.1	5.10
E.PELON	2	10	80	10	60	40	50	100	30	0	60	4289	77.6	10.6	25.5	8.2	89	325	208	1.8	47.8	4.4
	1	19	68	5	47	53	42	89	11	0	26	3428	79.0	9.5	19.6	6.7	99	322	244	1.4	49.3	4.1
I.MIRLO	1	37	24	11	59	38	35	95	37.8	8.1	56.8	3447	79.0	11.0	29.8	10	74	328	212	2.1	52.6	2.9
	2	58	0	12	74	26	28	88	44.8	17.2	86.2	3353	78.6	12.1	34.7	11	66	280	257	1.9	53.9	2.5
E. CARDENAL	1	5	20	40	80	20	60	60	40	0	80	3530	78	10.6	27.7	8.9	84	310	171	2.5	50.3	3.0
	2	10	60	10	50	50	40	80	60	0	90	4445	77.8	9.6	23.3	7.7	91	271	223	2.2	50.9	2.8
Variedades NUEVAS	1	8	25	25	88	13	50	100	37.5	0	100	4551	80.1	9.5	20.9	7.5	99	374	215	3.3	48.9	6.25
	2	12	8	33	83	17	67	83	25	0	58	3114	77.3	10.2	22.3	7.7	98	331	240	2.3	49.0	5.6
	3	8	0	50	88	13	88	62.5	25	0	50	3732	77.6	11.4	28.0	9.2	90	365	310	1.5	50.3	6.25
VIEJAS	1	4	0	25	75	25	75	75	50	0	50	3093	79.9	11.2	27.5	9.4	98	348	380	2.1	50	7.9
	2	11	36	18	73	27	73	100	0	0	36	3130	78.6	10.1	24.5	8.2	96	305	320	1.8	50.4	5.1

El gluten húmedo y el porcentaje de proteína en grano aumentó al reducirse la proporción de siembras anteriores al 15/6 (E.Cardenal, I.Mirlo, P.Quintal, P.Superior), aumentar la proporción de chacras con fertilización nitrogenada tardía (I. Mirlo y P.Superior) y reducirse el porcentaje de situaciones realizadas sin laboreo (P.Quintal y E.Cardenal).

Las diferencias entre esta información y la presentada en los cuadros 7, 8, 9 y 10, surgen de que en estos solo se consideran los efectos principales. En el cuadro 12 se consideran las combinaciones de variables de manejo que existieron en las chacras relevadas.

A modo de ejemplo, la siembra sin laboreo por si sola no significaría un efecto negativo sobre la calidad del trigo. El efecto ocurriría como consecuencia del manejo de la fertilización nitrogenada realizada en esas chacras. Lo mismo para el comportamiento de los cultivares, los resultados resumen el comportamiento de cada una de ellas con la tecnología de producción utilizada en esta zafra.

La respuesta a la fertilización nitrogenada tardía coincide con resultados experimentales obtenidos en la misma zafra. Las condiciones ambientales durante el invierno de 1998 determinaron deficiencias de nitrógeno que fueron levantadas con el manejo de la fertilización a la siembra y en macollaje temprano, pero los cultivos con alto potencial de producción llegaron en déficit nutricional a fines de macollaje-inicio de encañazón.

Las siembras más tardías, dentro del rango recomendado, habrían logrado un ajuste mejor entre la oferta y demanda de nitrógeno. Como en estos casos se corrigió de la misma forma que en siembras tempranas, pero el incremento de la demanda del cultivo se produjo en mejores condiciones de oferta natural de nitrógeno por el suelo, el nivel de proteína en grano no fue diluido por el incremento de rendimiento.

En el siguiente cuadro se resume el efecto de la época de siembra y fertilización nitrogenada tardía, sobre el rendimiento, calidad de grano y de harina .

Cuadro 13. Efecto de la fecha de siembra y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de grano y harina (178 observaciones).

Variedad	Parámetros	FECHA DE SIEMBRA			NITROGENO EN MACOLLAJE-ESPIGAZON		
		<15/6	15/6-15/7	>15/7	No-No	Si-No	No-Si
E. CARDENAL	Rendimiento	4679 a	3710 b	3400 c	3200 b	4958 a	.
	Proteína	9.5 c	10.3 b	11.1 a	10.4 a	10.0 b	.
	Gluten Húmedo	23.7 a	26.0 a	27.8 a	25.5 b	25.6 a	.
	W	169 c	224 b	247 a	227 a	187 a	.
	P/L	2.8 c	1.9 b	1.2 a	1.7 a	2.5 a	.
I. MIRLO	Rendimiento	3728 a	3479 b	2665 c	3095 b	3631 a	3649 a
	Proteína	10.6 b	11.9 a	11.8 a	11.3 c	11.9 b	12.6 a
	Gluten Húmedo	27.7 b	31.5 a	31.4 a	30 a	31 ab	35 a
	W	192 b	237 a	230 a	212 c	234 b	273 a
	P/L	2.1 b	2.2 b	1.2 a	2 a	1.9 a	2 a
E. PELON	Rendimiento	3951 a	3256 b	3179 b	3703 a	3840 a	.
	Proteína	9.9 b	9.9 b	10.5 a	9.8 a	10.5 a	.
	Gluten Húmedo	22.0 ab	19.8 b	24.5 a	21.0 b	24.7 a	.
	W	219 a	218 a	245 a	214 b	245 a	.
	P/L	1.8 b	1.6 ab	1.4 a	1.6 a	1.7 a	.
P. QUINTAL	Rendimiento	3150 a	3098 a	2426 b	.	.	.
	Proteína	10.0 b	11.0 a	10.9 a	.	.	.
	Gluten Húmedo	24.5 a	25.6 a	24.5 a	.	.	.
	W	237 a	232 a	229 a	.	.	.
	P/L	1.5 c	1.3 b	0.8 a	.	.	.
P. SUPERIOR	Rendimiento	3310 a	3072 a	2443 a	2911 a	3023 a	.
	Proteína	10.0 b	10.6 a	10.6 a	10.4 a	10.9 a	.
	Gluten Húmedo	23.2 a	25.7 a	24.5 a	24.5 a	26.7 a	.
	W	277 a	281 ab	300 a	289 a	260 a	.
	P/L	3.1 b	1.9 a	2.0 a	2.2 b	1.7 a	.
NUEVAS	Rendimiento	4071 a	3606 b	3679 b	.	.	.
	Proteína	10.1 b	10.1 b	11.2 a	.	.	.
	Gluten Húmedo	21.0 b	24.7 ab	25.6 a	.	.	.
	W	.	265	307	.	.	.
	P/L	.	1.9	1.9	.	.	.
VIEJAS	Rendimiento	4246 a	3574 b	3800 ab	.	.	.
	Proteína	9.9 a	10.7 a	10.5 a	.	.	.
	Gluten Húmedo	22.4 b	25.8 a	26.1 a	.	.	.
	W	218 b	270 a	200 b	.	.	.
	P/L	1.3 a	2.0 b	1.6 ab	.	.	.

Valores seguidos por la misma letra dentro de filas y dentro de variable de manejo no difieren entre si $p < 0.05$.

V. CONSIDERACIONES FINALES

- El relevamiento permitió describir el comportamiento de las variedades en condiciones de producción y su respuesta en rendimiento y calidad a la tecnología utilizada.
- Como las variedades son sembradas en función de su ciclo, características sanitarias y rendimiento potencial, su comportamiento aparece asociado a variables de manejo como época de siembra, cultivo antecesor y fertilización nitrogenada.

- Dentro de este marco, el rendimiento en grano se redujo con el atraso de la fecha de siembra en todas las variedades. En forma asociada, se incrementó el porcentaje de proteína en grano, el gluten húmedo, el valor de W y se redujo la relación P/L.
- Como hipótesis de trabajo, estas relaciones estarían definidas por un desajuste entre el rendimiento potencial determinado por el ambiente y la oferta de nitrógeno del suelo más la estrategia de uso del fertilizante nitrogenado utilizada actualmente.
- Las características de la zafra 1998/99, con un rendimiento medio alto y aporte de nitrógeno relativamente bajo en relación a otras zafas, determinaron el nivel al cual ocurrió la variación de rendimiento y calidad de grano.

SEGUNDA JORNADA DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRIGO

ZAFRA 1999/2000

MESA NACIONAL DE TRIGO

Ing. Agr. Oswaldo Ernst
Ing. Agr. Oscar Bentacur
Nut. Ines Delucchi
Quím. Gabriela Suburu
Ing. Agr. Marcela Godiño

Introducción.

En el contexto actual de la integración regional de mercados y la globalización, se incrementan las fuerzas propulsoras que estimulan la vinculación entre los eslabones de las cadenas agroindustriales. Se genera un ambiente facilitador de la integración vertical de los complejos productivos, como único camino para fortalecer la orientación a satisfacer las demandas del mercado consumidor. La industria y las fases hacia adelante, reciben las señales, e inducen, hacia atrás, las características fundamentales de las innovaciones, que influyen sobre el sector agropecuario. El complejo del trigo claramente está inmerso en este tipo de proceso.

Los tiempos son propicios a la creación de espacios y prácticas institucionales que faciliten los vínculos de los segmentos del complejo. En este marco es que se genera la integración de la Mesa Nacional del Trigo, a lo que adicionalmente contribuye, muy especialmente, que los temas centrales de su agenda, tienen carácter tecnológico. En este campo, las negociaciones entre las instituciones públicas, los privados y entre privados, se ven ampliamente facilitadas y el alineamiento detrás de objetivos comunes, es de relativamente fácil consenso.

El vínculo creciente entre las fases agropecuaria y agroindustrial, toma más complejo el proceso de desarrollo tecnológico, dado que cada segmento tiene sus condicionantes particulares, pero con fuerte interdependencia entre ellos. Las nuevas tecnologías y características de las materias primas, en la fase agropecuaria, deben tener en cuenta los crecientes requerimientos en calidad, seguridad alimentaria y comportamiento de la fase industrial. Aún visto desde una perspectiva regional de integración, las exportaciones de materia prima deberán cumplir con exigencias de calidad y presentación,

La Mesa del Trigo, con la presencia de todos los actores del complejo, es un espacio privilegiado para identificar las demandas tecnológicas en la cadena. Este proceso de integración del ámbito público y privado, genera un flujo de información de doble vía; difusión hacia el sector productivo de conocimientos tecnológicos y retroalimentación de nuevas demandas, hacia las instituciones de investigación e innovación, con claros beneficios para la eficiencia del proceso. Otra ventaja adicional es el reordenamiento del sistema de innovación, con el imprescindible proceso de coordinación y división de tareas de las instituciones actuantes, aunando esfuerzos para un mejor y más efectivo uso de sus capacidades y recursos, evitando las cuestionadas duplicaciones.

De esta forma, la Mesa del Trigo constituye un antecedente muy valioso en la dirección del fortalecimiento de las sinergias interinstitucionales, que son imprescindibles en la construcción y consolidación de un nuevo instrumento de los Sistemas Nacionales de Innovación.

Con motivo de la 2da. Jornada de Rendimiento y Calidad de Trigo, organizada por la Mesa Nacional del Trigo, se realiza el presente documento, que tiene el cometido de ordenar, informar y difundir las actividades de la Mesa en los últimos 12 meses.

* Ing. Agr. INIA- Unidad de Agronegocios y Difusión. Delegado de INIA a la Mesa Nacional del Trigo.

** Ing. Agr. Secretaria Técnica de la Mesa Nacional del Trigo.

Integración de la Mesa.

La Mesa Nacional del Trigo se instaló en mayo de 1998, suscribiendo inicialmente el acuerdo INIA, LATU, Central Cooperativa de Granos (CCG), Centro de Industriales Panaderos del Uruguay (CIPU), Comisión Gremial de Molinos (CGM) y la Sociedad de Agricultores de Uruguay. Posteriormente se incorporaron la Facultad de Agronomía, FUCREA, el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (representado por OPYPA) y la Cámara Uruguaya de Semillas (CUS).

Objetivos de la Mesa.

El objetivo general de la Mesa es crear un ámbito de discusión y análisis de la competitividad estructural de toda la cadena productiva del trigo y sus productos, con especial énfasis en los aspectos tecnológicos, de cada una de las etapas y la cadena en su conjunto.

En el marco del objetivo trazado las acciones se centran en los siguientes aspectos:

- Concretar una mejor articulación intersectorial para la identificación y priorización de las restricciones tecnológicas en toda la cadena agroindustrial.
- Elaborar proyectos que tiendan a levantar las mencionadas restricciones,
- Atender aspectos comerciales o normativos que puedan afectar la competitividad estructural de la cadena productiva.
- Promover actividades de relacionamiento en general y en particular con las autoridades públicas.

Organización de la Mesa.

Para su funcionamiento y según se establece en el acuerdo de creación, la organización de la Mesa consiste en la Comisión Directiva, integrada por los representantes de las instituciones y organizaciones que suscribieron el acuerdo y por aquellas que se incorporaron posteriormente por resolución de la propia Comisión Directiva. Es el máximo órgano con carácter técnico - político, sus decisiones se asumen por consenso y ha establecido un régimen de reuniones mensuales. La coordinación de las reuniones y actividades se realiza con apoyo de una Secretaría Técnica, aportada por INIA. Asimismo se cuenta con el apoyo de la Cámara Mercantil de Productos del País, que facilita sus instalaciones para las reuniones.

Para el mejor desempeño de su labor, la Comisión Directiva ha integrado los Grupos Técnicos de Post Cosecha, Mejoramiento Genético y Manejo y, más recientemente, de Calidad, que abordan diferentes áreas de trabajo relacionadas con la producción y transformación industrial del trigo- Estos Grupos, de integración abierta, han sumado a la fecha, el aporte de instituciones, organizaciones y empresas como la Facultad de Ingeniería, Plan Nacional de Silos del MGAP, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la Federación Rural, ANAPROSE, la Gremial de Fideeros, la Cámara Uruguaya de Fabricantes de Pasta, El Trigal S.A, El Maestro Cubano S.A. y Fleischmann Uruguay S.A.

Acciones realizadas por la Mesa.

- Fase productor.

A modo de diagnóstico, a través de un relevamiento de chacras, realizado durante la zafra 98/99, se pudo describir la situación de las variedades de trigo sembradas en el país, en

términos de su respuesta en rendimiento y calidad industrial, a diferentes situaciones ambientales de producción.

La información obtenida permitió generar una hipótesis de trabajo que sustenta el proyecto presentado a los fondos competitivos de la línea de investigación aplicada, del programa INIA/BID, cuyo título es "Caracterización agronómica e industrial de las variedades de trigo más utilizadas en Uruguay, Identificación de paquetes tecnológicos asociados a rendimiento y calidad industrial".

El objetivo general del referido proyecto se vincula a conocer el comportamiento en rendimiento y calidad industrial de las principales variedades de trigo sembradas en cada zafra en el país, así como, de aquellas que serán liberadas al comercio en la zafra siguiente, en respuesta a variaciones en el ambiente y condiciones de manejo, en el ámbito del productor. Se busca mejorar la información para la toma de decisiones del productor, respecto a la elección de las variedades a sembrar y el paquete tecnológico a utilizar en cada caso.

El desarrollo y la aplicación por parte de los productores de tecnologías específicas que contemplen los requerimientos de calidad, beneficiarán a las fases hacia adelante en la cadena, dado que constituyen la base para diferenciar la oferta de grano hacia la industria Cabe resaltar el concepto que no sólo se necesitan trigos de calidad, sino que trigos diferentes para procesos específicos diferentes.

Como acciones puntuales desarrolladas en el ámbito de la Mesa, merece destacarse los análisis de las áreas afectadas por heladas durante la zafra 99/00. Se contó con el apoyo de imágenes satelitales, chequeos de campo e interpretación de daño.

Fase de acpio.

El Grupo Técnico de Post Cosecha tiene como cometidos comprender y proponer mejoras para los procesos que se llevan a cabo durante el periodo que transcurre después de la maduración del grano en la planta, hasta que el grano de trigo entra al molino para su procesamiento- Los cuidados durante el proceso de post cosecha tiene como finalidad la preservación de las cualidades propias del grano en el tiempo, de forma que a través de un proceso controlado de procesamiento posterior, se alcance la calidad deseada del producto final.

En el marco antes señalado, la Mesa recomendó la realización de una amplia revisión bibliográfica, que dio origen a una publicación titulada "Tecnología de almacenamiento de granos de trigo" (W. Hugo y M. Godiño, 2000 - Serie técnica 107, INIA). En su contenido, se destaca la importancia de los procesos de secado, almacenamiento, control de enfermedades e insectos, y los cuidados para preservar la calidad y seguridad alimentaria del producto final, evitando los residuos contaminantes de sustancias tóxicas.

Como esfuerzo complementario, no menos importante, la Mesa entendió oportuno realizar actividades de capacitación de corto plazo en esta temática, dado que no existen en el país programas académicos que las contemplen. Se focalizó la actividad hacia dos públicos diferentes; por un lado profesionales, responsables de plantas de acopio y por otro, a operarios de las referidas plantas.

Los cursos se llevaron a cabo en Montevideo y en Nueva Palmira, con una participación de algo más de 70 asistentes- Se abarcó en forma amplia el tema post cosecha, enfatizando en aquellos factores del proceso que tienen relación con las fases hacia atrás, el productor, y hacia

adelante, el molino, en la cadena, y que se relacionan íntimamente con la calidad del producto final, en un sentido amplio.

-Fase industrial.

Ante la situación de integración y apertura de los mercados, se abren nuevas oportunidades de comercialización para la producción de trigo y sus productos, de todas formas, la Mesa del Trigo ha considerado el fortalecimiento del mercado interno. En este marco, el aumento de la productividad y la competitividad de la industria elaboradora de productos panificados, es un objetivo primario, que se traducirá en un impacto positivo para las fases hacia atrás en la cadena. Por otra parte, la estandarización de la producción, aún a niveles básicos de calidad, también será una condición favorable para el acceso a los mercados externos,

Como forma de contribuir a mejorar la situación del sector industrial panadero nacional, se preparó y presentó un proyecto, del tipo asociativo de empresas, al CONICYT, cuyo título es "Fortalecimiento de la Competitividad y la Productividad de la Cadena Industrial del Trigo".

El principal resultado del mencionado proyecto es la implementación de estrategias para mejorar la calidad, la competitividad e incrementar el consumo de los productos panificados nacionales, especialmente los canalizados al mercado a través de la panadería tradicional-

En este sentido el proyecto apunta a la capacitación del personal, fortaleciendo las acciones del Instituto Tecnológico del Pan desarrollado por CIPU, así como a mejorar y uniformizar los procesos de elaboración y la implementación de nuevas formas de presentación y comercialización. En este contexto se estudiará la posibilidad que las panaderías uruguayas produzcan un producto uniforme, bajo normas estandarizadas y que se comercialice respaldado por un plan de marketing. Se busca que un producto de calidad controlada y uniforme sea identificado por los consumidores con la producción artesanal uruguaya.

Desafíos de la Mesa.

La cadena del trigo, al igual que otras cadenas agroalimentarias, no es ajena a la actual crisis que enfrentan los sectores productivos del país. Esta situación genera un multivariado espectro de amenazas para las diferentes fases de la cadena, que, en un enfoque estratégico, pueden ser vistas como nuevas oportunidades y desafíos a enfrentar.

Por su parte, no es cometido de la Mesa hacer suya todas y cada una de las difíciles situaciones que enfrentan los diferentes segmentos del complejo triguero. De todas formas, la Mesa Nacional del Trigo se constituye en un instrumento de integración sectorial, idóneo para identificar las principales restricciones tecnológicas que afectan la competitividad de la cadena. En el corto plazo los esfuerzos estarán puestos en: completar el análisis de las variedades de trigo disponibles en el país desde el punto de vista de su productividad y calidad industrial del grano y los factores ambientales y de manejo que interactúan; establecer las relaciones entre los parámetros de calidad del grano y la calidad de las harinas; definir un índice de calidad para la caracterización de las variedades, que permita una diferenciación de la oferta; definir las mezclas de grano para obtener diferentes tipos de harina y analizar su comportamiento industrial; implementar la contratación de una consultoría para el análisis integral de la cadena, con identificación de puntos críticos; colaborar en la definición de parámetros para fijar normas técnicas de comercialización para variedades de trigo no panadero y finalmente aportar en la ejecución de proyectos en curso sobre trigo y harinas.

I. PRÓLOGO

La cadena agroindustrial de trigo ha experimentado durante la presente década cambios importantes en sus condiciones de entorno, y un intenso proceso de concentración y globalización que caracterizó a la economía mundial. En un ambiente protegido las metas que se fija el proceso productivo de los sectores primarios e industriales son alcanzar alta competitividad.

Con niveles muy elevados de apertura, desregulación y desprotección, los productos resultantes de todos los eslabones compiten con productos de otras regiones del mundo donde se aplican diferentes grados de tecnificación, se trabaja con economías de escala y se siguen aplicando diversos instrumentos de protección y subsidios. En este caso las metas son mayores ya que debe agregarse:

- a) lograr altos niveles de calidad acordes con la demanda del consumidor (verdadero protagonista de la cadena).
- b) asegurar al consumidor que los alimentos derivados de trigo fueron producidos por medio de tecnologías que no afecten negativamente al medio ambiente y que aseguren la sustentabilidad de la producción agroalimentaria.

En el contexto esbozado, es necesaria una rápida adaptación a los cambios para enfrentar los desafíos. Una de las alternativas consideradas válidas y que ya han tomado los actores de otras cadenas agroalimentarias en el país, consiste básicamente en mejorar, donde se necesite, la interrelación y la verticalidad de la cadena para atender adecuadamente las demandas del consumidor.

Los países que han logrado éxitos últimamente están basando sus estrategias en el impulso de paradigmas productivos, donde nuevos factores de competitividad juegan un papel decisivo.

Los nuevos factores hacen referencia a la búsqueda de la calidad, al conocimiento, la innovación tecnológica, los desarrollos logísticos, la capacitación y la cooperación e integración entre empresas e instituciones.

Dentro de los factores ante referidos se debe considerar en primer lugar la búsqueda de la calidad, porque este es la clave para mejorar, desde el trigo hasta los productos finales. Los demás factores mencionados deberán armonizarse de manera de lograr este objetivo común a toda la cadena y todos sus eslabones deberán adaptarse y enfocar su accionar en función de este objetivo, para poder competir.

Como están los diferentes eslabones de la cadena agroindustria! de trigo? La estructura productiva presenta una concentración en las superficies destinadas al cultivo. Esto ha sido reflejo de un marcado descenso en el número de agricultores. Aun así la ocurrencia de un proceso de cambio tecnológico importante ha permitido neutralizar el descenso del área sembrada a través de fuertes aumentos en la productividad. La innovación tecnológica aplicada permitió que el volumen total producido desde 1961 se aumentara en un 37 % y los rendimientos promedio casi se triplicaran, llegando a un récord promedio de producción de 2893 Kg/ha en el último trienio.

El factor tecnológico clave en la producción de trigo en Uruguay hasta el momento era "RENDIMIENTO", y se han logrado avances importantes en él, sin embargo ahora se presenta el desafío de agregar un segundo factor clave "CALIDAD".

En cuanto a la calidad del producto, los factores de calidad no acompañaron el éxito obtenido sobre los rendimientos. Es así como se han señalado carencias en la calidad industrial de los trigos de panificación. La reciente competencia de productos importados, el aumento de la mecanización de los procesos de panificación que exigen mayor uniformidad en las harinas, han puesto en evidencia las carencias de calidad o de tipos de materia prima.

También la industria molinera ha experimentado un intenso proceso de concentración y globalización durante la presente década, expresado en la reducción de número de empresas. Este proceso de concentración en parte, ha sido resultado de la adecuación de la capacidad de instalación y el nivel de actividad, minimizando la capacidad ociosa. El volumen procesado por los molinos se ubica en el orden de las 375.000 toneladas anuales

La industria panadera artesanal enfrenta una creciente competencia con productos importados cuya comercialización se hace a través de hiper o super mercados y que normalmente aplican nuevas tecnologías sobre las cuales el sector se debe capacitar y actualizar.

El consumidor uruguayo en presencia de un producto nacional o un producto importado ha demostrado que elige el primero si se dan las siguientes condiciones: que el precio sea menor y/o que tenga una calidad comprobadamente superior y/o que presente variedad (que le de libertad de elección en el momento de compra) y/o que sea uniforme (que ante su elección sea siempre igual) y/o que tenga buena disponibilidad (que este al alcance de su mano en horario amplio). El peso de cada una de estas condiciones o la combinación de varias de ellas depende generalmente del estrato socio-económico del consumidor.

Al igual que en casi todos los complejos agroindustriales, la calidad de los productos al final de la cadena está condicionada en forma decisiva por las cualidades que presente la materia prima en la fase agrícola y es por esto que la Mesa de trigo ha comenzado a trabajar desde la base primaria con el siguiente trabajo. Posteriormente se han ido ampliando las áreas de trabajo, a los demás eslabones de la cadena.

II. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo presenta los resultados del segundo relevamiento de chacras sobre rendimiento y calidad de trigo correspondiente a la zafra 1999/2000. Este relevamiento forma parte del primer proyecto de la Mesa que comenzó en la zafra 1998/1999 y cuyos objetivos son:

Relevar el comportamiento en rendimiento y proteína de grano de los cultivares de trigo más sembrados y a ingresar en el esquema de certificación, en condiciones de producción. Asociar la variación de rendimiento y calidad de grano y harina a paquetes tecnológicos y características del ambiente de producción. Orientar la elección de cultivares a sembrar en función del manejo a aplicar al cultivo y el destino de la producción.

A partir de este trabajo se espera para el año próximo poder dar un paso más en la integración de la cadena con la participación de la industria molinera (molienda y mezclas de trigo) y la industria panadera (elaboración de productos artesanales con una marca asociada basados en materia prima nacional de origen y calidad comprobada).

III. METODOLOGÍA

Se muestrearon 203 situaciones, y se obtuvo la información necesaria para caracterizar la tecnología de producción utilizada a través de un formulario encuesta.

Información a relevada	
Rendimiento	Kg/ha
Fecha siembra	Antes de 15/6; 15/6 al 15/7; después de 15/7
Historia de chacra	Pradera, campo natural y tipo de rastrojo
Sistema laboreo	Convencional o siembra directa
Sanidad	Con o sin fungicida
Análisis de suelo y planta	Siembra, macollaje y Z3.0
Fertilización	N-siembra, N-macollaje (temprano y tardío)
Zona	
Suelos	Livianos o pesados
Daño de heladas	Si, no

Las muestras fueron obtenidas de chacra en el momento de la cosecha o de lotes de semilla con origen conocido maestreados en galpón. El tamaño de muestra fue de 5 kg. A propuesta de los integrantes de la Mesa de Trigo el muestreo incluyó cinco variedades de interés por su actual área de siembra y su participación esperada en los próximos años (Cuadro1).

Cuadro 1. Variedades incluidas en el muestreo

VARIEDAD	NUMERO DE MUESTRAS
BUCK CANDIL	1
BUCK ORIENTAL	1
COOPERACION HUEMUL	7
ESTANZUELA CARDENAL	12
ESTANZUELA PELON	21
GOLIA	1
GREINA	11
INIA BOYERO	19
INIA CABURE	9
INIA MIRLO	27
INIA TIJERETA	27
PROINTA CALIDAD	3
PROINTA ELITE	11
PROINTA QUINTAL	19
PROINTA SUPERIOR	14
T 605	6

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Estación Experimental La Estanzuela obteniéndose información sobre los siguientes parámetros de calidad.

- Gluten humedo (GH %)
- Gluten seco (GS %)
- Gluten Index (GI)
- Falling number (FN s)

Los alveogramas (cuyos valores de W y P/L se reportan) fueron realizados en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU).

III.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó sin considerar aquellas variedades con menos de 5 muestras. Se realizó a través de la identificación de “componentes principales”, los que se tomaron como una variable de respuesta al momento de plantear un modelo lineal que los relaciona con variedad, fecha de siembra, historia de chacra, laboreo, fertilización y control sanitario.

Con la metodología “análisis cluster”, se identificaron grupos de chacras con una combinación de características de calidad similares. Cada variable fue estandarizada (restando la media, y dividiendo por el desvío estándar), y se realizó un análisis de conglomerados (análisis Cluster) por el cual se confeccionó un dendrograma utilizando el Coeficiente de Distancia Euclidiana. Posteriormente, a estos grupos se los diferenció a través de un análisis de varianza.

Los pasos seguidos fueron:

- Identificación de grupos de chacras, por “análisis cluster” y “componentes principales”, este último exclusivamente para los parámetros de calidad
- Análisis a través de modelos lineales que relacione él o los componentes principales más importantes, con los grupos identificados

- Modelos lineales que relacionan variables de calidad con variedad, grupo y su interacción como forma de estimar la respuesta de la calidad en cada variedad en respuesta a la modificación del ambiente.
- Análisis de los grupos formados: variables de manejo que los definen.

IV. RESULTADOS

Se identificaron 10 grupos, tomando un desvío como el nivel para diferenciarlos, cuya composición se resume en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valores medio de rendimiento y calidad de trigo para los 10 grupos de similitud confeccionados.

PROMEDIOS								
GRUPO	Kg/ha	PROTEINA %	GH %	GS %	GI %	FN s	W E⁴J	P/L
1	2706 b	12.1 a	28.3 b	9.8 b	89.6 a	344 a	257 a	1.5 ab
2	2672 b	12.0 ab	27.0 bc	9.3 c	88.9 a	340 ab	241 b	1.8 a
3	2252 b	12.0 ab	29.0 a	10.0 ab	89.2 ab	329 ab	241 b	1.3 ab
4	3320 a	12.2 a	30.7 a	10.6 a	81.1 b	333 ab	211 c	1.2 b
5	2495 b	11.7 b	25.9 b	9.2 bc	90.1 ab	341 ab	261 ab	1.4 ab
6	2574 b	11.6 b	24.6 c	8.6 c	96.6 a	340 ab	229 bc	1.3 ab
7	900 c	11.5 b	24.9 bc	8.6bc	95.3 a	327 ab	230 bc	1.9 a
8	1804 bc	12.6 a	28.3 b	9.8 abc	96.4 a	319 b	257 a	1.1 b
9	2281 b	12.1 a	27.5 b	9.4 bc	90.7 a	356 ab	268 a	1.4 ab
10	2282 b	12.1 a	27.6 b	9.4 bc	82.2 b	330 ab	223 c	0.9 b
PROMEDIO	2623	12.0	27.7 b	9.6	88.3	337	241	1.5

Valores seguidos por igual letra dentro de columnas no difieren entre si $p < 0.05$.

De los grupos determinados se pueden destacar el Grupo 4, con alto rendimiento en grano, proteína, gluten húmedo y seco y bajo Índice de gluten P/L y W; Grupos 7, 8y 9 con bajo rendimiento alto Índice de gluten y características contratantes en proteína, W y P/L. El 10 y el 4 se diferencian en el rendimiento y GH y los Grupos 1, 2 y 3 se formaron con rendimientos medios, proteína gluten y relación P/L alta.

En el siguiente cuadro se resume la tecnología de producción que caracterizó a cada grupo.

Cuadro 3. Variables de manejo asociadas a cada grupo de similitud por calidad del trigo obtenido expresadas como porcentaje de las situaciones en que está presente la variable.

GRUPO	SIEMBRA			ANTECESOR			SUELO	NITROGENO			FUNGICIDA	DAÑO HELADAS
	ANTES 15/6	DESPUES 15/7	SIN LABOREO	INVIERNO GIRASOL SOJA	SORGO MAIZ C. BRUTO	PRADERA	PESADO	SIEMBRA	Z22	Z30		
1	60	10	40	50	40	10	52	67	76	31	14	27
2	50	10	45	80	10	0	26	77	66	29	35	37
3	30	10	33	70	40	0	71	75	82	37	12	37
4	50	0	54	90	10	0	33	70	95	50	23	21
5	50	0	66	50	50	0	25	62	62	12	37	25
6	60	20	20	40	60	0	30	80	80	40	20	40
7	30	30	0	30	70	0	67	33	100	0	33	0
8	30	70	40	80	20	0	40	80	83	0	17	67
9	50	30	18	70	40	0	50	66	100	0	9	50
10	50	20	25	80	10	10	50	100	100	23	23	61

En el grupo 4 se ubicaron chacras sembradas en su totalidad antes del 15 de julio y sobre rastrojos de invierno, girasol y soja (baja respuesta esperada el nitrógeno). En estas situaciones se obtuvo alto rendimiento y calidad de grano, pero bajo W y GI. INIA Tijereta e INIA Boyero fueron las variedades más frecuentes en este grupo.

Los grupos 7, 8 y 9 tuvieron la mayor proporción de siembra tardía. El Grupo 7, con el 30% de las situaciones sembradas después del 15 de julio, presenta la mayor proporción de siembra sobre rastrojos de sorgo, maíz y campo bruto (alta respuesta esperada al nitrógeno) y no fueron fertilizadas en fin de macollaje. Estas situaciones, con rendimiento en grano muy bajo, se diferenciaron de Grupo 8 en la proporción de rastrojos de invierno, girasol y soja y que en este grupo su bajo rendimiento aparece asociado a un 70% del área con siembras tardías y 67% de situaciones con daño de heladas.

En el siguiente cuadro se presentan las variedades más frecuentes de cada grupo confeccionado

Cuadro 4. Frecuencia de aparición de cada variedad dentro de cada grupo de homogeneidad

Variedad/ Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E. Pelón	*	*		**	**	***			***	***
E.Cardenal	*	*	**							**
Greina	*	*		*		***	***		*	
Coop. Huemul	*	*					***			
I. Cabure	*	*	**	**						**
I.Boyero	**	*	***	*					**	*
I.Mirlo	*	**	**	***				**	***	*
I.Tijereta	***	**		*					*	*
P. Elite	*	*			***	***		***		
P.Quintal	*	*		**			***		*	**
P.Superior	*	*	**	*	**			**	*	*
T 605	*	*		**						*

*** mayor del 20%

** mayor al 10% menor al 20%

* menor al 10%

Tomado el total de las situaciones analizadas por variedad, 21 % de INIA Tijereta y 42% de INIA Boyero estuvieron dentro del Grupo 1 y fueron las de mayor frecuencia dentro del grupo dentro de un grupo con siembras tempranas, buenos antecesores y fertilización nitrogenada en tres momentos en una alta frecuencia. En el Grupo 4, con alta proteína en grano y bajo W predominaron INIA Mirlo, T 605, INIA Cabure, Estanzuela Pelón, aunque INIA Cabure estuvo en partes iguales en los Grupos 1, 2 y 4; 67% de INIA Cardenal estuvo en los Grupos 1 y 2 pero también fue frecuente en el Grupo 10, todos ellos con 80 a 90% de siembra antes del 15 de julio.

VI.1 CALIDAD DE TRIGO Y VARIABLES QUE LA DEFINIERON

El 79% de la variabilidad observada en los parámetros de calidad determinados en la población analizada, está explicada por tres “componentes principales” compuestos por variables altamente relacionadas (Cuadro 5 y 6)

Cuadro 5. Matriz de correlación entre los parámetros de calidad

	FN	PROT.	GH	GS	GI	W	PL
FN	1						
PROT	-0.06	1					
GH	-0.24	0.69	1				
GS	-0.24	0.67	0.97	1			
GI	0.26	-0.017	-0.53	-0.51	1		
W	0.23	0.33	0.12	0.11	0.34	1	
PL	0.23	0.19	-0.26	-0.025	0.15	0.01	1

Cuadro 6. Composición de los tres componentes principales definidos.

	PRIN 1	PRIN2	PRIN3	r² acumulado
r² parcial	0.43	0.22	0.14	0.79
FN		0.44	0.39	
PROTEINA	0.43	0.36		
GH	0.55			
GS	-0.35			
GI		0.42	-0.36	
W		0.69		
PL			0.80	

El componente principal 1 (PRIN1) se compuso por una combinación positiva de proteína en grano, gluten húmedo y gluten seco y negativa de índice de gluten. El componente 2 (PRIN2) estuvo compuesto por W, GI, Proteína y FN y el componente 3 (PRIN3) por una asociación positiva de la relación P/L con FN y negativa con GI. Nuevamente se destaca la falta de concordancia entre la calidad del trigo estimada por el porcentaje de proteína del grano y la calidad panadera del producto ($r=0.69$ y 0.33 para GH y W respectivamente).

El resultado de los análisis de varianza de cada componente como variable de respuesta y de las variables tecnológicas tomadas como clases, se resume en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Significancia del Cuadrado Medio de Tratamiento tomando los componentes principales como variable de respuesta y las tecnologías como clases.

	PRIN1	PRIN2	PRIN3
VARIEDAD	***	***	***
FECHA DE SIEMBRA	*	**	ns
LABOREO	***	ns	ns
RASTROJO	***	*	ns
NITROGENO SIEMBRA	***	ns	***
NITROGENO Z22	ns	ns	ns
NITROGENO Z30	*	ns	***
FUNGICIDA	ns	ns	*
ZONA	***	ns	***
DAÑO HELADAS (1)	ns	*	***

ns= no significativo; ***= $p<0.01$; **= $p<0.05$; *= $p<0.1$.

(1) efecto de las heladas ocurridas el 3 y 4 de octubre de 1999.

PRIN1 fue afectado significativamente por todas las variables de manejo excepto el agregado de nitrógeno en macollaje temprano (Z22) y la aplicación de fungicida. PRIN2 fue modificado por la variedad, fecha de siembra y cultivo antecesor y PRIN3 por la variedad, agregado de nitrógeno en la siembra y macollaje tardío (Z 30) y aplicación de fungicida.

El efecto ZONA no interactuó con las demás, por lo que solo modificó el rango en el cual se produjo la respuesta al manejo. En Paysandú y Young se lograron mayores valores de proteína en grano y gluten y menores valores de GI que en Mercedes y Salto; Paysandú y Salto se destacaron por los altos valores de W y baja relación P/L.

En el Cuadro 8 se resume el efecto de la fecha de siembra sobre rendimiento y calidad de trigo y harina.

Cuadro 8. Efecto de la modificación de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano y calidad de trigo y harina

FECHA DE SIEMBRA	COMPONENTE PRINCIPAL	PARAMETRO	VALOR MEDIO
ANTES DEL 15/6	PRIN1	PROTEÍNA (%)	11.9
		GH(%)	28.1
		GS (%)	9.7
		GI (%)	86.4
	PRIN2	W (E ⁻⁴ J)	238
		FN (s)	331
	PRIN3	P/L	1.5
	RENDIMIENTO	Kg/ha	2633
15/6 AL 15/7	PRIN1	PROTEÍNA (%)	11.9
		GH (%)	27.8
		GS (%)	9.6
		GI (%)	86
	PRIN2	W (E ⁻⁴ J)	236
		FN (s)	335
	PRIN3	P/L	1.5
	RENDIMIENTO	Kg/ha	2416
DESPUES DEL 15/7	PRIN1	PROTEÍNA (%)	12.2
		GH (%)	27.9
		GS (%)	9.6
		GI	90.4
	PRIN2	W (E ⁻⁴ J)	268
		FN (s)	367
	PRIN3	P/L	1.5
	RENDIMIENTO	Kg/ha	1922

El efecto de la época de siembra es similar al cuantificado en 1998/99; la siembra tarde opera sobre la calidad del producto por reducción de rendimiento, lo que tiende a incrementar proteína y su calidad (gluten humedo e índice de gluten) y el W. A diferencia de la zafra pasada, no se afectó la relación P/L y la variación del nivel proteico ocurrió en el rango de bonificaciones por proteína.

En las figura 1 y 2 se resume el efecto de las demás prácticas de manejo sobre el rendimiento y calidad del trigo.

Las situaciones sembradas sin laboreo lograron significativamente ($p < 0.05$) más rendimiento en grano, proteína gluten y menor Índice de gluten, sin modificar significativamente el W y la relación P/L (Cuadro7). La información contrasta con la obtenida en 1998/99, donde la siembra sin laboreo fue determinante de bajos niveles de proteína en grano y gluten. La diferencia puede ser explicada por un mayor ajuste en el manejo de la fertilización nitrogenada tardía. El 55% de los cultivos sembrados sin laboreo recibió nitrógeno en Z3.0 y solo el 11% de los sembrados con laboreo. Por otro lado, el 73% de las situaciones con E. Pelón fueron sembradas con laboreo, mientras que en 1998/99 esta combinación resultó en trigo de muy baja calidad. Por otro lado, las características climáticas del año 1999, con un importante déficit hídrico en primavera, favorecieron el comportamiento del cultivo sembrado sin laboreo (Figura1).

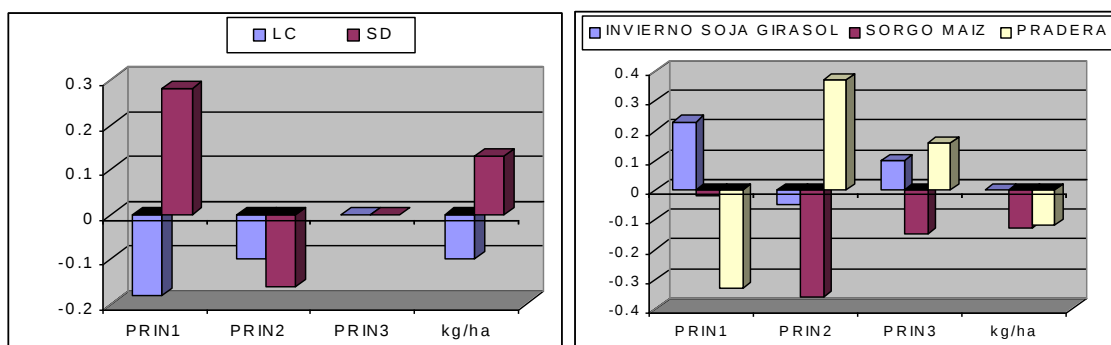


Figura 1. Efecto del tipo de laboreo y cultivo antecesor sobre rendimiento y calidad del trigo.

El efecto del rastreo fue significativo sobre el PRIN1 Y PRIN2 (Cuadro 7). Proteína y gluten fueron mayores sobre rastros de invierno, soja y girasol y más bajo sobre praderas, en tanto que W y GI fueron bajos sobre rastros de sorgo y maíz y altos sobre pradera. También en este caso se asociaron antecesor y manejo de nitrógeno. Las situaciones sembradas sobre pradera, donde se espera un mayor aporte de nitrógeno solo fueron fertilizadas en Z 3.0 el 15%, mientras que se fertilizó el 55% de las demás situaciones y el 76% de los cultivos sobre pradera fueron con laboreo convencional. En la Figura 2 se presenta el efecto del manejo de nitrógeno en fin de macollaje (Z 3.0).

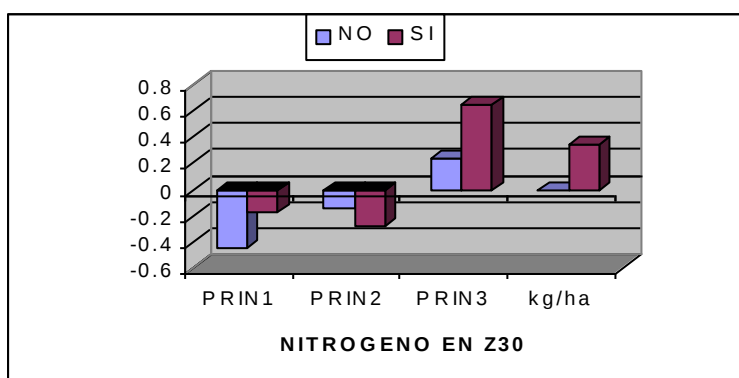


Figura 2. Efecto del agregado de nitrógeno en Z 3.0 sobre rendimiento y calidad de trigo

La fertilización nitrogenada en Z 30 (40% de las observaciones) se realizó en un 60% de los casos utilizando el estado nutricional del cultivo como indicador de la respuesta esperada, en tanto, el 97% de las situaciones no fertilizadas no tuvieron análisis foliar. El agregado de nitrógeno en este estadio incrementó el rendimiento en grano en un 20% con respecto a la media de producción y mantuvo el nivel de proteína en grano y gluten en el valor medio de la población, aumentando significativamente la relación P/L y reduciendo GI (Cuadro 6). Este efecto coincide con la información experimental generada para trigo y cebada, donde la corrección de la disponibilidad de nitrógeno en Z30 incrementa el rendimiento en grano sin que esto signifique reducir la concentración de nitrógeno en el grano efecto de la dilución en mayor rendimiento.

La aplicación de fungicida, sin considerar la necesidad o no de la misma, incrementó la, relación P/L y la presencia de daño causado por las heladas tardías, la redujo.

IV.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES

En el Cuadro 9 se resume el comportamiento de las variedades analizadas en función del rango de variación detectado en los parámetros de calidad.

Cuadro 9. Rango en el que se encontraron el 75% de los valores de cada parámetros de calidad de cada variedad. Zafra 1999/2000.

VARIEDAD	Proteína		GH		GI		W		P/L	
I.BOYERO	11.9	13.6	25.2	34.2	86	96	300	347	1.3	2.5
I. CABURE	12.0	12.2	22.5	30.1	90	99	167	193	0.7	1.5
E.CARDENAL	10.5	11.5	23.0	32.2	75	91	170	253	1.4	2.7
P. ELITE	11.5	12.5	23.3	27.8	81	95	212	262	0.8	1.7
GREINA	11.0	12.5	21.8	27.5	99	100	200	270	1.8	3.7
C.HUEMUL	11.5	12.1	23.4	33.3	80	100	256	297	1.0	1.8
I. MIRLO	11.0	12.7	26.7	36.5	62	79	169	216	0.9	2.4
E. PELON	10.8	11.6	22.2	25.2	90	98	212	283	0.7	1.3
P.QUINTAL	11.5	12.7	24.0	28.8	82	95	165	241	0.6	1.0
P. SUPERIOR	11.5	12.5	25.5	28.3	92	98	261	319	1.2	2.3
T 605	12.0	12.5	32.8	39.6	59	71	138	186	0.4	0.8
I. TIJERETA	12.0	12.8	28.0	32.6	95	100	266	294	0.7	1.7

Al igual que en la zafra anterior, Estanzuela Cardenal y Estanzuela Pelón, mostraron el valor medio más bajo de Proteína en grano del relevamiento. En esta zafra su valor medio se ubicó en la base de comercialización para proteína en grano (11.5% base 13.5% de humedad). INIA Mirlo y Greina, lograron valores medios sobre la base de comercialización con una dispersión importante que abarcó valores por debajo de esta. Las demás se ubicaron por encima de la base de comercialización.

Al considerar GH se destaca T 605, con valores mínimos superiores a 30%, INIA Boyero e INIA Mirlo y por W, INIA Boyero, Huemul, PROINTA Superior e INIA Tijereta.

INIA Boyero e INIA Tijereta se diferenciaron por el comportamiento diferencial de P/L.

Los valores más bajos de W los presentaron T 605, INIA Cabure e INIA Mirlo. T 605 presentó bajos valores de P/L asociados a los menores valores de GI, lo que lo diferencia de Estanzuela Pelón y PROINTA Quintal que vuelven a repetir relación P/L cercana a uno ya cuantificada en 1998/99.

En el Cuadro 10 se resume el comportamiento general de las variedades a través de su efecto sobre los componentes principales determinados.

Cuadro 10. Efecto de la variedad de trigo sobre el valor medio del vector de los tres componentes principales.

VARIEDAD	PRIN 1	VARIEDAD	PRIN 2	VARIEDAD	PRIN 3
GREINA	-0.91 e	T 605	-1.09 e	QUINTAL	-0.73 d
P. ELITE	-0.48 d	MIRLO	-0.99 e	PELON	-0.67 d
E. PELON	-0.47 d	CARDENAL	-0.67 d	TIJERETA	-0.46 c
P. SUPERIOR	-0.25 cd	CABURE	-0.53 d	SUPERIOR	-0.25 c
P. QUINTAL	-0.21 cd	QUINTAL	-0.51 d	CABURE	-0.21 c
C.HUEMUL	-0.12 cd	PELON	-0.09 c	BOYERO	0.03 c
E.CARDENAL	-0.1 cd	ELITE	0.01 c	HUEMUL	0.08 bc
I. CABURE	-0.04 cd	SUPERIOR	0.58 b	MIRLO	0.51 b
I. TIJERETA	0.26 bc	GREINA	0.70 b	ELITE	0.53 ab
I. BOYERO	0.31 b	HUEMUL	0.75 b	CARDENAL	0.67 ab
I. MIRLO	0.75 a	TIJERETA	0.79 ab	T 605	0.71 ab
T 605	1.33 a	BOYERO	1.24 a	GREINA	1.03 a

Media de la población. Proteína=12%; GH=27.7 %; GI=88.3; W=337 E⁻⁴J; P/L=1.5

Valores seguidos por la misma letra dentro de columnas no difieren entre si (p<0.05)

En la parte sombreada superior del cuadro se agrupan las variedades que tuvieron los valores más bajos de proteína en grano, GH, GS y alto GI (PRIN1), menor W y GI (PRIN 2) y menor relación P/L y FN y mayor GI (PRIN3). En la parte sombreada inferior aparecen las variedades con el efecto contrario, alta proteína, gluten, W, y P/L y bajo GI. En el centro y sin sombra se ubican las variedades que se ubicaron en el valor medio de la población.

Si bien en el cuadro se describe el comportamiento general del cultivar, su ubicación relativa por si sola no significa un comportamiento adecuado, ya que no considera el valor absoluto de la variación y, como puede observarse, cambian su ubicación relativa según el grupo de parámetros que se considere.

INIA Tijereta e INIA Boyero, a pesar de su fecha de siembra temprana, mostraron altos valores de Proteína, GH, GS, GI y W. Se diferenciaron en la relación P/L, donde INIA Boyero mostró valores en la media e INIA Tijereta más bajos. Ambos lograron trigo y harina de buena calidad pero tenaces.

T605 e INIA Mirlo tuvieron un comportamiento similar, con alta proteína y glúten, los menores valores de W y muy bajo GI, lo que representa harina de menor calidad. PROINTA Quintal, Cooperación Huemul y PROINTA Superior, se ubicaron con valores en la media o superiores a ella, y con GI y P/L en la media o por debajo de ella, representando un grupo de buena calidad con harina más equilibrada.

V. CONSIDERACIONES FINALES.

- Los relevamientos realizados en las zafas 1998/99 y 1999/2000 permitieron describir el comportamiento de los cultivos en condiciones de producción. La información es coincidente en marcar un fuerte efecto variedad sobre la calidad del trigo y harina obtenidos, y un efecto del manejo asociados que determina variaciones dentro de un rango establecido por aquella.
- Dentro de las variables de manejo, la fecha de siembra presentó en ambos años efectos negativos sobre el rendimiento y positivos sobre la calidad, por lo que su impacto como variable para mejorar la calidad del producto es limitado.
- El manejo del suelo y el cultivo antecesor modificaron rendimiento y calidad en ambas zafas. Su efecto aparece asociado al aporte de nitrógeno del suelo y al manejo de la fertilización nitrogenada.
- El ajuste de la fertilización nitrogenada en función de indicadores de disponibilidad y demanda, permitiría incrementar el rendimiento en grano sin afectar en forma importante la calidad del producto obtenido.
- Al considerar parámetros de calidad, la ubicación relativa de los cultivos comunes en ambos años no se modificó, lo que estaría marcando que el “efecto año” establece el nivel donde ocurre la respuesta de los cultivos y su manejo asociado.
- Con la información obtenida se ha logrado identificar en forma primaria cultivos y grupos de cultivos con características similares por su comportamiento relativo. Esto, sumado al efecto del manejo, permitirá brindar información adicional para elegir grupos de cultivos según sus características de rendimiento y calidad con fines específicos.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRIGO

RESULTADOS DEL RELEVAMIENTO 2000-2001

Facultad de Agronomía

Ing. Agr. Oswaldo Ernst
Ing. Agr. Mariana Nin
Ing. Agr. Mónica Cadenazzi
Ing. Agr. Oscar Bentancur
Ing. Agr. Lourdes Carameso

L.A.T.U.

Quím. Gabriela Suburu

I.N.I.A.

Quím. Daniel Vázquez
Nut. Inés Delucchi

Mesa Nacional de Trigo

Ing. Agr. Marcela Godiño

I- INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el tercer año del Proyecto “Caracterización agronómica de las variedades más utilizadas en Uruguay. Identificación de paquetes tecnológicos asociados a rendimiento y calidad de granos” que se desarrolla en el marco del Convenio Facultad de Agronomía / Mesa de trigo – INIA/BID (LIA 021).

Los objetivos del proyecto son:

- Relevar el comportamiento en rendimiento y proteína en grano de los cultivares de trigo más sembrados y a ingresar al esquema de certificación, en condiciones de producción.
- Asociar la variación de rendimiento y calidad de grano y de harina a paquetes tecnológicos y características del ambiente de producción.
- Orientar la elección de cultivares a sembrar en función del manejo a aplicar al cultivo y el destino de la producción.

Al igual que en los años anteriores los resultados no necesariamente reflejan el comportamiento de la zafra, ya que el muestreo se realiza considerando contrastes de manejo sin tener en cuenta la proporción de variables de manejo que ocurren en la realidad productiva y se incluyen solo aquellos cultivares de interés por su actual área de siembra y su participación esperada en los próximos años.

II- METODOLOGÍA.

Se muestrearon 160 situaciones, y se obtuvo la información necesaria para caracterizar la tecnología de producción utilizada en cada caso (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1: Información relevada para cada situación de las chacras muestreadas .

Información relevada	
Rendimiento	kg/ha
Fecha siembra	Antes de 15/6; 15/6 al 15/7; después de 15/7
Historia de chacra	Pradera, campo natural y tipo de rastrojo
Sistema laboreo	Convencional o Siembra directa
Control sanitario	Con o sin fungicida
Análisis de suelo y planta	A la siembra, macollaje temprano (Z.22) y macollaje tardío (Z.30)
Fertilización	N-siembra, N-macollaje (temprano y tardío)
Zona	
Textura de suelos	Livianos, medios o pesados

Cada variable incluida en el formulario fue codificada en el trabajo formando categorías de manejo (2 o 3 según correspondiera). En el caso de historia de chacra se codificó como: Respuesta esperada al agregado de nitrógeno Alta (A) o Baja (B) según propuesta de Perdomo et al. (1999).

En cada situación se tomó una muestra de 5 kg de trigo, obtenidas de la chacra en el momento de la cosecha o de lotes de semilla con origen conocido muestreados en el galpón.

A propuesta de los integrantes de la Mesa de Trigo el muestreo incluyó aquellas que se presentan en el Cuadro 2 y se mantuvieron como testigos Estandar Pelón (E.Pelón) e INIA Mirlo (I.Mirlo).

Cuadro 2: Variedades presentes en el muestreo y número de muestras de cada una.

VARIEDAD	Nomenclatura	Número de muestras
Estanzuela Pelón	E.Pelón	26
INIA Mirlo	I.Mirlo	29
INIA Boyero	I.Boyero	21
INIA Tijereta	I.Tijereta	22
Prosedel Plata	P.Plata	7
Greina	Greina	9
Buck 1064	Buck1064	19
Golia	Golia	10
Inia Caburé	I.Caburé	1
Cooperación Huemul	C.Huemul	3
Prointa Puntal	P.Puntal	2
Estanzuela Cardenal	E.Cardenal	3
Prointa Quintal	P.Quintal	1
Buck Oriental	B.Oriental	1
Prointa Superior	P.Superior	1
T 932	T932	4
Churrinche	Churrinche	1
TOTAL MUESTRAS		160

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Estación Experimental INIA La Estanzuela y en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). En el laboratorio del INIA se obtuvo información sobre los siguientes parámetros de calidad:

- Proteína en grano base 13.5%: P (%)
- Gluten húmedo: GH (%)
- Gluten seco: GS (%)
- Gluten Index: GI (%)
- Falling number: FN (s)

En el laboratorio del LATU se realizaron los alveogramas donde se obtienen los resultados de W (E⁻⁴J) y la relación P/L.

En este trabajo se consideran harinas no panificables sin mejorarlas mediante mezclas con otras harinas o el agregado de aditivos a aquellas en las que no se pudo determinar P/L y W o tuvieron un valor de W<200J.

II.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico no se consideraron aquellas variedades con menos de 5 muestras por lo que el total de muestras analizadas corresponde a 143. Las técnicas utilizadas fueron Análisis de Conglomerado (“Cluster análisis”), Análisis de Componentes Principales y Análisis de Varianza de los modelos lineales planteados. Las variables fueron estandarizadas restando la media y dividiendo por el desvío estándar de cada una en los análisis de conglomerados y de componentes principales.

1- Análisis de Componentes Principales

Se realizó un análisis de Componentes Principales con las variables que califican la calidad panadera (FN, PT, GH, GS, GI, P/L y W) más el rendimiento. Todas las variables fueron estandarizadas. Los primeros tres componentes principales resultantes fueron utilizados como variables de respuesta en modelos lineales que los relacionaron con las variables de manejo variedad, fecha de siembra, respuesta esperada al agregado de nitrógeno, laboreo, fertilización y control sanitario.

2- Análisis de conglomerados (“Análisis Cluster”)

Para organizar las chacras en grupos similares Fue realizado un análisis de conglomerados, basada en las variables de calidad estandarizadas. El coeficiente utilizado fue la Distancia Euclidiana entre chacras, empleándose el criterio de uniones simples no ponderadas para la construcción del dendrograma. Por el análisis del dendrograma se identificaron 7 grupos de chacras con una combinación

de características de calidad similares. Posteriormente, a estos grupos se los diferenció a través de un análisis de varianza para cada variable de respuesta.

La tecnología de producción utilizada en cada grupo fue caracterizada a través del porcentaje de situaciones que cumplen con cada categoría de manejo definida en el Cuadro 1.

3- Para aquellas variedades que se ubicaron en más de un grupo se analizó el porcentaje de situaciones que cumplen con cada categoría de manejo utilizando la prueba Chi Cuadrado.

4- Modelos lineales

Se plantearon diferentes modelos lineales que relacionan variables de calidad con variedad, grupo y su interacción para estimar la respuesta de la calidad a modificaciones de ambiente. También para relacionar los primeros 3 componentes principales obtenidos con factores de manejo y los grupos formados por el análisis de conglomerados con las variables de manejo que los definen.

III- RESULTADOS

III.1- CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE SIMILITUD.

Como resultado de los Análisis de agrupamiento se identificaron 7 grupos de similitud tomando como medida para diferenciarlos la mitad de la distancia máxima. Las características de calidad y rendimiento por las que se formaron los grupos de similitud se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores medios de rendimiento y de los parámetros de calidad de trigo para los 7 grupos de similitud confeccionados.

GRUPO	Nº	REND. (kg/ha)		PROT. (%)		GH (%)		GS (%)		GI (%)		FN (s)		W (E ⁻⁴ J)		P/L	
1	64	2781	c	10.5	c	26.9	cd	9.3	c	94.6	ab	369	a	261	b	1.7	abc
2	41	3208	c	10.8	bc	31.7	b	10.6	b	76.4	c	340	b	210	c	1.3	c
3	7	4607	a	11.5	ab	31.9	b	10.5	b	72.4	c	350	ab	275	b	2.1	a
4	4	4150	ab	10.8	bc	29	bc	10.1	bc	98.3	a	369	a	339	a	1.4	bc
5	10	3050	c	10.9	abc	25.4	d	9.1	c	98	a	362	ab	*	*	*	*
6	11	3860	b	11.6	a	43.5	a	15.7	a	60	c	314	c	181	c	1.3	c
50	6	2830	c	10.8	bc	29.4	bc	10.5	b	88.1	b	344	b	258	b	1.9	ab
PROMEDIO		3138		10.8		29.9		10.3		85.7		354		242		1.6	

Nota: valores seguidos por igual letra dentro de columnas no difieren entre sí $p < 0.05$.

De los grupos determinados se pueden destacar:

- el grupo 4 con alto rendimiento en grano, valores de proteína promedios con respecto a la zafra, adecuado gluten húmedo, gluten seco e Índice de gluten, y valores de P/L y W aptos para la panificación directa.
- El grupo 5 con los valores más bajos de rendimiento en grano, gluten húmedo y gluten seco y que no registra valores de W y P/L lo que significa que la masa lograda con esa harina no es panificable.
- Los grupos 3 y 6 presentan valores muy buenos de rendimiento en grano, proteína, gluten húmedo y gluten seco pero con valores de IG muy bajos y resultados del alveograma contrastantes, siendo el grupo 6 el que presenta los menores valores de W y P/L (masas no panificables) y el grupo 3 los mayores (masas muy tenaces y desequilibradas).
- Los grupos 1 y 2 se diferencian entre sí por presentar valores contrastantes de GH, GI y W; el grupo 1 tiene bajos valores GH y altos de GI y W, mientras que el comportamiento del grupo 2 es similar al grupo 6 pero no presenta valores tan extremos y la masa obtenida es panificable.
- El Grupo 50 está integrado por 6 chacras que no presentan ningún grado de similitud con los demás grupos ni entre ellas.

En el Cuadro 4 se presentan las variedades más frecuentes de cada grupo confeccionado.

Cuadro 4 . Frecuencia de aparición de cada variedad dentro de cada grupo de similitud.

VARIEDAD	GRUPO						
	1	2	3	4	5	6	50
Estanzuela Pelón	**	***				*	**
Inia Mirlo	*	***			*	***	**
Inia Boyero	***	*	*				***
Inia Tijereta	***				***		
Prosedel Plata		**	*				
Greina	*	*		***			**
Buck 1064	***	*					
Golia	*		***		*		**

Nota: ***: mayor al 20%; **: entre 10 y 20%; * : menor al 10%.

El Grupo 1 estuvo formado por chacras de I.Boyero, I.Tijereta y Buck 1064 principalmente, el Grupo 2 por E.Pelón e I.Mirlo y cada uno de los demás grupos está formado mayoritariamente por una sola variedad. Es así que el Grupo 3 que tuvo buenos valores de rendimiento, GH, GS, y altos valores de W y P/L tiene la mayoría de las chacras de Golia. El Grupo 4 que tuvo buenos valores en rendimiento, parámetros de calidad y resultados del alveograma está integrado exclusivamente por Greina. I.Tijereta fue la principal integrante del Grupo 5 caracterizado por presentar valores de alveograma que corresponden a harinas no panificables. Y finalmente el Grupo 6 que también presenta valores de harinas no aptas para la panificación por su bajo valor de W, pero con buenos valores de rendimiento GH, GS, y muy bajo IG tiene la mayoría de las chacras de I.Mirlo.

En el Cuadro 5 se resume la tecnología de producción que caracterizó a cada grupo.

Cuadro 5. Variables de manejo asociadas a cada grupo de similitud por calidad del trigo obtenido expresadas como porcentaje de las situaciones en que está presente la variable.

GRUPO	Fecha Siembra			Laboreo	Respuesta esperada al Nitrógeno		Suelo			Fertilización Nitrogenada			Control Sanitario
	Antes 15/6	15/6 al 15/7	Después 15/7		BAJA	ALTA	Liviano	Medio	Pesado	Siembra	Z.22	Z.30	
1	19	42	39	61		22	12	50	38	97	73	23	41
2	15	51	34	54	78	22	16	50	34	93	90	22	51
3	0	43	57	57	57	43	0	29	71	86	100	57	100
4	0	100	0	75	50	50	0	100	0	100	100	50	100
5	10	50	40	50	60	40	0	90	10	90	80	0	20
6	0	55	45	73	91	9	0	56	44	100	73	27	55
50	16	67	17	50	67	33	17	83	0	100	100	33	33

NOTA: Resp. Esperada al N ALTA: corresponde a rastrojos de Sorgo, Maíz o Campo bruto.

Resp. Esperada al N BAJA: corresponde a rastrojos de Cult. Invierno, Girasol o Soja.

En el grupo 4 la totalidad de las chacras se sembraron entre el 15/6 y 15/7 lo que corresponde a la época indicada para el cultivar más frecuente en el grupo (Greina), fueron fertilizadas a la siembra y Z.22, se les aplicó fungicida, y tuvo de los mayores porcentajes de chacras fertilizadas en Z.30.

El grupo 3 fue quien presentó la mayor proporción de chacras sembradas después del 15/7 y ninguna antes del 15/6. Considerando que este grupo está integrado mayoritariamente por Golia y que no hay ninguna siembra de agosto la época de siembra también corresponde al rango recomendado para la variedad.

En los grupos 1, 2 y 5 en los que aparecen las siembras tempranas están E.Pelón, I.Boyero e I.Tijereta por lo que en todos los casos la variación en la época de siembra estuvo asociada a los cultivares presentes.

En el Cuadro 6 se presenta el porcentaje del total de las muestras de cada variedad que aparece en cada grupo definido.

Cuadro 6. Presencia de cada variedad en los grupos de similitud expresada como porcentaje dentro de cada variedad.

VARIEDAD	GRUPO						
	1	2	3	4	5	6	50
Estanzuela Pelón	46	46				4	4
INIA Mirlo	7	52			3	34	3
INIA Boyero	71	14	5				10
INIA Tijereta	63				37		
Prosedel Plata		80	20				
Greina	33	11		44			11
Buck 1064	79	21					
Golia	30		50		10		10

Considerando cómo se distribuyó cada variedad en los grupos de similitud se observa que E.Pelón estuvo presente en los grupos 1 y 2 (grupos con valores de rendimiento y proteína bajos que contrastan en GH, GI, W y P/L) en una relación 1:1. INIA Boyero (I.Boyero) y Buck 1064 también se distribuyeron mayoritariamente en los grupos 1 y 2. INIA Mirlo (I.Mirlo) estuvo presente principalmente en los grupos 2 y 6; en el grupo6 significa el 91% (con alto GH, muy bajo IG y bajos W y P/L que corresponden a harinas no panificables) y en el grupo2 que es bastante similar al anterior en los valores de GH, pero con valores de W y P/L de harinas panificables está acompañado por otras variedades. En el caso de INIA Tijereta (I.Tijereta) aquellas situaciones en las que no se pudo determinar P/L y W (37% del total) integran el grupo 5, mientras que el 63% restante que sí registra valores de P/L y W se ubicaron en el grupo1; estos dos grupos se diferencian entre sí en el manejo del nitrógeno, teniendo el grupo 5 mayor proporción de situaciones de alta respuesta esperada al agregado de N y ninguna fertilización en Z.30, y en el porcentaje que realizó control sanitario con fungicida que es un 40% en el grupo 1 y un 20% en el grupo 5. Prosedel Plata (P.Plata) está presente únicamente en los grupos 2 y 3 en relación 4:1 y Golia integra mayoritariamente los grupos 1 y 3 representando el 72% de este último.

III.2- CALIDAD DE TRIGO Y VARIABLES QUE LA DETERMINARON

A) Componentes Principales.

De la variabilidad observada en los parámetros de calidad determinados en la población analizada, el 84% está explicada por tres “componentes principales” (PRIN) (Ver Cuadro 8) compuestos por variables altamente relacionadas (Ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Matriz de correlación entre los parámetros de calidad

	FN	PROT	GH	GS	GI	P/L	W
FN	1						
PROT	- 0.17	1					
GH	- 0.44	0.53	1				
GS	- 0.43	0.50	0.97	1			
GI	0.49	- 0.30	- 0.77	- 0.68	1		
P/L	- 0.003	- 0.19	- 0.36	- 0.25	0.32	1	
W	0.41	0.22	- 0.22	- 0.20	0.51	0.10	1

Cuadro 8. Composición de los tres componentes principales definidos.

	PRIN 1	PRIN 2	PRIN 3	r ² acumulado
r ² parcial	0.49	0.20	0.14	0.83
GH	0.51			
GS	0.49			
GI	- 0.47			
PROTEÍNA	0.28	0.55	0.24	
W		0.68		
FN		0.35		
P/L			0.85	

El componente principal 1 (PRIN1) al igual que en la zafra pasada se compuso por una combinación positiva de gluten húmedo (GH), gluten seco (GS) y proteína en grano (P) y negativa de índice de gluten (IG). El componente principal 2 (PRIN2) estuvo compuesto por W, Proteína y Falling Number (FN) y la diferencia con el año anterior es que esta vez no estuvo presente GI. Finalmente el componente principal 3 (PRIN3) como el año anterior está explicado en un 80% por la relación P/L y en este caso existe una asociación positiva de P/L con Proteína. Al igual que en los dos años anteriores se destaca la falta de concordancia entre la calidad del trigo estimada por el porcentaje de proteína del grano (P) y la calidad panadera del producto ($r=0.53$ para Proteína-GH y $r=0.22$ para Proteína-W).

Los resultados de los análisis de varianza de cada componente como variable de respuesta y de las variables tecnológicas tomadas como clases, se resume en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Valores de Pr>F obtenidos en los análisis de varianza de los Componentes Principales según las variables categóricas estudiadas.

VARIABLE	CATEGORIAS	Prin 1	Prin 2	Prin 3
Variedad	8	0.0001	0.0001	0.0001
Fecha Siembra	3	ns	0.045	ns
Laboreo (Lab)	2	ns	ns	ns
Historia de Chacra (HC)	3	ns	ns	ns
Respuesta al Nitrógeno	2	ns	0.062	0.053
Tipo de Suelo (Sue)	3	ns	ns	ns
Análisis Nitratos Siembra	2	ns	ns	ns
Fertilización Siembra	2	ns	ns	ns
Análisis Nitratos Z.22	2	ns	ns	ns
Fertilización Z.22	2	ns	0.048	ns
Análisis Nitrógeno Z.30	2	ns	ns	0.030
Fertilización Z.30	2	ns	ns	0.055
Fungicida	2	ns	0.088	ns
Fecha Cosecha	5	ns	ns	ns

ns : No Significativo.

La variedad, al igual que en la zafra anterior, tuvo un efecto altamente significativo sobre los tres Componentes Principales y en esta ocasión fue la única variable que modificó al PRIN1 (GH, GS, IG). PRIN2 (P, W, FN) fue afectado además de la variedad por la fecha de siembra, la respuesta esperada al Nitrógeno, la fertilización en Z.22 y la aplicación de fungicida. PRIN 3 (P/L) fue modificado por la variedad, la respuesta esperada al Nitrógeno y la fertilización en Z.30.

B) Efecto Variedad.

La variedad es la variable que tuvo un efecto marcado sobre los parámetros de calidad pero la magnitud y dirección del efecto depende de que variedad nos referimos. En la figura 1 se muestra su efecto sobre los PRIN 1, 2 y 3. Los resultados corresponden al comportamiento de cada variedad en relación a la media poblacional, por lo que no hace referencia al valor absoluto de cada parámetro. Los valores negativos implican reducción de los parámetros de calidad que integran cada componente principal (PRIN) corregido por su signo.

Es así que la participación de E.Pelón y Buck1064 implica una disminución en los 3 PRIN (menor GH, GS y alto GI; baja proteína y W, y baja relación P/L).

Greina, I.Tijereta y Golia se mueven en la misma dirección disminuyendo PRIN1 y aumentando PRIN2 y PRIN3 pero con magnitudes diferentes siendo los dos últimos materiales los que aumentan P/L; esto implica que presentaron niveles menores a la media en GH y GS, con alto GI y W.

I.Mirlo aparece como material que incrementa el nivel medio de Gluten y por lo tanto disminuye GI como así también el W.

I.Boyero, al igual que I.Tijereta y Greina serían mejoradores del PRIN2 (W) con la diferencia que I.Tijereta también aumenta PRIN3 (P/L).

Por último P.Plata sería el material que más aporta en la disminución del PRIN2 (W) y PRIN3 (P/L) con valores promedio de Gluten y GI.

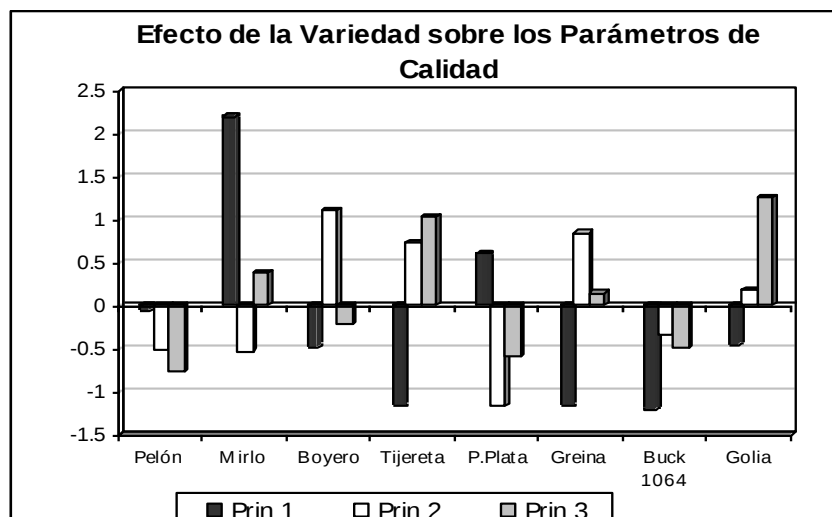


Figura 1. Efecto de la Variedad sobre los Parámetros de calidad agrupados en tres componentes principales Prin1 (+GH, +GS, -GI); Prin2 (+W, +FN); Prin3 (+P/L)

En el Cuadro 10 se resume el comportamiento general de las variedades a través de su efecto sobre los componentes principales determinados.

Cuadro 10. Efecto de la variedad de trigo sobre el valor medio del vector de los tres componentes principales.

VARIEDAD	PRIN 1	VARIEDAD	PRIN 2	VARIEDAD	PRIN3
I.Mirlo	2.21 a	I.Boyero	1.11 a	Golia	1.27 a
P.Plata	0.61 b	Greina	0.85 ab	I.Tijereta	1.05 a
E.Pelón	-0.061 b	I.Tijereta	0.74 ab	I.Mirlo	0.39 b
Golia	-0.46 bc	Golia	0.19 bc	Greina	0.15 bc
I.Boyero	-0.48 bc	Buck1064	-0.35 c	I.Boyero	-0.22 cd
Greina	-1.18 c	E.Pelón	-0.51 cd	Buck1064	-0.50 d
I.Tijereta	-1.18 c	I.Mirlo	-0.53 cd	P.Plata	-0.60 d
Buck1064	-1.22 c	P.Plata	-1.16 d	E.Pelón	-0.77 d

Media de la población: **Proteína** =10.8%; **GH**=29.9 %; **GI**=85.7; **W**=241 E⁻⁴J; **P/L**=1.6

Valores seguidos por la misma letra dentro de columnas no difieren entre si (p<0.05)

En la parte sombreada inferior del cuadro se agrupan las variedades que tuvieron los valores más bajos de GH, GS y alto GI (PRIN1), menor W y proteína (PRIN 2) y menor relación P/L (PRIN3). En la parte sombreada superior aparecen las variedades con el efecto contrario, alto gluten y bajo GI, bajo W y proteína, y mayor P/L. En el centro y sin sombra se ubican las variedades que se ubicaron en el valor medio de la población.

C) Efecto Fecha de Siembra.

En el Cuadro 11 se resume el efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano y la calidad del trigo y harina.

Cuadro 11. Efecto de la modificación de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano y calidad de trigo y harina

Fecha de Siembra	Componente Principal	Parámetro	Valor Promedio
Antes del 15/6	PRIN 1	GH (%)	29.4
		GS (%)	10.1
		IG	91.1
	PRIN 2	Proteína (%)	11.2 a
		W ($E^{-4}J$)	271 a
		FN (S)	353
	PRIN 3	P/L	1.53
	RENDIMIENTO (Kg/ha)		3176
Entre el 15/6 y el 15/7	PRIN 1	GH (%)	29.8
		GS (%)	10.3
		IG	85.7
	PRIN 2	Proteína (%)	10.8 b
		W ($E^{-4}J$)	240 b
		FN (S)	355
	PRIN 3	P/L	1.59
	RENDIMIENTO (Kg/ha)		3163
Después del 15/7	PRIN 1	GH (%)	30.1
		GS (%)	10.3
		IG	83.6
	PRIN 2	Proteína (%)	10.7 b
		W ($E^{-4}J$)	233 b
		FN (S)	354
	PRIN 3	P/L	1.52
	RENDIMIENTO (Kg/ha)		3090

El efecto de la época de siembra no operó sobre el rendimiento como lo hizo en las zafras anteriores disminuyéndolo sino que se mantuvo constante; pero las siembras tardías afectaron negativamente el contenido de proteína en grano y el W (Ver Figura 2).

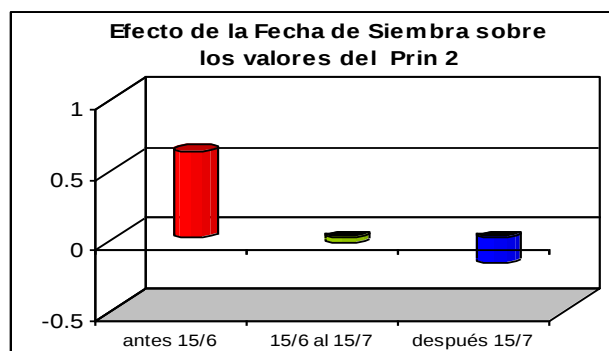


Figura 2. Efecto del atraso de la fecha de siembra sobre PRIN2.

Dada la asociación existente entre época de siembra y cultivares, es posible que parte de este efecto se deba a la participación relativa de los cultivares dentro de cada fecha de siembra definida.

D) Otras variables.

En las figuras siguientes se resume el efecto de las demás prácticas de manejo sobre la calidad del trigo.

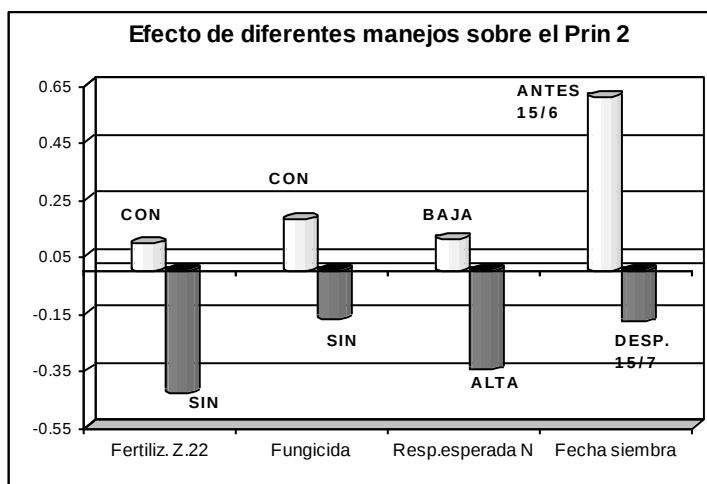


Figura 3. Efecto de la fertilización Z.22, la aplicación de fungicida, la respuesta esperada al nitrógeno y la fecha de siembra sobre el PRIN2.

Situaciones con fertilización en Z.22, aplicaciones de fungicida, chacras con baja respuesta esperada a la fertilización con nitrógeno, o sembradas antes del 15 de junio tuvieron un efecto positivo sobre el PRIN2, es decir que aumentaron el nivel de Proteína en grano y el W con respecto a los manejos alternativos.

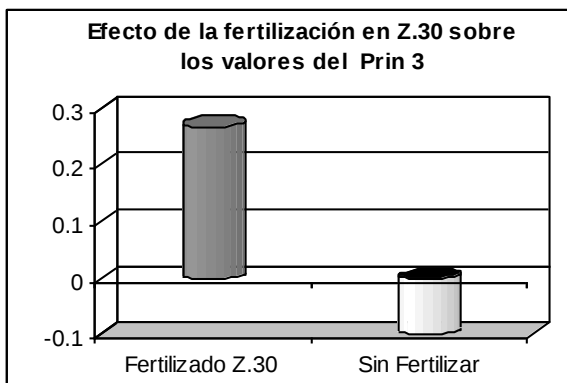


Figura 4. Efecto de la fertilización en Z.30 y la respuesta esperada al nitrógeno sobre el PRIN3.

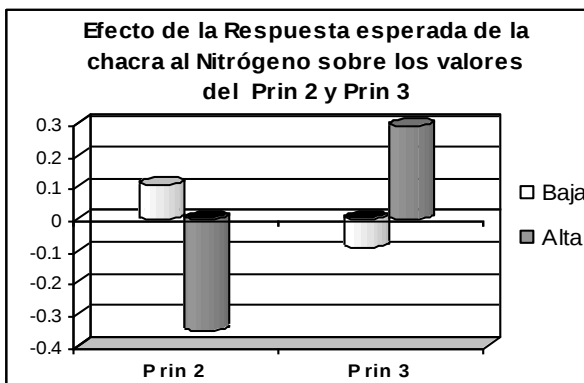


Figura 5. Efecto de la respuesta esperada al nitrógeno sobre el PRIN2 y el PRIN3.

La respuesta esperada al nitrógeno modifica de forma contraria a PRIN2 y PRIN3 teniendo las situaciones de alta respuesta al nitrógeno efecto negativo sobre PRIN2 como ocurrió en la zafra anterior (disminuye Proteína y W) y positivo sobre PRIN3 (aumenta P/L).

Las situaciones con alta relación P/L (PRIN3) fueron chacras con alta respuesta esperada a la fertilización con nitrógeno o al igual que en la zafra anterior aquellas fertilizadas en Z.30 por lo que aparece asociado a deficiencias de nitrógeno. El porcentaje de situaciones con fertilización nitrogenada a Z.30 fue menor que en la zafra anterior (29% contra 40% respectivamente) y solo en el 54% de los casos se realizó tomando el estado nutricional del cultivo, como indicador de la respuesta esperada, mientras que el año anterior se lo hizo en un 60% de los casos.

El agregado de nitrógeno en este estadio se comportó de la misma manera que el año anterior incrementando el rendimiento en grano en un 13% con respecto a aquellas situaciones donde no se aplicó y mantuvo el nivel de proteína en grano (10.8 contra 11.0%) y gluten húmedo (29.7 contra 30.4) en el valor medio de la población. Estos resultados coinciden una vez más con la información experimental generada para trigo, en donde la corrección de la disponibilidad de nitrógeno en Z.30 incrementa el

rendimiento en grano sin que esto signifique reducir la concentración de nitrógeno en el grano como efecto de la dilusión en un mayor rendimiento.

III.3- COMPORTAMIENTO VARIETAL.

En el Cuadro 12 y en las Figuras 6 a 10 se resume el comportamiento de las variedades analizadas en función del rango de variación detectado en los parámetros de calidad.

Cuadro 12. Rango de valores de cada parámetro de calidad en el que se ubicó el 75% de las situaciones de cada variedad.

VARIEDAD	Proteína		GH		GS		GI		P/L		W	
E. Pelón	9.8	10.9	26.4	31.2	8.8	10.2	77	90	0.9	1.2	203	239
I. Mirlo	10.8	12.1	31.3	41.3	10.7	15	61	80	1.1	1.7	169	200
I. Boyero	10.8	11.7	28.6	31.7	9.6	10.8	88	95	1	1.3	235	322
I. Tijereta	10.7	11.8	24.5	27.9	8.7	10	98	100	1.8	2.5	277	311
P. Plata	9.8	11.3	29.7	30.9	9.8	9.9	69	78	1	1.5	185	198
Greina	9.9	11	26.8	29.5	9.5	10.5	97	99	1.3	1.9	288	341
Buck 1064	9.4	10.8	24	27.2	8.4	9.1	82	98	1.2	2	218	254
Golia	10.5	11.5	26.1	32.1	9.1	10.6	71	99	2.1	2.4	233	315

Las Figuras 6 a 10 representan la distribución de la población de los resultados de cada parámetro de calidad. Cada línea horizontal de las que forman “el rectángulo” representa un 25% de los datos y las líneas verticales muestran la dispersión indicando el mínimo y el máximo. Es así que la línea horizontal inferior del rectángulo indica el valor hasta el que se encuentra el 25% de las observaciones, la línea del medio el valor hasta el que se encuentra el 50% de las observaciones, y la línea superior el valor hasta el que se encuentra el 75%. Los puntos negros son los valores medios de cada variedad.

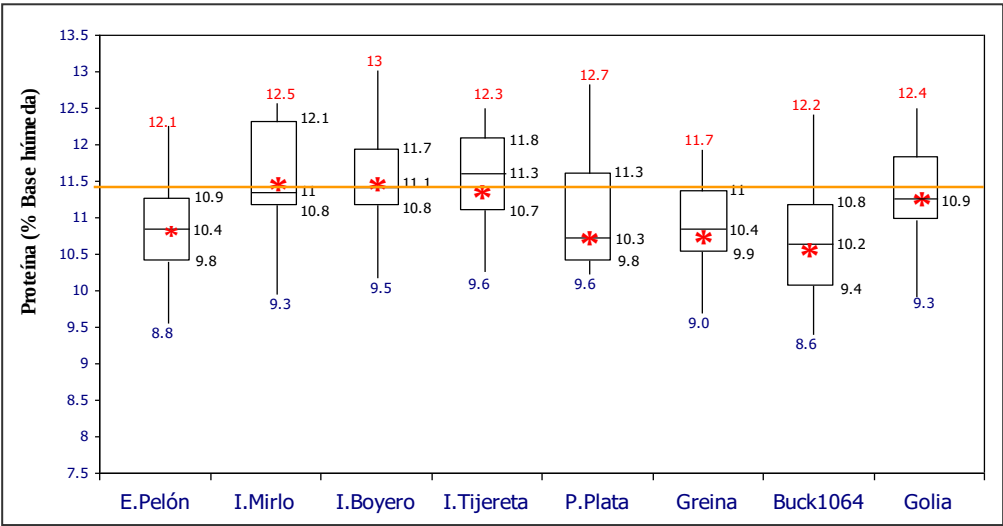


Figura 6. Distribución de la población de resultados de Proteína en grano (base 13.5% humedad) para las variedades presentes en el muestreo.

A diferencia de la zafra pasada, en donde la mayoría de las variedades lograron un valor medio de Proteína en grano en la base de comercialización, y en una situación muy similar a lo ocurrido en la zafra 98/99 este año ninguna de las variedades superó en promedio el 11.2% de proteína en grano; como ya se comentó esto no refleja la situación de la zafra nacional sino que son los valores registrados en las situaciones muestreadas.

Manteniendo el ranking de las zafras anteriores E. Pelón esta vez junto a Buck1064, Greina, y P.Plata presentaron los valores medios más bajos de Proteína en grano del relevamiento (menores a 10.4%); mientras que I.Mirlo, I.Tijereta e I.Boyero se ubican entorno al 11% de Proteína. Cabe destacar que Buck1064 fue la única variedad que no recibió ninguna refertilización en Z.30 y E.Pelón fue refertilizado en Z.30 en sólo 8% de los casos mientras que para el resto de las variedades el porcentaje de refertilizaciones en este momento fue de 27% a 50%, lo que puede alterar los resultados del cultivar.

Al considerar GH se destaca I.Mirlo con el 75% de sus situaciones por encima de 30% y valores máximos de 49.4% pero los valores de GI confirman los problemas de calidad de su gluten"

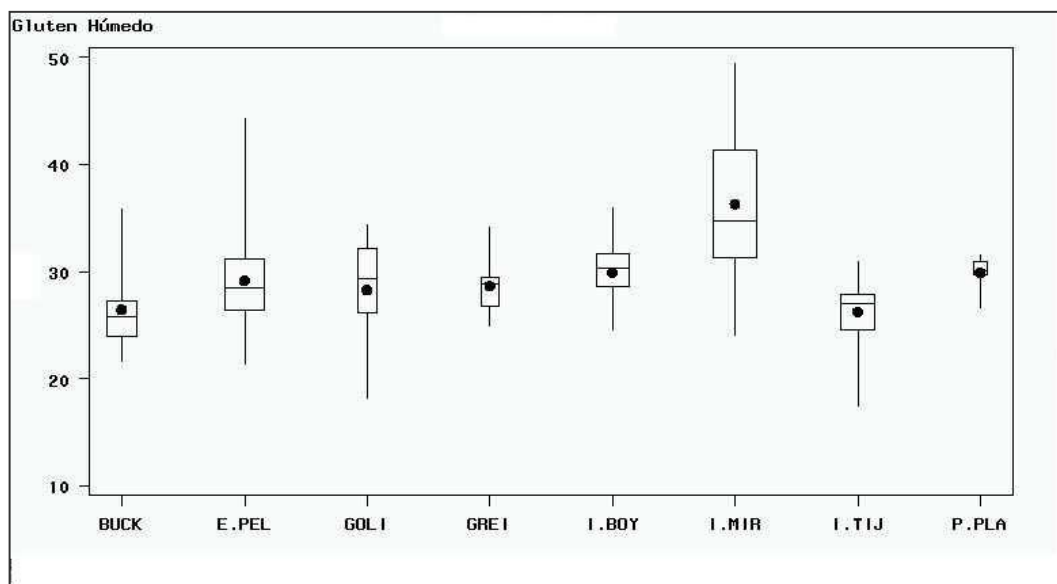


Figura 7. Distribución de la población de resultados de Gluten Húmedo (%) para las variedades presentes en el muestreo.

En cuanto a GI, I.Mirlo al igual que años anteriores y P.Plata presentaron los valores más bajos y alejados del resto y Greina e I.Tijereta en el otro extremo con más del 50% de las situaciones con valores por encima de 95%.

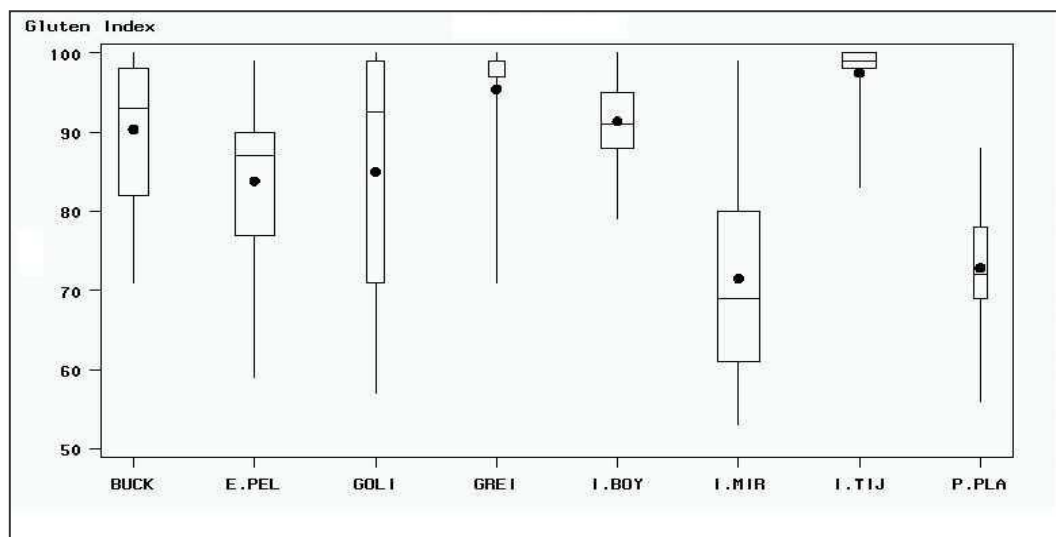


Figura 8. Distribución de la población de resultados de Gluten Index (%) para las variedades presentes en el muestreo.

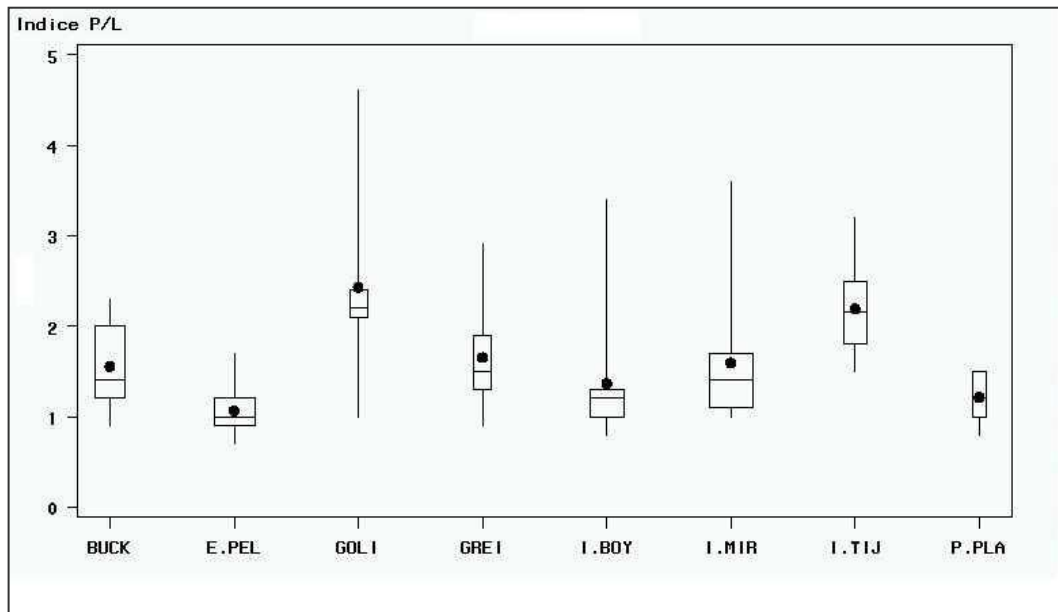


Figura 9. Distribución de la población de resultados de la relación P/L para las variedades presentes en el muestreo.

Los valores de P/L fueron inferiores a los del muestreo anterior para todas las variedades. P.Plata igual que el año anterior es quien presentó los valores más bajos de P/L aunque superiores este año al anterior, E.Pelón es consistente con su relación P/L cercana a uno. (Ver Figura9).

En el caso de W Greina, I.Tijereta e I.Boyero presentan los valores más altos y P.Plata e I.Mirlo igual a lo ocurrido en zafras anteriores presentan los valores más bajos y cercanos a $200 \text{ E}^{-4} \text{ Joules}$. Considerando un valor crítico de $W=200 \text{ E}^{-4} \text{ J}$ para considerar harinas aptas para la panificación el 75% de las harinas de esas variedades no fueron aptas para la panificación (Ver Figura10)

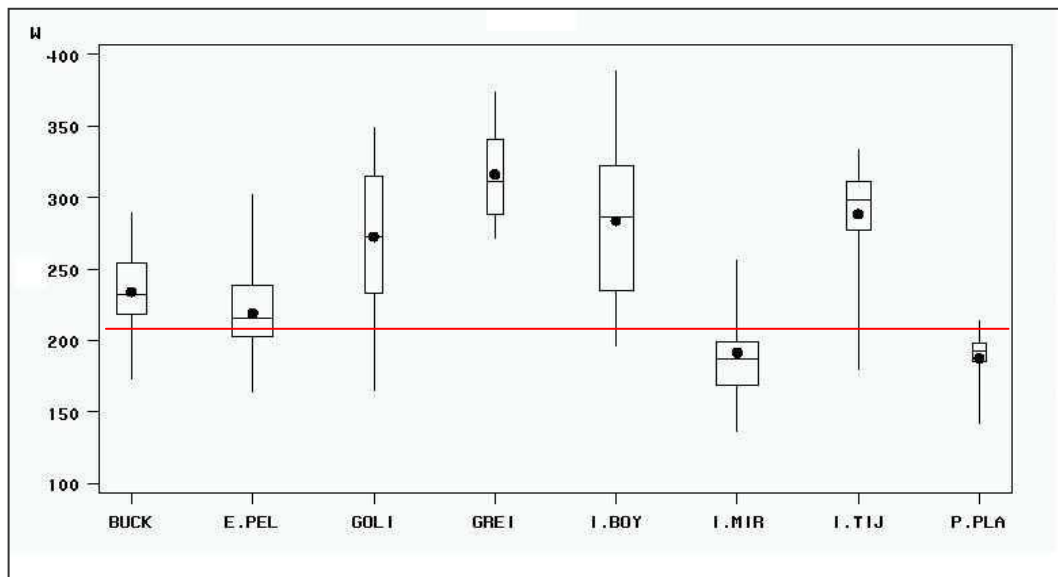


Figura 10. Distribución de la población de resultados de W (J) para las variedades presentes en el muestreo. Valor crítico para panificación $W=200 \text{ E}^{-4} \text{ J}$.

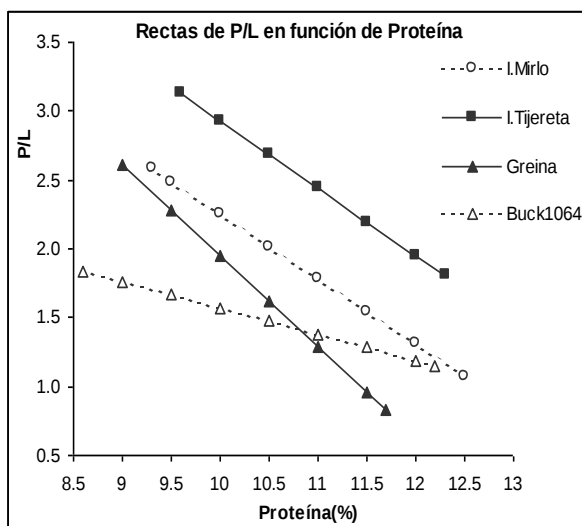


Figura 11. Comportamiento de P/L al variar los niveles de Proteína en grano para las variedades que fue significativa la relación.

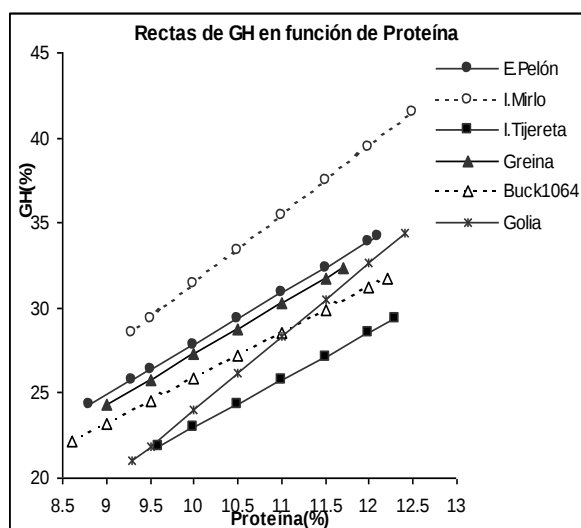


Figura 12. Comportamiento de P/L al variar los niveles de Proteína para las variedades que fue significativa la relación.

La relación entre P/L con Proteína y Gluten Húmedo mostró una interacción significativa con la variedad (Figura 11). Para lograr relaciones P/L bajas en I. Tijereta e I. Mirlo fue necesario obtener niveles de proteína en grano superiores a 11.5% y Gluten Húmedo mayor a 28% que se obtuvo con niveles de proteína en grano desde 9.2% hasta 11.8% según la variedad. En I. Boyero y P. Plata no existió relación significativa entre estos parámetros.

III.4- CAMBIOS EN EL COMPORTAMIENTO VARIETAL SEGÚN LA TECNOLOGÍA APLICADA.

Como ya se comentó hubieron tres cultivares que se repartieron en grupos de similitud contrastantes. Tal es el caso de I. Tijereta (grupos 1 y 5), I. Mirlo (grupos 2 y 6) y E. Pelón (grupos 1 y 2).

A) INIA Tijereta:

En esta variedad la ubicación en uno u otro grupo fue el resultado de lograr harinas panificables (grupo 1) o no panificables (grupo 5) definidos por el alveograma. En el 36% de las muestras de esta variedad no fue posible cuantificar la relación P/L ni W y esto significa el 80% del total de casos sin resultados de alveograma registrados en la presente zafra.

En el Cuadro 13 se observan las variables de manejo y los parámetros de calidad que caracterizaron y diferenciaron las chacras que presentan valores de alveograma (Grupo 1) de las que no lo hacen (Grupo 5) para I. Tijereta. En el grupo de situaciones que no presentan valores de alveograma ninguna fue fertilizada en Z.30, y tampoco se les aplicó control sanitario. Las siembras se ubicaron después del 15 de junio con la mitad de ellas después del 15 de julio, mientras que en las situaciones con valores de alveograma el 64% de las siembras se ubicaron antes del 15 de junio y no hubieron siembras posteriores al 15 de julio. En cuanto a la fecha de cosecha, que podría relacionarse con las condiciones ambientales ocurridas durante el llenado de grano, dentro del grupo con valores de alveograma la gran mayoría (79%) ocurrió entre el 10 y 20 de diciembre, muy pocas (7%) entre el 20 y 30 de diciembre y ninguna después; mientras que para las situaciones sin valores de alveograma la mitad fue cosechada en el mes de enero y sólo el 12% antes del 20 de diciembre.

Considerando lo anterior para la zona Sur, donde se concentraron las chacras de I. Tijereta, las situaciones cosechadas entre el 10 y 20 de diciembre tuvieron temperaturas medias promedio de 17,4 °C durante el llenado de grano; las cosechadas entre el 20 y 30 de diciembre la temperatura de llenado fue de 18 °C y para las cosechadas en enero fue de 19.8 °C. Si bien la temperatura de llenado de grano para el 86% de las chacras con valores de alveograma fue aproximadamente 18 °C y para el 50% de las chacras sin valores de alveograma la temperatura fue cercana a 20 °C, esta temperatura no sería causa suficiente para explicar los cambios registrados.

Cuadro 13. Variables de manejo (%de situaciones) y Valores de los parámetros de calidad que caracterizaron y diferenciaron a las chacras de I.Tijereta que presentaron valores de alveograma de las que no lo hicieron, Muestreo 2000/2001.

GRUPO	Respuesta esperada al N BAJA	Con Control sanitario (%)	Con Fertilización		F.Siembra			F.Cosecha			GH		
			Z.22	Z.30	Antes 15/6	Entre 15/6y15/7	Desp. 15/7	Entre 10y20/12	Entre 20y30/12	Desp. 30/12	Mín.	Máx.	Prom.
Tiene Alveog.	71	64	79	43	64	36	0	79	7	0	21.6	30.9	26.9
No tiene Alveog.	29	0	75	0	0	50	50	12	25	50	17.4	27.6	25.1

Dado que I. Tijereta también registró este comportamiento en la zafra pasada (aunque los datos no fueron presentados en el informe), se creyó oportuno analizar las dos zafras en forma conjunta. De la contrastación de los resultados de las dos zafras es posible ver que los niveles de GH del año anterior fueron mayores que en éste (valores promedio 29.4% contra 26.3% respectivamente) y que en esta variedad lograr GH superiores a 28% asegura obtener masas con registros de P/L y W, mientras que en el 70% de los casos con registros inferiores a 28% no se logró cuantificar el alveograma. Esto reafirma la importancia de la cantidad de gluten en esta variedad que, como tiene proteínas de buena calidad, al aumentar la cantidad de gluten se logra una masa de buena calidad, mientras que otras variedades (P.Plata, I.Mirlo, E.Pelón) tienen proteínas de calidad inferior, por lo que un aumento en la cantidad de gluten no da un cambio tan significativo (Ver Figura 13).

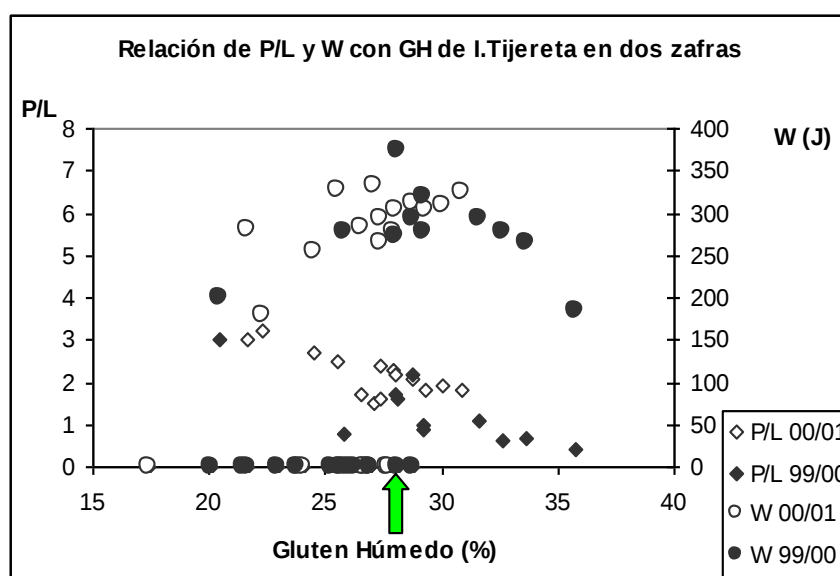


Figura 13. Relación de P/L y W con Gluten Húmedo de I.Tijereta en dos años.

Con los datos de las dos zafras, se relacionó la ubicación de cada chacra dentro del grupo que registra o no valores de alveograma con las prácticas de manejo. De este análisis surge que la respuesta esperada a la fertilización con nitrógeno de la chacra, y la fertilización a Z.30 fueron variables de manejo con un efecto significativo ($p < 0.1$) sobre la ubicación de la chacra en situaciones que presentaron o no valores de alveograma y en aquellas situaciones que fueron fertilizadas en los dos momentos (Z.22 y Z.30) tendieron a ubicarse dentro del grupo que tiene valores de alveograma (78%). De acuerdo a esta información, para lograr harinas panificables con I.Tijereta, sería necesario obtener valores de GH mayores a 28% lo que se alcanza seguramente con niveles de proteína en grano mayores a 11.8%. Para ello sería necesario asegurar el suministro de nitrógeno a través de la chacra (baja respuesta esperada al agregado de nitrógeno) y corregir las deficiencias generadas durante el desarrollo del cultivo. Esto explica las diferencias en el comportamiento entre el muestreo de 1999-2000 (alta proteína) y 2000-2001 (baja proteína).

B) INIA Mirlo:

Esta variedad integró el grupo 2 o 6 en función del logro de harinas panificables (grupo 2) o no panificables (grupo 6) definidos en este caso por la fuerza de la masa ($W \leq 200J$). El grupo 2 tuvo un rendimiento medio de 3208 kg/ha con 10.8% de proteína y $GI = 76.4\%$; en el grupo 6 el rendimiento fue 3860 kg/ha con 11.6% de proteína y $GI = 60\%$. Esto significa que hubieron aproximadamente 60 y 80 kg/ha de N en el grano respectivamente por lo tanto existió un alto aporte de nitrógeno al cultivo en las situaciones que integran el grupo 6. Este aumento en proteína y gluten no se reflejó en una mejoría de la calidad de las harinas en esta variedad.

En el Cuadro 14 se resumen las características de la tecnología aplicada en uno u otro caso.

Cuadro 14. Tecnología aplicada en chacras de I.Mirlo que con las que se logró harinas panificables o no (frecuencia de aparición de cada variable en el grupo).

GRUPO	Nº	ZONA			Laboreo		Respuesta esperada al N				Fertilización		Control Sanitario	F.Siembra	
		Y	S	P	S.D	L.C	ALTA	BAJA			Z.22	Z.30	Fungic	Entre 15/6-15/7	Desp 15/7
							Maíz Sorgo	Girasol Soja	Barbecho	Pradera					
Harinas panificables	15	20	40	40	53	47	26	33	33	8	80	27	47	66	33
Harinas No panificables	10	0	90	10	70	30	10	30	10	50	70	30	60	50	50

Nota: Zona C: Young

Zona S: departamento de Soriano

Zona P: departamento de Paysandú

Las chacras de I.Mirlo cuyas harinas fueron no panificables se obtuvieron en su mayoría en el departamento de Soriano (90% contra 40%). Solo el 10% de ellas correspondieron a chacras con alta respuesta esperada al nitrógeno, y como tales deficiente en este nutriente. El 90% de las situaciones fueron tomadas de chacras con baja respuesta esperada al nitrógeno, y dentro de éstas la mayoría correspondieron a antecesor pradera. Todas estas variables indican un alto aporte natural del suelo.

C)- Estanzuela Pelón:

E.Pelón integró el grupo 1 y 2 como ya se comentó estos grupos difieren entre sí en los valores de GH, GI y W siendo el grupo 2 el que presenta valores altos de GH y GS pero con bajos valores de GI y W lo que lo hace parecerse mucho al grupo 6; al igual que en éste hay un alto porcentaje de muestras tomadas en Soriano (83% grupo 2 contra 50% del grupo 1), pero no fue posible asociar las diferencias en calidad con la tecnología asociada a su producción.

III. 5- EFECTO ZONA

En este análisis se consideraron aquellas variedades presentes en las tres zonas, es decir a E.Pelón, I.Mirlo, I.Tijereta e I.Boyero. Cabe destacar que en el caso de la zona Norte el número de situaciones consideradas son solo 7.

Cuadro 15: Efecto de la zona en los parámetros de calidad considerando las variedades E.Pelón, I.Mirlo, I.Tijereta e I.Boyero

ZONA	Nº chacras	Prot.	GH	GS	GI	P/L	W
Colonia-Sor	65	10.9 a	31.1 a	10.8 a	84 b	1.5 b	230 b
Pay-Young	27	11.1 a	31 a	10.6 a	84 b	1.3 b	244 ab
Salto	7	11.4 a	26.4 b	9.4 a	96 a	2.3 a	269 a

Se destaca a Salto con valor de GH, GI y P/L significativamente diferentes a Colonia-Soriano y Paysandú-Young (Ver Cuadro 14).

En los valores de W existió un gradiente de Sur a Norte del país.

IV- CONSIDERACIONES GENERALES.

- Se formaron 6 grupos con características de rendimiento y calidad de harina diferenciales. En esta zafra los grupos quedaron definidos mayoritariamente por la variedad. La integración de una variedad a diferentes grupos quedó definida por la tecnología de producción, lo que demuestra la necesidad de ajustar el manejo a las características del cultivar
- Al igual que en los años anteriores, se formaron grupos de variedades con calidad de harina similar. La ubicación relativa de los cultivares comunes en los tres años de trabajo no se modificó, lo que demuestra que el efecto año establece el nivel donde ocurre la respuesta de los cultivares al manejo.
- Con los materiales disponibles fue posible producir desde harinas con buen valor de W y relación P/L hasta harinas consideradas no panificables en forma directa.

V- CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZAFRA 2000/01

