



21 años de trabajo ininterrumpido

## CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE CEBADA 2017



Evaluación año 2016

### Segundo ciclo de:

MOSA 09/312, KWS Tinka, KWS Irina, Attika,  
C.0671, C.0670, C.05098.

### Primer ciclo de:

MOSA 10/489, MOSA 12/ 284.

**Facultad de Agronomía - UdeLaR**  
**EEMAC 2017**

Solicitantes: FADISOL - MOSA – Greysing & Elizarzu - FAgro

# **Caracterización de cultivares de cebada.**

## **Evaluación en el año 2016**

Segundo ciclo de: **MOSA 09/312, KWS Tinka, KWS Irina, Attika, C.0671, C.0670, C.05098.**  
Primer Ciclo de: **MOSA 10/489, MOSA 12/ 284**

Esteban Hoffman<sup>1</sup>, Nicolás Fassana<sup>2</sup>, Alejandro Akerman<sup>2</sup>

### **I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

El incremento en la productividad de los cultivos de invierno en Uruguay, no solo depende de liberar genotipos más productivos, sino que cada vez más es necesario diferenciar ambientes y caracterizar genotipos con mayor profundidad, de forma que el manejo de las interacciones sea más preciso. Esto necesariamente implica manejar en forma diferencial a cultivares que se presentan como diferentes, en particular en situaciones de producción limitadas. Ajustar el manejo al cultivar, crea la necesidad de información que permita entender y predecir la respuesta diferencial entre cultivares, haciendo énfasis en el ajuste preciso de la época y densidad de siembra, considerando especialmente el ambiente en cuanto a sanidad y últimamente a los riesgos hídricos.

Para el manejo de la población, la información nacional disponible, ha mostrando consistentemente en Uruguay la conveniencia del uso de poblaciones inferiores a las 300 plantas.m<sup>-2</sup> (Hoffman, 1995, Hoffman et al., 2002<sup>a</sup>, Hoffman et al. 2005, Hoffman et al., 2006, Hoffman et al., 2011), aunque últimamente han surgido nuevos cultivares con óptimos que se acercan a las 300 pl.m<sup>-2</sup> (Hoffman et al., 2015). Se ha avanzado sistemáticamente desde hace 20 años, y son claras las ventajas en cuanto a mejoras en el rendimiento, calidad, incidencia de vuelco y reducción de costos, por ajustar la población en forma diferencial según el cultivar, tanto para cebada como para trigo (Hoffman et al., 2002b)..

El tipo de respuesta de los cultivares de trigo y cebada a las distintas medidas de manejo, en particular a la población, está altamente relacionado con los patrones de crecimiento, en particular con el crecimiento juvenil (Hoffman et al. 1994; Hoffman y Benítez, 2000; Hoffman et al., 2001; Hoffman y Benítez, 2001). Hasta la fecha, de toda la información generada en Uruguay, nunca se ha encontrado, interacción entre respuesta a la población y potencial de rendimiento en grano, por tanto cuando ella existe obedece a las características diferenciales de un cultivar, pero no de su potencial. En la medida que surge evidencia de que la mejora del potencial actual y sobre todo la futura, estaría cada vez más asociada a incrementos en la producción de biomasa total (Hoffman et al., 2014), la respuesta a la población de los cultivares actuales puede cambiar para similares características del patrón de crecimiento inicial

La información disponible para trigo evidencia claramente que existe variabilidad importante en el tipo de respuesta a la población para distintos cultivares y que ella está en parte relacionada, con el crecimiento juvenil diferencial (Hoffman, 1995; Hoffman, Ernst, 1999, Hoffman, Benítez, 2000 Hoffman et al. 2001 y Hoffman et al. 2005, Hoffman et al. 2007 y Hoffman et al. 2009). El método de caracterización de cultivares propuesto por Hoffman y Benítez. (1999), ha permitido desde entonces estudiar las características de crecimiento antes mencionadas en invernáculo y campo, y analizar la relación con la respuesta a la población para nuevos cultivares, en contraste con testigos de comportamiento conocido.

---

<sup>1</sup> Profesor Adjunto. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal.- EEMAC-Facultad de Agronomía

<sup>2</sup> Ayudante de Investigación. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal.- EEMAC-Facultad de Agronomía

Para las condiciones ambientales del Uruguay, el óptimo poblacional en trigo, en promedio se ubica entorno a las 35 plantas.m<sup>-1</sup> lineales. De estos trabajos también surge además que las grandes diferencias observadas en crecimiento inicial entre cultivares además de repetibles en el tiempo (Hoffman et al. 2006; Hoffman et al., 2009), cambian con el ambiente, asociado al distintos regímenes de temperatura en los primeros estadios. Claramente sin información específica y detallada, el análisis empírico del posible comportamiento de distintos cultivares en base a pocas características tomadas en forma aislada, puede llevar a errores en el ajuste de la población. El manejo de la población es más complejo que bajar la densidad de siembra para cultivares de elevada capacidad de macollaje o aumentarla para aquellos de menor capacidad (Hoffman y Benítez 2003; Hoffman et al., 2009b). Una baja capacidad de macollaje como característica identificatoria de un cultivar, no puede ser la única base para sugerir aumentos de población. Si el bajo macollaje de un cultivar es el resultado de un inicio de macollaje tardío, la respuesta al incremento de la población puede no existir o ser negativa, en la medida que se eleva la sensibilidad a la competencia entre tallos. Respuestas de este tipo son reportadas para Prointa Quintal, INIA. Boyero e INIA Churrinche (Hoffman et al, 2001, Hoffman et al. 2002<sup>a</sup>, Hoffman et al. 2003 y Hoffman et al., 2004).

Cabe mencionar, que en los últimos años, han ingresado a caracterización cultivares de ciclo medio largo de tipo Europeo, sincronizados, que han mostrado respuesta a poblaciones más elevadas entorno a las 40 pl.m<sup>-1</sup>, como Bambina e Irupé (Hoffman et al., 2013), o Ambev 183 (Hoffman y Fassana. 2014).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el invierno del año 2016, en la unidad experimental P 31A, de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) (32°22'45.57''S; 58°03'14.13''O), Facultad de Agronomía en Paysandú.

En los experimentos de campo, el diseño utilizado fue un factorial completo de población por cultivar en bloques al azar con 4 repeticiones. Las poblaciones objetivo fueron: 15, 30 y 45 plantas.m<sup>-1</sup> (lineal) sembradas a una distancia entre hileras de 15 cm. (100, 200 y 300 plantas.m<sup>-2</sup>). Los cultivares evaluados fueron: MOSA 09/312, MOSA 10/489, MOSA 12/284 de MOSA. KWS Tinka, KWS Irina, de FADISOL, C.0671, C.0670, C.05098 del programa de mejoramiento Facultad de Agronomía - UdelaR y Attica (cultivar de 6 hileras) de Greysing & Elizarzu. Los testigos comerciales de largo plazo utilizados fueron: E. Quebracho, que ha mostrado sistemáticamente media capacidad de macollaje, buena sincronización de macollaje, presentando un buen desempeño en rendimiento a poblaciones en el entorno a las 30 a 36 plantas.m<sup>-1</sup> (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 2000, 2003 y 2004); FNC 6-1, de regular sincronización (dependiendo del año) y más bajo potencial, respondiendo a poblaciones óptimas más bajas que el testigo E. Quebracho (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 1998, 2003 y 2004), aunque variable con el año. En los últimos años se ha sumando INIA Arrayán, no solo por ser el cultivar más sembrado en Uruguay a la fecha de su ingreso, sino por ser un cultivar de elevado potencial, adaptado a las condiciones de producción uruguayas. Este cultivar fue caracterizado en el año 2006 (Hoffman et al., 2007).

En el experimento de campo, dos de los cuadro bloques, fueron manejados con fungicida y dos sin fungicida.

En el campo, la época de siembra fue el 23 de junio, en parcelas de 5 m de largo por 0.9 m de ancho.

Las determinaciones realizadas fueron: plantas.m<sup>-1</sup>, macollos.m<sup>-2</sup> a Z 3.0, espigas.m<sup>-2</sup>, biomasa total a cosecha, rendimiento en grano, número de granos.espiga<sup>-1</sup> y peso de grano a cosecha. Los parámetros de calidad de grano determinados fueron: contenido de N en grano y proporción de granos mayor a 2.5 mm.

Los nutrientes ajustados en forma objetiva en base a análisis de suelo y planta según Perdomo et al., (1999) y Hoffman et al., (2001), se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.-** Análisis de suelo, dosis de nutrientes según el estadio del cultivo.

Momento-estadio	Indicador	Valor Análisis	Fertilizante (Kg.ha <sup>-1</sup> )
Siembra	P suelo (0-20 cm) – Bray I (ppm)	9	60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 30 N
	N-NO <sub>3</sub> suelo (0-20 cm) (ppm)	5	
	K (meq.100 g suelo <sup>-1</sup> )	0,89	
Z22 <sup>§</sup>	N-NO <sub>3</sub> suelo (0-20 cm) (ppm)	3	72 N – 15 S*
Z30 <sup>§</sup>	N total en planta (%)	2,5	76 N – 11 S**

§.- Fecha Z 22 = 25/7/2016; fecha Z 30 = 22/8/2016.\* En base a 40-0-0-6 y complemento de S, en base a Azufertil. \*\*.- en base a 40-0-0-6.

A lo referente al control de enfermedades, el 16 de setiembre Xantho (1,2Lts/ha) (Z 33), y entre Z 55 y Z 60, Swing Plus el 12 de Octubre a razón de 1,2 lts/ha.

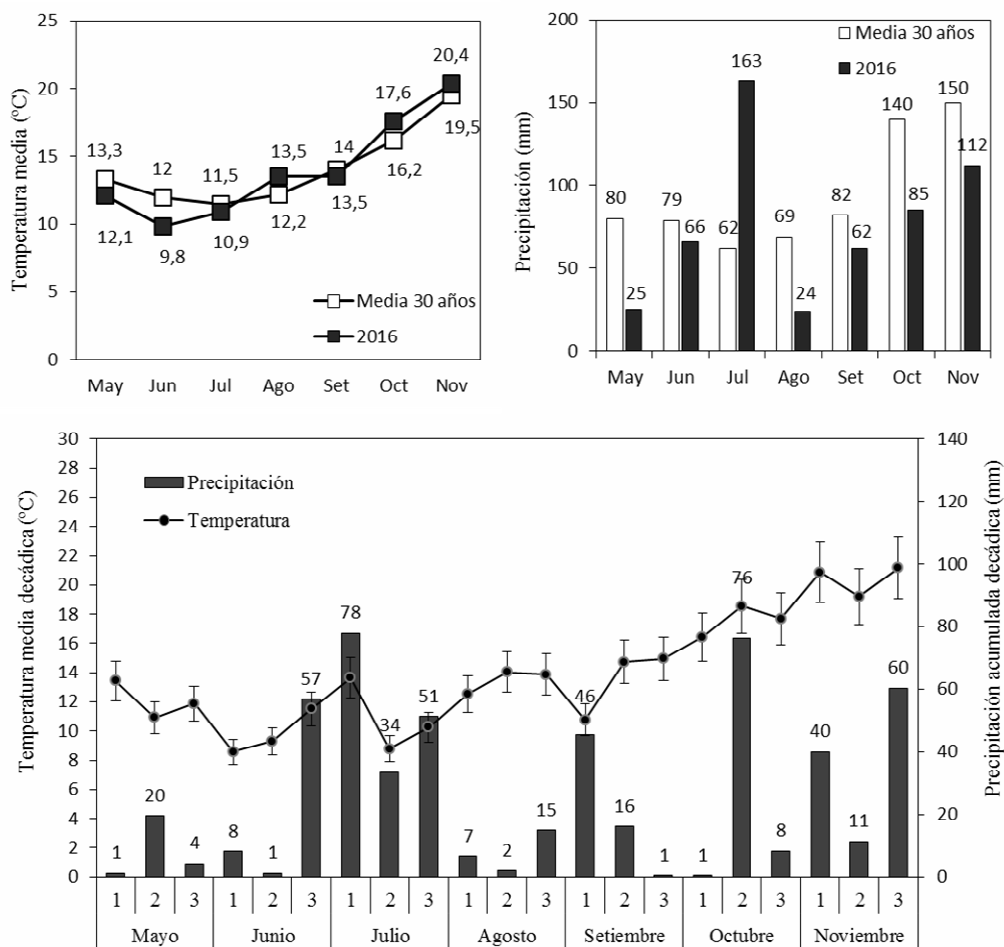
El trabajo de caracterización del crecimiento inicial en invernáculo en condiciones de alta temperatura inicial se llevó a cabo en tarrinas de 60\*40\*20 cm., conteniendo una mezcla de 2/3 de suelo y 1/3 de arena. La siembra se efectuó el 3 de agosto con un cultivar por tarrina con tres líneas de plantas cada una. A la siembra se realizó la fertilización con un equivalente a 150 kg.ha<sup>-1</sup> de 18-46-0, a Z 22 (25/8) con 100 kg.ha<sup>-1</sup> de 40-0-0-6 y a Z30 con 100 kg ha<sup>-1</sup> de 40-0-0-6 (9/9).

Las determinaciones realizadas fueron: emisión de hojas y macollos de cada planta marcada (10 plantas por cultivar) mediante escala Haun (1973) cada 2 a 3 días, en plantas marcadas emergidas el mismo día. Para el total de las plantas se determinó la evolución del macollaje cada seis días, y el % de plantas sin macollar, y con ausencia del T<sub>1</sub>. La caracterización del crecimiento inicial es acompañada del registro diario de temperatura mediante el uso de termómetros digitales de pastillas de registro continuo (registros a intervalos de media hora).

El análisis estadístico fue realizado con el paquete estadístico INFOSTAT versión 2009.

### III. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Para el año 2016, la siembra temprana se realizó en condiciones óptimas de humedad en suelo y las bajas precipitaciones pos-siembra llevaron a lograr una muy buena implantación en los ciclos medio y medio largos sembrados en mayo.



**Figura 1.-** Precipitaciones y temperatura media mensual y decadal, para el año 2016 en relación al promedio histórico de 30 años, para Paysandú.

A diferencia del año 2015, las precipitaciones en los meses del invierno 2016 fueron abundantes, sobre todo en el mes de julio a mitad e inicios de macollaje para las siembras más tempranas, acompañado por un junio y julio muy frío, de los más fríos de la serie (Cuadro 2). El ciclo prosiguió con agosto levemente más cálido que el promedio histórico, bajo muy buenas condiciones hídricas (Figura 1). Las condiciones térmicas durante el encañado, período crítico y llenado de granos en los meses de setiembre, octubre y noviembre, fueron favorables y si bien las precipitaciones se ubicaron levemente por debajo de lo normal, alcanzaron en total casi 260 mm (Figura 1). Considerando la elevada radiación asociada al régimen de precipitaciones comentado anteriormente, y la primavera fresca, era esperable para siembras de junio rendimiento elevados, basado en las condiciones muy favorable durante el período crítico dado el elevado coeficiente fototermal ( $Q$ ) registrado ( $2.0 \text{ Mj}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ ).

**Cuadro 2-** Régimen térmico a campo, desde emergencia hasta Z 3.0, para el 2016 en relación con los años anteriores de caracterización para los ciclos medios en siembras de junio.

Año	Temp. Media (°C)	Días con más de 20 °C	Días con más de 28 °C
1999	15,4	33	3
2000	11,4	5	0
2003	11,6	6	0
2004	14,0	11	0
2005	12,3	8	0
2006	14,9	28	3
2007	10,8	6	0
2008	12,0	7	0
2009	11,0	2	0
2010	10,8	3	0
2011	11,3	2	0
2012	10,7	2	0
2013	11,3	0	0
2014	13,4	2	0
2015	14,2	8	0
<b>2016</b>	<b>10,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 1. Caracterización del crecimiento inicial

Parte del efecto año en condiciones de elevada temperatura (bajo invernáculo), puede estudiarse analizando el comportamiento promedio en cuanto a crecimiento inicial de los cultivares utilizados como testigos. En estas condiciones, los diferentes cultivares son sometidos en los estados iniciales de crecimiento a temperaturas superiores a las registradas en el campo.

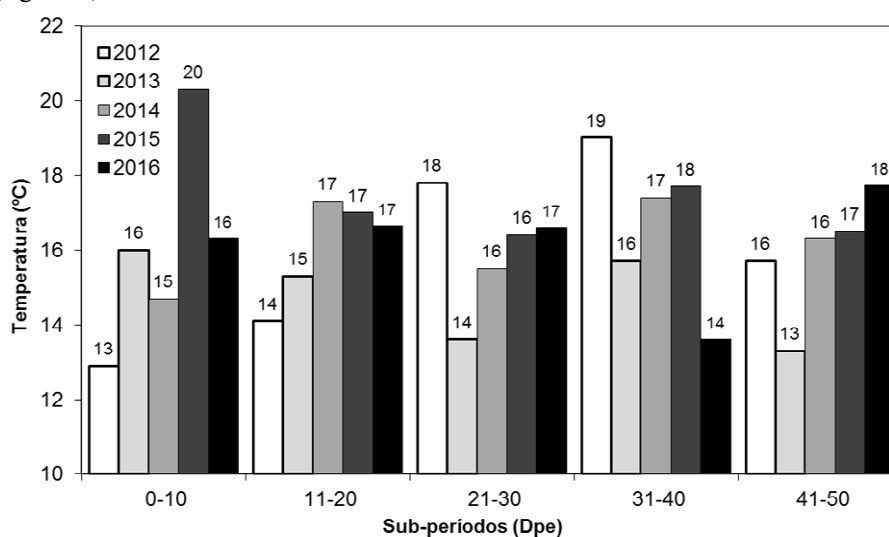
En el 2016, la temperatura media fue de 16.4 °C, una temperatura que fue elevada, 4.0 °C por encima de la temperatura a las cual se vieron sometidos los cultivares en condiciones de campo. Estas condiciones térmicas iniciales, como era esperable impactaron negativamente en el macollaje (Cuadro 5).

**Cuadro 3-** Variables que determinan el crecimiento inicial en condiciones de elevada temperatura para los testigos E. Quebracho y FNC 6-1, en distintos años de caracterización.

Año	Inicio macollaje		Sincronización	Plantas	Plantas que saltean T1
	Dpe	Haun del Tp	(Dif. en días Tp - T <sub>2</sub> )	S/macollos (%)	(% de las que macollan)
1999	26,8	4,3	27,3	45	55
2000	24,3	3,0	30,5	1,8	1,1
2004	20,7	3,4	22,5	0	0
2005	13,2	3,2	17,8	0	0
2006	21,2	3,5	24,0	0	0
2007	24,7	4,3	S/T <sub>2</sub>	30	15
2008	19,0	2,4	22,5	0	0
2009	27,3	3,5	28,0	0	0
2010	24,5	4,8	23,0	0	45
2011	41,0	3,8	46,0	0	20
2012	27,3	4,1	37,0	0	15
2013	26,4	3,9	26,0	15	41
2014	23,4	3,9	25,7	0	0
2015	20,2	3,4	23,9	0	0
<b>2016</b>	<b>23,5</b>	<b>3,8</b>	<b>24,2</b>	<b>0</b>	<b>20</b>

Temperatura media en invernáculo (primeros 50 días de crecimiento): 1999= 16,9 °C 2000= 14,3° C, 2004= 14.7 °C, 2005=14.3 °C, 2006 = 16.7 °C, 2007 =17.1 °C, 2008 = 15.3 °C, 2009 =14.0, 2010 =16.7 °C, 2011= 15.5° C, 2012 = 15.9°C, 2013 = 14.8 °C, 2014=16,2°C , 2015=17,6°C. y 2016= 16,4 °C

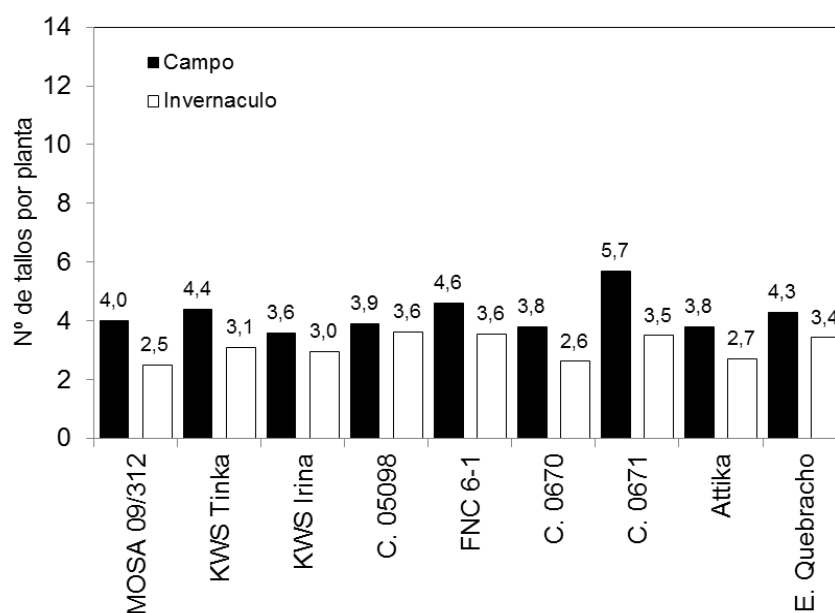
Como viene siendo sistemáticamente diagnosticado, en general las elevadas temperaturas entrono a 3 hojas retrasan fenológicamente el inicio del macollaje, y si se mantienen, lo reducen. Además de la reducción del período de macollaje (inicio retrasado y finalización anticipada), se incrementa la proporción de plantas que no macollan y/o suspenden la aparición del primer macollo natural (T<sub>1</sub>). Sin embargo la distinta evolución de la temperatura en invernáculo en este corto período del ciclo de cultivo, genera cambios que pueden alterar una relación lineal entre algunos parámetros del crecimiento inicial y la temperatura (figura 2).



**Figura 2.-** Temperatura media para distintos sub-períodos desde la emergencia hasta Z 30, en invernáculo para el 2012, 2013, 2015 y 2016 para fecha de emergencia de 5 de Julio. (Temperatura media, 15.5 °C, 15.9°C, 14.8°C, 17.6 °C y 16.1 °C para el año 2012, 2013,2014, 2015 y 2016 respectivamente)

Vemos que para la fase inicial – primer sub-período (emisión de hojas) en el 2016, las temperaturas fueron elevadas. Ello en primer lugar acortaría el tiempo a inicios de macollaje, pero lo podría retrasar fenológicamente. En el segundo subperíodo (del día 30 al 40 dpe), la temperatura baja hasta los 14 °C, permitiendo el macollaje, pero el incremento abrupto posterior hasta los 18°C podría estar explicando el bajo macollaje final junto al inicio retrasado. Estas condiciones térmicas como en otros años, en los testigos de largo plazo explica la elevada proporción de plantas que saltaron el macollo de mayor productividad ( $T_1$ ), particularmente para el cultivar desincronizado (que surge como mas sensible a las altas temperaturas durante el macollaje) (Cuadro 3 y 4).

Estudiar el macollaje en campo, pero sobre todo la reacción de los distintos cultivares en condiciones de elevada temperatura en invernáculo, permite generar información de respuesta a estas condiciones. Esto permitiría discriminar mejor las diferencias en capacidad de macollaje entre cultivares y evaluar que tan afectado puede resultar un cultivar cuando es sometido a condiciones desfavorable de temperatura. En el campo, como siempre, el macollaje es superior al registrado en invernáculo y en el 2016 esta diferencia en cebada suele ser mas baja que la que se observa en trigo, sobre todo porque el macollaje del trigo en condiciones de elevada temperatura parece ser mas afectados que los cultivares de cebada en evaluación (Hoffman et al., 2016).



**Figura 3-** Macollaje para todos los cultivares en caracterización en el 2016, equivalente a 30 plantas/m lineal en invernáculo y campo. Libre de enfermedades. Arrayan, MOSA 12/284 y MOSA 10/489 no disponible por mala implantación en las condiciones de invernáculo.

En las condiciones de elevada temperatura del invernáculo y muy baja en el campo en este año, en la que todos los cultivares redujeron su macollaje (en referencia con años anteriores), se limita la posibilidad de estudiar el potencial de capacidad de macollaje de cada cultivar (Hoffman et al., 2009).

En este año con un óptimo térmico muy por encima y por debajo del óptimo de 11.5 °C (Hoffman et al., 2009), para invernáculo y campo, receptivamente, es lógico el bajo macollaje observado, tanto en invernáculo como en campo, llevando a que las diferencias entre cultivares fuesen escasas.

En el siguiente cuadro se presentan, para todos lo cultivares evaluados, los componentes básicos que definen el tipo de crecimiento inicial para el año 2016.

**Cuadro 4-** Crecimiento inicial en invernáculo para todos los cultivares en relación a los testigos, caracterizados en el año 2016, ordenado por los días de ciclo a inicio del macollaje.

Variedades	Com. Mac.	Com. Mac.	Sincronización	Plantas	Plantas	Plantas
	DPE	haun Tp <sup>&amp;</sup>	Dif. Tp-T2 (días)	Sin Mac. (%)	Con T0 (%)	Sin T1 (%)
INIA Arrayán (T)*	-	-	-	-	-	-
E. Quebracho (T)	22,7	3,5	22,7	0	0	0
FNC 6-1 (T)	24,4	3,9	25,7	0	0	40
C.05098	16,0	3,2	22,9	0	0	0
C.0670	18,1	3,7	23,0	0	0	10
C.0671	18,1	3,5	23,2	0	0	10
Attika	19,0	3,5	23,0	0	0	10
KWS Irina	20,6	3,5	24,3	10	0	20
KWS Tinka	22,7	3,9	24,3	0	0	20
MOSA 09/312	20,2	3,8	23,9	0	0	30
MOSA 12/284*	-	-	-	-	-	-
MOSA 10/489*	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b>19,4</b>	<b>3,6</b>	<b>23,4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>16,1</b>

\*.- Resiembra.

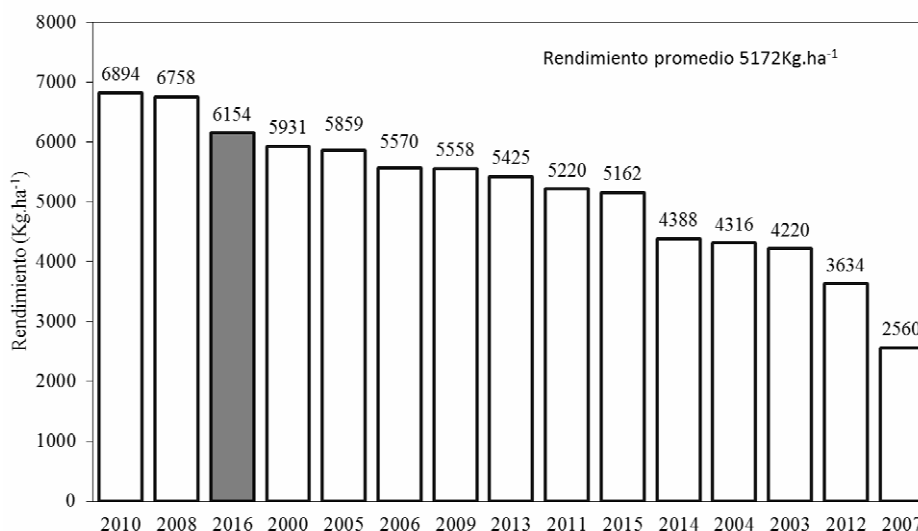
&.- Número de hojas en el tallo principal- Escala Haun. (1973). \* Arrayán, MOSA 12/284 y MOSA 10/489 no disponible por mala implantación asociadas con la semilla, en las condiciones de invernáculo.

Los testigos se comportaron como era esperable, E. Quebracho macolla antes y es más sincronizado que FNC 6-1. En este año, además se genera una diferencia importante en cuanto a la supresión del T<sub>1</sub>. Los nuevos cultivares caracterizados, si bien también difieren menos entre ellos que en años anteriores, las diferencias son consistentes en cuanto a que los que demoraron más en macollar, tienden o son los que muestran mayor desincronización. Cabe la pena mencionar, que igualmente todos los cultivares evaluados mostraron un inicio de macollaje mas temprano y mejor sincronización que el testigo desincronizado (FNC 6-1).

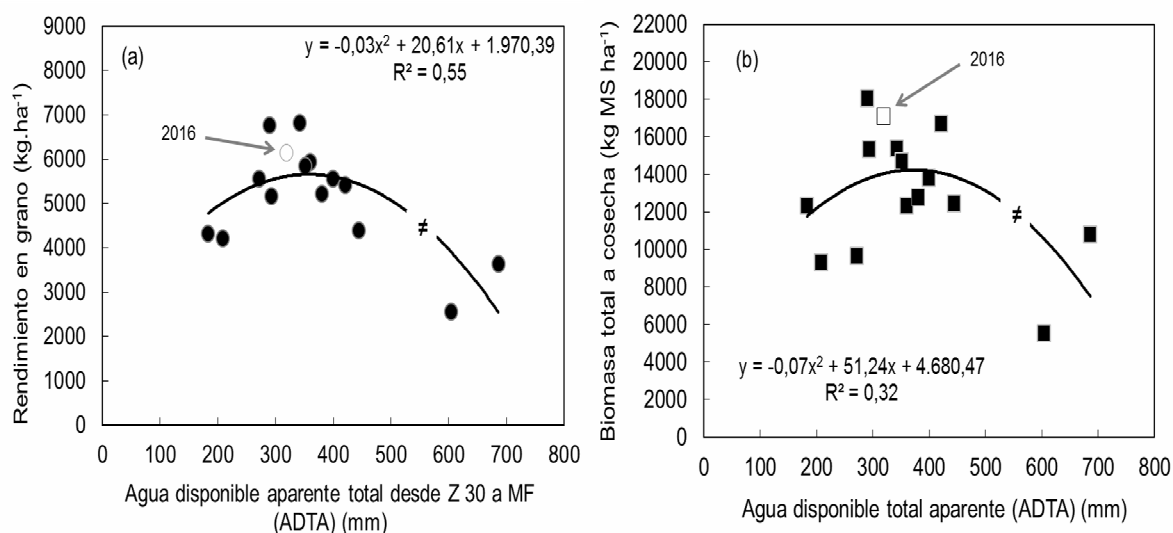
## V.- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO A CAMPO

### 2. a Rendimientos y componentes.

En la figura 4 podemos observar la variación del rendimiento para los testigos durante el 2016 en contraste con años anteriores, sin interferencia de enfermedades foliares y de espiga provocadas por hongos.



**Figura 4-** Rendimiento en grano de los testigos de largo plazo (Estanzuela Quebracho y FNC 6-1), evaluados durante el 2016, en comparación con la evaluación de años anteriores, libre de enfermedades foliares provocadas por hongos, ordenado por rendimiento medio.

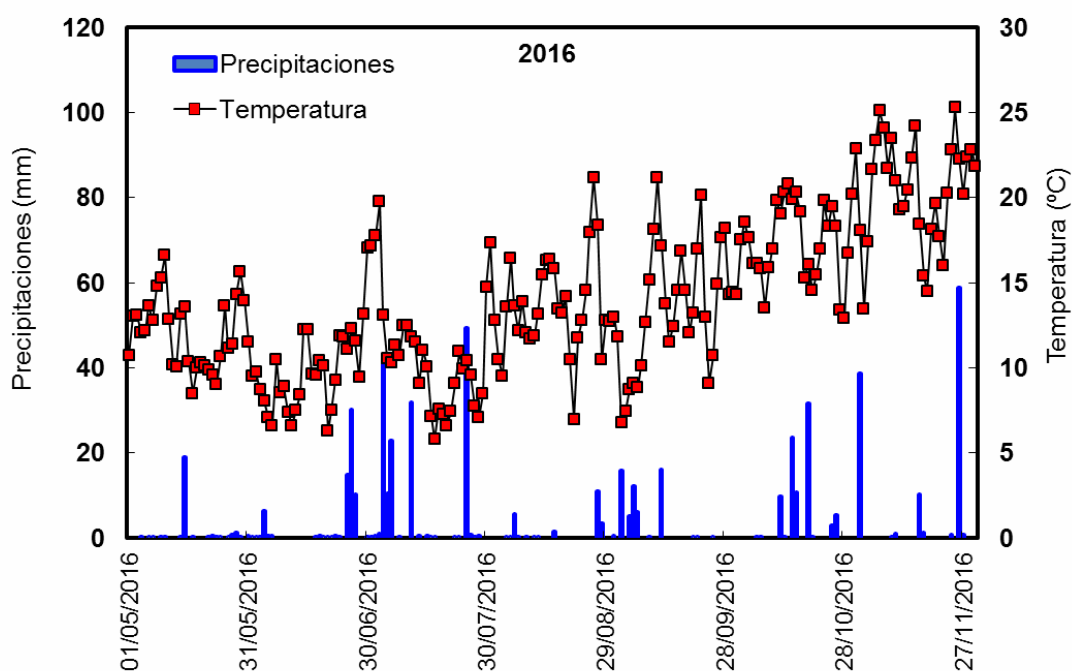


**Figura 5.-** Rendimiento en grano de los testigos (E. Quebracho y FNC 6-1) en ausencia de enfermedades foliares a hongos, en función del agua total disponible aparente (ADTA) desde Z 30 a MF (a), biomasa total a cosecha, desde el año 2000 (b).

Como viene siendo diagnosticado el agua total disponible aparente (ADTA), desde Z 30 a madurez fisiológica (MF), determina una porción relevante de la variación de la producción de biomasa total a cosecha, sobre todo del rendimiento en grano del año. El valor de esta información, más allá de su exactitud (considerando las diferencias experimentales naturales entre años y las variaciones en el Coef Q), muestra que existe estrecha relación con el agua (sin la interferencia de las enfermedades, con el mejor ajuste tecnológico para cada año, y para los mismos testigos genéticos), desde el año 2000 a la fecha.

Cabe entonces analizar los resultados del año 2016 y preguntarse ¿porque en el 2016, el rendimiento fue elevado, aunque inferior al logrado en los dos mejores años en cuanto a potencial concretado (2008 y 2010) (Figura 5a), considerando que el ADTA hubiese posibilitado en el 2016, un rendimiento superior. Descartando un período de llenado de grano cálido (Figura 6), con el ADTA disponible de 319 mm, el rendimiento de los testigos debió ser superior. Desde el punto de vista del

potencial, con agua no limitante evidente, la oferta de radiación y temperatura durante el PC y muy buenas condiciones durante el llenado de granos, se esperaba un potencial superior ( $Q = 2.0 \text{ MJ}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ ).



**Figura 6.-** Variación en las precipitaciones y temperaturas medias diarias para el año 2016, para la EEMAC -Paysandú. Nota: la banda verde, identifica la ubicación del período del llenado de grano.

Sin limitantes en la población, ADTA, radiación, temperatura en el PC y el llenado de grano, el potencial fue menor al 2008 y 2010, explicado por una producción de biomasa total superior al 2010, pero con IC inferior, y con igual IC al 2008, pero con una biomasa total inferior (Cuadro 5). A diferencia de los dos mejores años de potencial, el número de granos por unidad de superficie del 2016 fue inferior.

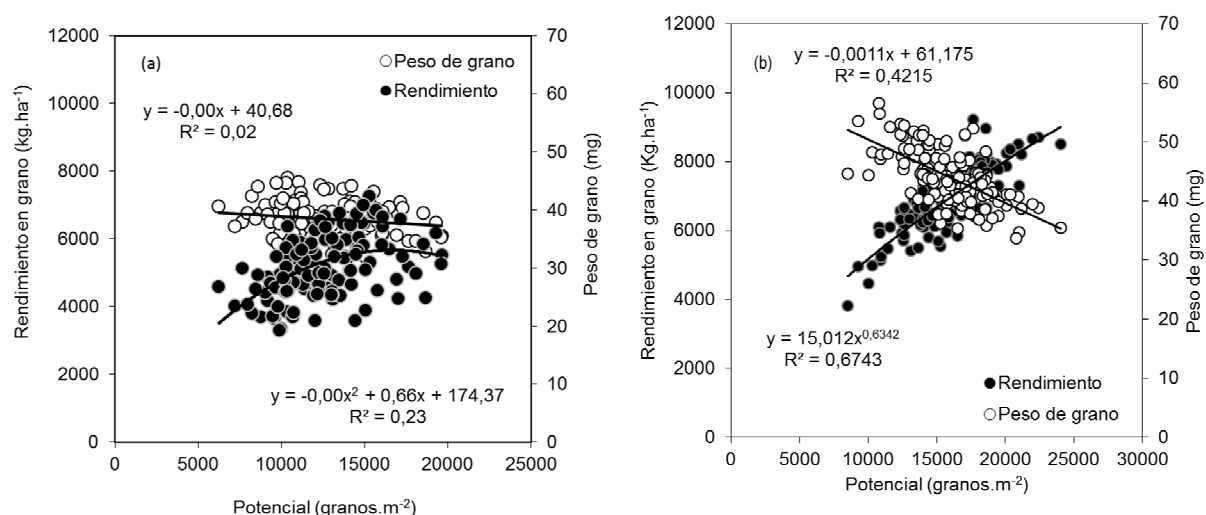
Las razones de un menor número de granos por metro cuadrado, podrían explicarse por un bajo número de espigas, asociado al menos número de macollos máximo de la serie. A diferencia del año 2015, en donde la implantación desuniforme y específicamente la ubicación del experimento en una zona en donde el suelo ofrecía menor aptitud, habría sido la responsable del menor potencial, en este año esto no ocurre. En base a los discutido anteriormente por las bajas temperaturas del mes de junio y el exceso de precipitaciones del mes de julio, se habrían dado condiciones desfavorables para el macollaje para la cebada (Hoffman et al., (2009). Si bien existió una elevada compensación del bajo macollaje, arrojando una elevada fertilidad de tallos, esta surge como insuficiente como para levantar la restricción del muy número de tallos por unidad de superficie ( $557 \text{ macollos m}^{-2}$ ) (Cuadro 5).

Por estas razón, el número de espigas promedio para ambos testigos de largo plazo se ubicaría muy por debajo del óptimo para este cultivo, imposibilitando una compensación completa a través del incremento en el número de granos por espiga (Cuadro 5).

**Cuadro 5-** Rendimiento en grano, componentes y parámetros de calidad para el ensayo realizado a campo en el 2016, en comparación con lo observado en años anteriores y agua disponible total aparente de Z 30 a MF, para los testigos libre de enfermedades foliares provocadas por hongos.

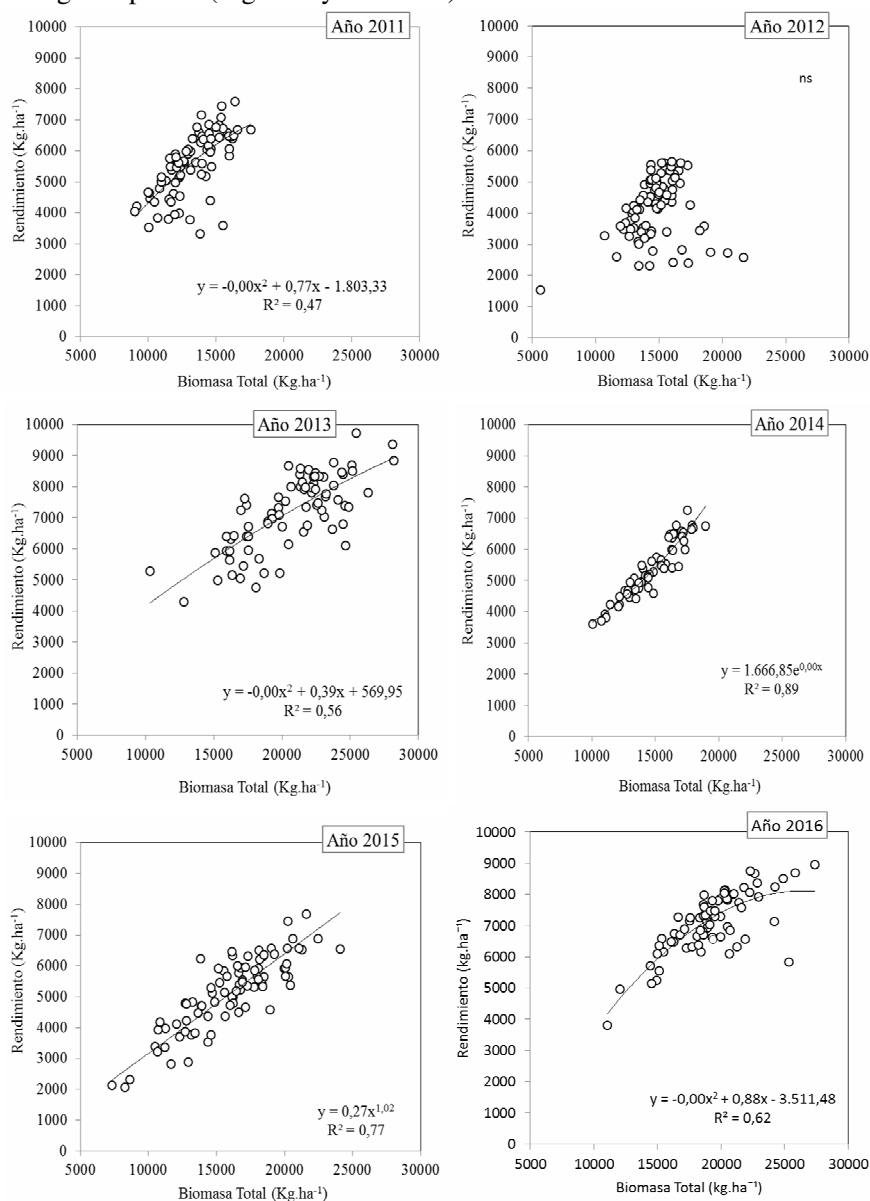
Año	2010	2008	2016	2000	2005	2006	2009	2013	2011	2015	2014	2004	2003	2012	2007
Rend. Corr. 14% H (Kg.*ha <sup>-1</sup> )	6822	6758	6153	5931	5859	5570	5558	5425	5220	5162	4388	4316	4220	3634	2560
Biomasa total (Kg. MS.ha <sup>-1</sup> )	15381	18061	17089	12340	14695	9671	13829	16705	12768	15320	12447	12313	9307	13805	5517
Índice de Cosecha (%)	43	37	37	48	42	54	40	33	36	33	34	35	46	26	41
Macollos m <sup>-2</sup>	864	708	557	1044	827	922	1185	1218	1291	829	838	1018	855	sd	586
Fertilidad de tallos (%)	75	83	80	53	77	62	68	73	51	68	78	58	74	sd	82
Espigas.m <sup>-2</sup>	626	583	440	559	634	565	806	882	626	548	650	583	630	728	484
Granos.espiga <sup>-1</sup>	25	25	34	25	20	18	19	18	19	15	17	15	18	15	11
Granos.m <sup>-2</sup>	15381	14862	13793	13975	12635	10024	14227	14356	11663	8027	10588	8383	11452	10161	5151
Peso de grano (mg)	45,9	49,3	44,8	43,0	48,1	51,0	39,3	38,4	42,0	46,6	39,8	50,0	45,0	35,7	45,5
Clasificación (% granos > 2.5 mm)	94,6	93,5	94,0	88,0	93,0	97,0	88,5	88,8	95,0	90,3	86,8	97,0	94,0	73,5	96,0
Proteína en grano (%)	13,4	11,5	12,8	11,9	11,9	14,1	15,2	14,5	13,7	10,7	13,2	11,7	11,6	13,9	12,5
Precipitaciones, encañado-llenado de grano. (Set, Oct, y ½ Nov).	232	195	259	210	231	221	312	348	328	271	431	113	148	546	462
Capacidad almacenaje del suelo - Agua disponible a Z 30 (mm)	110	95	60	150	120	50	87	73,5	52	22	92	70	60	140	91
Agua disponible total aparente (mm) *	342	290	319	360	351	271	399	421	380	291	523	183	208	686	604

\*.- Potencial agua, considerando las lluvias registradas desde Z 30 a MF y agua disponible en el suelo a Z 30.



**Figura 7.-** Rendimiento y peso de grano, en función del número de granos llenos, de todos los cultivares evaluados a tres poblaciones, en el año 2015 (a) y 2016 (b).

En este año cabe señalar que: (i) el potencial medio del año 2016 (dentro de los tres mejores de la serie), estuvo asociado con una producción media de biomasa total muy elevada e índice de cosecha similar al promedio. (ii) El número de granos  $m^{-2}$  elevado se ubico un 15% por encima del promedio, pero por si solo no alcanza a explica la tercera posición del rendimiento de la serie. El PG, levemente mas elevado explica esta diferencia. Concretar un rendimiento en grano elevado, aún frente a todos los factores de manejo controlados, inclusive las enfermedades foliares, inicialmente está condicionado por el agua durante el período crítico y llenado de granos, como ha sido analizado en informes anteriores (Hoffman *et al.*, 2010) y por el coef Q durante el PC. El 2016, fue un año de potencial alto para los testigos, con ADTA cercana al óptimo y un coeficiente Q elevado. El bajo número de espigas como fuese discutido anteriormente puede ser en parte la razón de porque en este año, no se alcanza el potencial del 2010 y 2008. En este escenario, resulta interesante analizar el comportamiento de los nuevos cultivares, muchos de los cuales evidencian una clara superioridad en rendimiento en grano y alcanzaron promedio superiores a las 8 toneladas de grano por ha (Figura 8 y Cuadro 6).



**Figura 8.-** Relaciones entre la biomasa total producida a cosecha y el rendimiento en grano para el año 2016 y los 5 años anteriores.

Como viene siendo observado desde el 2008 a la fecha, también en el 2016 se obtienen diferencias importantes en rendimiento en grano entre cultivares, ubicándose los testigos de largo plazo en el cuartil inferior (cuadro 6). Cuando el potencial del año es elevado, esto surge como evidencia contundente de la ganancia genética de los nuevos cultivares, en relación al material genético de referencia del cultivo de cebada de la década de los noventa. En el 2016, en contraste con el año anterior, las diferencias entre cultivares estuvieron explicadas por el efecto conjunto de la biomasa total y el IC (Cuadro 6). El ranking de cada cultivar que se muestra en el cuadro 6, es para el promedio de todas las poblaciones evaluadas, y por lo tanto puede cambiar sustantivamente en función de la respuesta a la población de cada cultivar evaluado. En este sentido cabe mencionarse que la ubicación media de los dos nuevos cultivares de MOSA (12/284 y 10/489), que por problemas de implantación en invernáculo no pudieron ser evaluadas, en el campo, también mostraron el mismo problema (Cuadro 8).

**Cuadro 6-** Rendimiento, Biomasa total e Índice de cosecha promedio para todos los cultivares evaluados en el 2016, y rendimiento observado en el año 2015, libre de enfermedades foliares y de espiga, provocadas por hongos.

Cultivar	2016		2015	Rend. 2016 en	
	Biomasa total	Cosecha	Rendimiento	Rendimiento	relación a 2015
	(Kg ha <sup>-1</sup> )	(%)	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(%)
KWS Tinka	22096	36	8014	5740	140
MOSA 09/312	20990	38	8008	5053	158
C.0671	20841	38	7942	5171	154
KWS Irina	19920	39	7756	5582	139
C.0670	19813	39	7648	5204	147
INIA Arrayán (T)	17745	40	7079	5265	134
MOSA 12/284 <sup>(&amp;)</sup>	18880	36	6900	-	-
MOSA 10/489 <sup>(&amp;)</sup>	17753	39	6847	-	-
Attika <sup>&amp;</sup>	20011	33	6437	4796	134
FNC 6-1 (T)	17547	36	6430	5234	123
C.05098	18419	33	6156	4413	139
E. Quebracho (T)	16756	35	5878	5089	115
<b>Promedio</b>	<b>19456</b>	<b>36</b>	<b>7091</b>	<b>5157</b>	<b>138</b>
<i>Probabilidad</i>	<i>0,2946</i>	<i>0,0224</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0763</i>	<i>--</i>
<i>MDS (5%)*</i>	<i>-</i>	<i>8,2</i>	<i>1349,6</i>	<i>--</i>	<i>--</i>
<i>CV (%)</i>	<i>25,85</i>	<i>11,46</i>	<i>9,7</i>	<i>22,06</i>	<i>--</i>

\* MDS – Test de Tukey P<0.05. &- Cultivar de 6 hileras.

&- Afectada por problemas de implantación asociado a calidad de semilla.

**Cuadro 7-** Componentes del rendimiento para todas las variedades a población media en el año 2016, libre de enfermedades foliares y espiga provocadas por hongos.

<b>Cultivar</b>	<b>Espigas m<sup>-2</sup></b> (N°)	<b>Tamaño de espiga</b> (granos espiga <sup>-1</sup> )	<b>Potencial</b> (granos m <sup>-2</sup> )	<b>P. Grano</b> (mg)
KWS Tinka	458	42	18914	42,5
MOSA 09/312	494	34	16465	48,7
C.0671	532	35	18240	43,6
KWS Irina	494	40	18763	41,5
C.0670	527	34	17284	44,8
INIA Arrayán (T)	439	38	16440	43,0
MOSA 12/284	383	35	13349	51,9
MOSA 10/489	407	42	15894	43,5
Attika	399	46	17364	37,2
FNC 6-1 (T)	431	36	14375	44,9
C.05098	456	31	13086	47,2
E. Quebracho (T)	447	31	13210	44,7
<b>Promedio</b>	<b>456</b>	<b>37</b>	<b>16115</b>	<b>44,5</b>
Probabilidad	0,2381	0,1272	<0,0001	<0,0001
MDS (5%)*	-	-	3582	5,05
CV (%)	22,67	23,5	11,01	5,79

\* MDS – Test de Tukey P<0.05.

**Cuadro 8-** Población, macollaje máximo a Z 30, fertilidad de tallos y espigas-m<sup>-2</sup> a cosecha, promedio para todas las variedades.

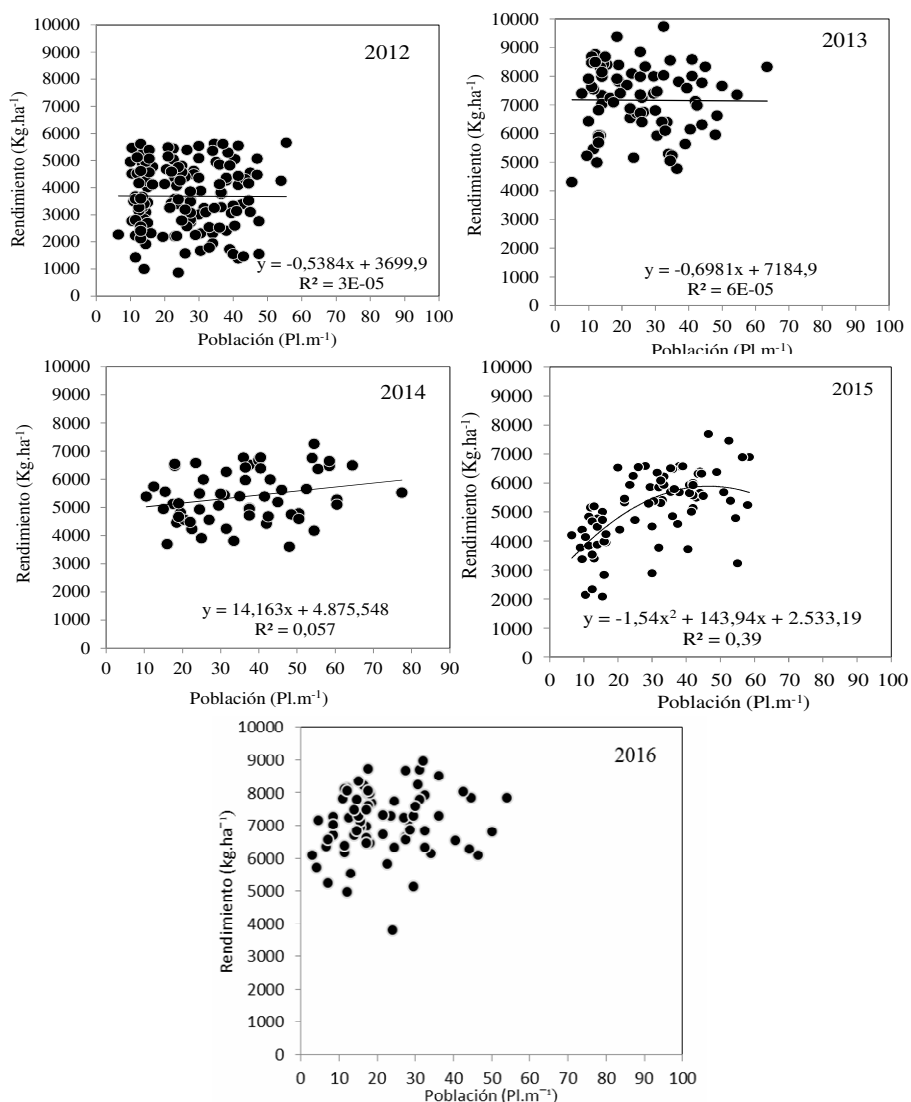
<b>Cultivar</b>	<b>Población</b> <b>Pl.m<sup>-2</sup></b>	<b>Macollos.m<sup>-2</sup></b> <b>a Z 30</b>	<b>Fertilidad</b> (%)	<b>Espigas.m<sup>-2</sup></b> (N°)
KWS Tinka	155	632	75	458
MOSA 09/312	173	637	80	494
C.0671	154	767	72	532
KWS Irina	203	599	82	494
C.0670	157	683	78	527
INIA Arrayán (T)	107	551	81	439
MOSA 12/284 (*)	61	463	84	383
MOSA 10/489 (*)	81	504	83	407
Ática	158	507	78	399
FNC 6-1 (T)	171	532	83	431
C.05098	179	665	71	456
E. Quebracho (T)	151	582	78	447
<b>Media</b>	<b>146</b>	<b>594</b>	<b>79</b>	<b>456</b>
Probabilidad	0,0418	0,0631	0,8024	0,2381
MDS (5)*	141,39	-	-	-
C.V (%)	49,37	26,55	16,13	22,67

\* MDS – Test de Tukey P<0.05.

Para este año como puede observarse, el menor el número de espigas es el resultado de un macollaje muy bajo (Cuadro 7), consecuencia de muy bajas temperaturas durante el período siembra – Z 30 (Figura 1; cuadro 2) y posiblemente por el impacto de las condiciones hídricas del mes de julio. Bajo estas condiciones, poblaciones muy bajas, llevan a un número de tallos aún mas bajo. Bajo esta situación los problemas de implantación registrados en el caso de los cultivares MOSA 12/284, MOSA 10/489 y también el caso del testigo INIA Arrayán, pueden condicionar su desempeño.

## 2. b Rendimiento y componentes en repuesta a la densidad de siembra por cultivar.

En la figura 9 observamos la respuesta en rendimiento a la población para el promedio de todos los cultivares evaluados en el año 2016 y los cuatro años previos. Desde el punto de vista del rendimiento en grano, a diferencia del 2015 en donde se observa una respuesta cuadrática a la población hasta las 35 - 40 pl.m<sup>-1</sup>, en el 2016, no existe en promedio un óptimo poblacional definido. Como viene siendo diagnosticado para las condiciones ambientales de Uruguay, sobre todo del Río Negro al norte del país no se justifican en promedio poblaciones superiores a las 35-40 pl.m<sup>-1</sup>, con la consideración de que la respuesta a la población debe estudiarse en función del cultivar (salvo para años extremos en cuanto a las condiciones térmicas y/o hídricas). En este año 2016, sí, podemos observar un pobre desempeño pero solo a poblaciones muy bajas (< 20 plantas m<sup>-1</sup>). Este comportamiento del 2016 posiblemente este agudizado por las condiciones de crecimiento hasta Z 30 particulares para el año, anteriormente analizadas.

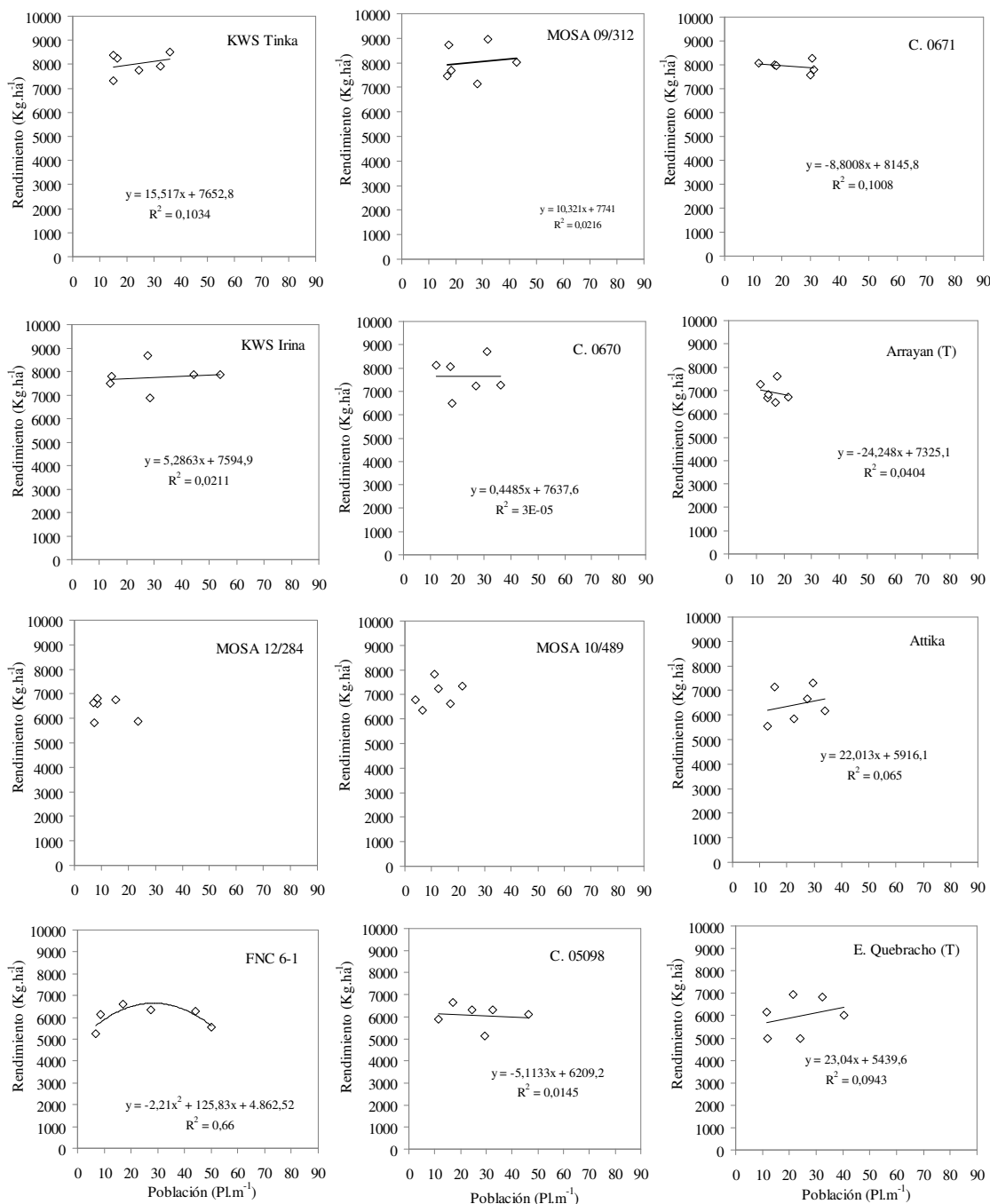


**Figura 9.-** Rendimiento medio a campo en función de la variación en la población en promedio para el año 2016, en relación a los tres años anteriores, sin interferencia de enfermedades foliares y de espiga, provocadas por hongos.

El estudio de la interacción población por cultivar a través del análisis clásico por ANAVA, suele no ser significativa. Ello resulta a que los valores de la población a campo no respetan una categoría, sino

que se distribuyen en un rango continuo, que además es variable por cultivar. Es por ello que la respuesta a la población se estudia mediante regresiones entre rendimiento y plantas efectivamente logradas para cada cultivar evaluado a campo (figura 10).

Podemos apreciar que aún para aquellos cultivares que a nivel del tratamiento de mayor densidad, superan las 40 pl.m<sup>-1</sup>, solo para algunos de ellos se logran ganancias de rendimiento escasas por encima del rango máximo de respuesta encontrado hasta la fecha (40 plantas.m<sup>-1</sup>) (Figura 10). En el año 2016, se observa igual comportamiento.



**Figura 10-** Rendimiento en grano en función de la población lograda a campo, para los distintos cultivares evaluados en relación a los testigos, durante el invierno del 2016, con fungicidas.

Por lo que implica la información en cuanto a como se construye el potencial de cada cultivar, y cual es la base de la respuesta a la población en cuanto a componentes, la información que se presenta en el cuadro 9, resume los componentes por cultivar para las tres poblaciones evaluadas en el año 2016.

**Cuadro 9-** Componentes del rendimiento en respuesta al cambio en la población para todos los cultivares evaluados en el 2016, con fungicida.

Variedad	Trat. Población (pl m <sup>-1</sup> )	Población Pl m <sup>-1</sup>	Población Pl m <sup>-2</sup>	Esp m <sup>-2</sup>	Gran esp <sup>-1</sup>	Granos m <sup>-2</sup>	PG (mg)
KWS Tinka	15	15	100	423	45	18424	43
	30	23	153	468	39	18178	44
	45	37	247	482	42	20141	41
MOSA 09/312	15	17	115	455	35	16041	51
	30	23	153	413	37	15002	49
	45	37	247	615	31	18353	46
C.0671	15	15	100	585	31	17950	45
	30	24	162	463	40	17922	44
	45	30	202	548	35	18848	42
KWS Irina	15	14	95	367	47	17026	45
	30	26	173	505	40	18654	40
	45	41	273	610	34	20609	40
C.0670	15	15	100	402	40	15187	48
	30	22	148	555	32	17490	44
	45	34	223	625	31	19177	42
INIA Arrayán	15	13	85	427	41	17084	43
	30	20	133	443	37	16568	43
	45	26	173	448	35	15668	42
MOSA 12/284	15	6	38	397	32	12606	53
	30	8	52	355	38	13434	52
	45	14	93	397	36	14008	52
MOSA 10/489	15	5	35	357	40	13003	46
	30	12	78	338	54	18304	43
	45	19	128	525	32	16374	41
Attika	15	14	95	507	34	16893	37
	30	26	173	362	45	16442	35
	45	31	205	330	57	18758	39
FNC 6-1	15	8	52	310	41	12568	48
	30	22	148	570	27	15336	44
	45	47	313	413	39	15221	43
C.05098	15	14	95	320	43	13524	48
	30	27	180	480	24	11621	49
	45	40	263	568	25	14113	44
E. Quebracho	15	12	78	372	37	12055	46
	30	20	132	413	30	12114	44
	45	37	243	557	28	15463	43

Si bien existen superioridad en el potencial de los nuevos cultivares en relación a los testigos, el manejo sanitario y ajuste de la población para cada cultivar establece una diferencia que en algunos casos y años suele ser muy importantes (Hoffman y Fassana. 2014). La diferencia relativa entre el potencial de los cultivares superiores en cuanto a potencial y los testigos de largo plazo, con ajuste específico del manejo en el 2015, ha sido variable entre año, desde un 50 % a casi la mitad, en función del año. El año 2016, es uno de los años de menor variación.

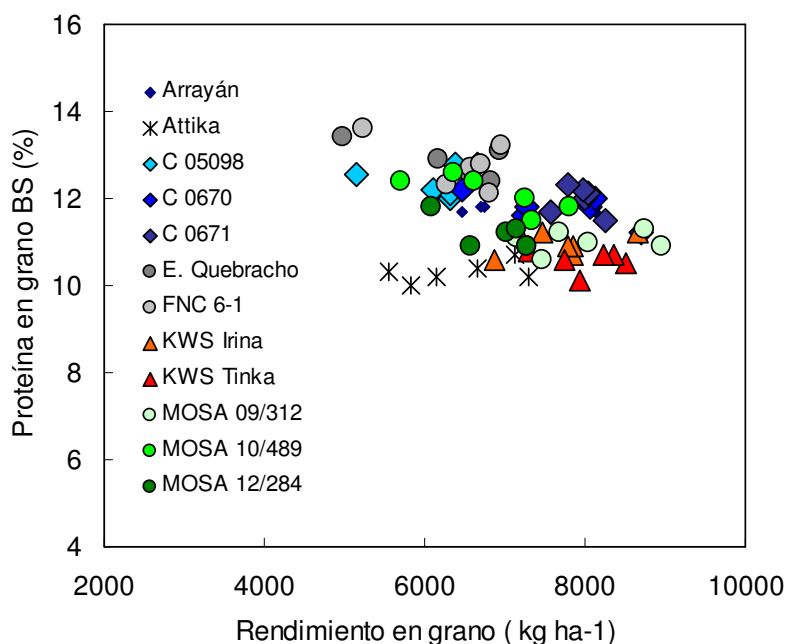
**Cuadro 10-** Cambio de potencial de los distintos cultivares evaluados, por ajuste de la población y respuesta al fungicida, en relación a una población promedio y sin fungicida (§), ordenado por (&).

Cultivar (Ordenados en base a manejo específico de población y fungicida)	Sin manejo específico	Con manejo específico &	Factor de manejo responsable del cambio.	Cambio de potencial	
	Población promedio y sin fungicida	Población óptima y con fungicida		(Kg.ha <sup>-1</sup> )	(%)
MOSA 09/312	7836	8498	ns	662	8,4
KWS Irina	7604	8262	ns	658	8,6
KWS Tinka	7000	8220	Fungicida	1219	17,4
C.0671*	7072	8014	Fungicida	942	13,3
C.0670*	7331	7987	ns	656	8,9
MOSA 10/489	6596	7531	Población*	935	14,2
INIA Arrayán	6539	7409	Población*	871	13,3
MOSA 12/284	6431	7216	Población*	785	12,2
FNC 6-1	6340	6771	ns	431	6,8
E. Quebracho	6506	6693	ns	187	2,9
Attika	6240	6565	ns	324	5,2
C.05098	6234	6524	ns	290	4,7

\*.- Muy baja población, por problemas de calidad de semilla y/o implantación.

Si consideramos que además del ajuste de la población, el potencial de cada cultivar esta fuertemente condicionado por el comportamiento sanitario, cuando ajustamos ambos factores de manejo específicamente, en algunos casos el potencial de cada cultivar cambia sustancialmente (Hoffman et al., 2013). En este sentido el cambio de potencial por ajuste de la población y manejo sanitario, en relación a una población única (promedio, y sin fungicida), confeccionado en base a la información de respuesta a la población por cultivar (Figura 10) y a la respuesta al fungicida (Figura A1 - anexos), se presenta en el cuadro 10. Para el año anterior, el rendimiento varió en forma muy importante (48 %), similar al 2014, desde los 3922 a 7569 kg.ha<sup>-1</sup>, por el manejo conjunto de cultivar, ajuste de población y fungicida de cada cultivar. Para este año de mayor potencial como consecuencia de mejores condiciones climáticas, la variación fue inferior (27%), sobre todo por mejora sustancial del mínimo (sin fungicida y manejo de la población para el cultivar de menor potencial. En este año el rendimiento varió sin ajuste del manejo para este cultivar, desde los 6234 kg ha<sup>-1</sup>, hasta los 8498 kg ha<sup>-1</sup> para el mejor cultivar con fungicida y población promedio (cuadro 10).

En la medida que sigue incrementándose el potencial de rendimiento en grano, interesa disponer de información acerca de la variación de la proteína en grano por cultivar. En este sentido en las figura 13, podemos observar la variación de al proteína en grano, en función de la variación del rendimiento en grano para cada cultivar evaluado.



**Figura 13-** Variación de la proteína en grano, en función del rendimiento en grano para cada cultivar evaluado en el año 2016.

El año 2016, el nivel de PC en grano fue sensiblemente superior al 2015 (Cuadro 5 y Anexo 2), posiblemente asociado a las mayor cosecha de N dada por la mayor producción de biomasa (Cuadro 5). Podemos apreciar que en general para todos los cultivares, en el año 2016 el nivel de proteína en grano varió entre 14 y 10 %, para los cultivares de cebada cervecera de dos hileras. Para todos los cultivares existió una fuerte tendencia, que se mantiene dentro de lo que se viene observado para el Uruguay (0.5% menos de PC en grano por cada 1 Mg ha<sup>-1</sup> de grano adicional producido) (Hoffman et al., 2017). Sin embargo cuando los valores de PC en grano son menores frente a los mayores niveles de rendimiento en grano, existen diferencias en la PC en grano entre cultivares, que pueden ser catalogadas de sutiles, pero no lo son si consideramos las normas de recibo de la industria.

A modo de resumen y como fuese planteado desde el origen del trabajo de caracterización, se presenta en el siguiente cuadro el rango poblacional para todos los cultivares caracterizados que finalizan su segundo año de caracterización, considerando para ello el rendimiento en grano, la calidad y características agronómicas de la evaluación realizada en los años 2015 y 2016.

**Cuadro 11-** Rangos óptimos de población (pl.m<sup>-1</sup> lineal) para cada cultivar en base a la información de caracterización realizado por la Facultad de Agronomía (1996 a la fecha).

		Rango óptimo de siembra (plantas por metro lineal)						
		24	27	30	33	36	40	44
1996	MN 599 Bowman							
1997	Clipper FNC 6-1 E. Quebracho							
1998	Perún							
	N. Cangüé							
	N.Carumbé							
	N. Daymán							
	Diamalta CLI 3							
1999	MUSA 16 MUSA 936							
2000	NE 5993-13 NE 1695							
2003	Ambev 488							
	Q. Palomar							
	Q. Ayelen							
	INIA Ceibo							
2004	Q Aynara NE 0293							
2005	Laisa ( Ac 89)							
	Danuta							
	ND 17293							
2006	Aromo							
	NDL 98224							
	INIA Arrayan							
	Cel 232							
2007	Cle 240							
2008	Madi							
	MOSA 59531							
2009	Ambev 4							
	Ambev 31							
2010	Ambev 23							
	Conchita							
	Aliciana							
2011	Bambina							
2012	Cantara (LEA-1)							
	Irupé (Mosa 08/201)							
	Kalena (Mosa 08/218)							
	KWS Livia							
	Mosa 08/195 Mosa 08/215							
2013	Ambev 183							
	Ambev 19							
	Ambev 84							
	CLE 267							
	KWS Rosalina							
	Altea (MOSA 08/199)							
	Danielle (MOSA 08/203)							
2014	Passenger							
	Traveler							
	Natasa							
2015	CLE 280							
	CLE 282							
	Blondie							
	Explorer							
2016	MOSA 09/312							
	KWS Tinka							
	KWS Irina							
	Attika							
	C. 0671							
	C. 0670 C. 05098							
		24	27	30	33	36	40	44

## VII. BIBIOGRAFIA CONSULTADA

1. **Abbate, P.E.; Lázaro, L.; Andrade, F.H. 1997.** ¿Es posible incrementar en número de granos por unidad de superficie. *In*. Explorando altos rendimiento en trigo. Seminario organizado por CIMMYT-INIA. Colonia. Uruguay. 1997. p 71-89.
2. **Castro, A.; Siri, G.; Hoffman, E. 1994.** Uso de características de crecimiento inicial en la selección en planta aislada (resultados preliminares). *In*: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. Pp 65-72
3. **Castro, M.; Díaz, M.; Germán S.; Vázquez, D. 2006.** Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo para el registro Nacional de Cultivares. INIA – INASE. Uruguay.
4. **Cha G, Duran J. 2001.** Respuesta en rendimiento y proteína en grano, al agregado de N en trigo, a Zodoks 30 y 47. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República – Uruguay.
5. **García, A 1994.** manejo intensivo de cebada cervecera: Potencial de rendimiento *In*. Vª Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Colonia. Uruguay. pp 164-169.
6. **Ernst, O; Hoffman, E. 1991.** Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la concreción del rendimiento. *In* II Jornada Nacional de Investigadores en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay.
7. **Fischer, 1985 Fisher, R.A. 1985.** Number of kernels en wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci., Camb.* 105: 255-267.
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 Investigadores 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, Nº 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, Nº 17, diciembre de 1999, pp 9-14.
12. **Hoffman, E.; Benítez, A., 1999.** Caracterización de crecimiento inicial de nuevos cultivares de cebada cervecera. Póster 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 (INIA Caburé, T 605 y T 713). *In*: Informe a PROSEDEL. EEMAC, Facultad de Agronomía.
14. **Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 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, desarrollo y concreción del potencial de rendimiento en Cebada cervecera sembrada sin laboreo en ambientes de alto aporte de N en primavera. *In*: Revista Cangüé, Nº 22.
16. **Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 2002ª.** Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la población en trigo .*In*. Cuarta jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. Uruguay
17. **Hoffman, E; Ernst, O; Benítez, A; Castro, A; Cadenazzi, M. 2002b.** Caracterización de cultivares. Una herramienta para la toma de decisión en trigo y cebada. Seminario Técnico. EEMAC- Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
18. **Hoffman. E, Benítez. A y Cadenazzi. M. 2004.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera. Evaluación de NE 1695 y NE 0296 de MUSA y U 5293 de MOSA. Año I-2003. Informe de primer año de evaluación.

19. **Hoffman E.; Viega L., Ducamp F.; Mazzilli S. 2006.** Concreción del rendimiento en cebada cervecera en Uruguay a nivel de chacra. En. Series de Divulgación Técnica Nro 51. Facultad de Agronomía.
20. **Hoffman, E.; Bentancur, O.; Díaz, J.; y Gestido, V. 2006** Caracterización de cultivares de cebada cervecera. Primer ciclo de: INIA Aromo (CLE 203), CLE 232 e INIA Arrayán (CLE233), NDL 98224, ND 17293, NE 984001, Danuta y AC 89. EEMAC 2006. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay.
21. **Hoffman E.; Gestido V.; Cadenazzi M.; Mesa P.; Díaz. J. 2007** Caracterización de cultivares de cebada cervecera. Primer ciclo de: INIA 240. Segundo ciclo: Aromo (CLE 203), CLE 232 e INIA Arrayán (CLE233), NDL 98224, ND 17293, NE 984001, Danuta y AC 89. EEMAC 2006. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay.
22. **Hoffman E.; Fernández R.; Cadenazzi M. 2008.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera. Segundo ciclo de: INIA 240 y primer ciclo de: MOSA 59531 y Madi (Ac 92). Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay
23. **Hoffman E.; Viega L.; Cadenazzi M.; Benítez A.; Gestido V.; Mesa P.; Fernández R.; Baeten A., Glison N. 2009.** Bases morfo-fisiológicas que justifican el manejo diferencial de cultivares de trigo y cebada en Uruguay. Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano. Facultad de Agronomía-UDELAR – IPNI Cono Sur. Paysandú Uruguay. 49-74p.
24. **Hoffman E.; Fernández R.; Baeten A.; Cadenazzi M. 2009.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera 2008. Segundo ciclo de: MOSA 59531 y Madi (Ac 92), y primer ciclo de: Ambev 4, Ambev 31 y Ambev 82. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
25. **Hoffman E.; Baeten A.; Fajardo M. 2010.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera 2009. Segundo ciclo de: Ambev 4 y Ambev 31, y primer ciclo de: Aliciana (FS 7019), Conchita (FS 7037), Ambev 23. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
26. **Hoffman E.; Fassana N.; Morel W. 2012.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera 2011. Segundo ciclo de: Bambina, y primer ciclo de: MOSA 08/195, MOSA 08/201, MOSA 08/215, MOSA 08/218, INIA LEA-1, LIVIA. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay
27. **Hoffman E.; Fassana N. 2013.** Caracterización de cultivares de cebada cervecera 2012. Segundo ciclo de: Mosa 08/195, Irupé (Mosa 08/201), Mosa 08/215, Kalena (Mosa 08/218), Cantara (LEA-1), KWS Livia. Primer Ciclo de: Ambev 183, Ambev 19, Ambev 84, CLE 267, KWS Rosalina, Altea (Mosa 08/199), Danielle (Mosa 08/203). Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
28. **Hoffman E.; Fassana C. 2014.** Informe del Programa de caracterización de cultivares de cebada cervecera. Año 2013 Empresas y Criaderos Nacionales de Cebada. 26 p. [http://www.eemac.edu.uy/jornadas-tecnicas/cat\\_view/126-jornadas-tecnicas/129-jornada-de-cultivos-de-invierno/157-informes-caracterizacion-trigo-y-cebada](http://www.eemac.edu.uy/jornadas-tecnicas/cat_view/126-jornadas-tecnicas/129-jornada-de-cultivos-de-invierno/157-informes-caracterizacion-trigo-y-cebada)
29. **Hoffman E.; Fassana C.N.; Akerman A.; Rivoir P. 2015.** Informe del Programa de caracterización de cultivares de cebada cervecera. Año 2014. Empresas y Criaderos Nacionales de Cebada. 23 p. [http://www.eemac.edu.uy/jornadas-tecnicas/cat\\_view/126-jornadas-tecnicas/129-jornada-de-cultivos-de-invierno/157-informes-caracterizacion-trigo-y-cebada](http://www.eemac.edu.uy/jornadas-tecnicas/cat_view/126-jornadas-tecnicas/129-jornada-de-cultivos-de-invierno/157-informes-caracterizacion-trigo-y-cebada)
30. **Hoffman E.; Fassana C.N.; Akerman A.; Rivoir P. 2016.** Informe del Programa de caracterización de cultivares de cebada cervecera. Año 2015. Empresas y Criaderos Nacionales de Cebada. 28 p. <http://www.eemac.edu.uy/index.php/publicaciones-new/documentos-de-investigacion/jornada-de-cultivos-de-invierno/informes-caracterizacion-trigo-y-cebada/caracterizacion-de-cultivos-de-cebada/419-informe-caracterizacion-cebada-2015-fagro-2016-1>
31. **Hoffman E. ; Perdomo C.; Fassana N.; Ernst O.; Berger A. 2017.** Realidades y mitos en el manejo del N en cereales de invierno en Uruguay. In Revista Cangüé Nro 38. 23-29 p.
32. **Huges, A. y Charbonnier, R., 1992.** Limitantes al potencial de rendimiento en una variedad nacional (FNC 1). In: IIª Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. La Estanzuela, mayo de 1991.
33. **Haun, J.R. 1973.** Visual quantification of wheat development *Agronomy Journal* 65(1):116-119.

## VIII. Anexos.

**Anexo 1.-** Proteína y tamaño de grano para todos los cultivares y poblaciones evaluadas en el 2016, con fungicidas.

Cultivar	Proteína en grano			Tamaño de grano		
	Población (pl.m <sup>-1</sup> )			Población (pl.m <sup>-1</sup> )		
	15	30	45	15	30	45
	----- (%) -----			----- 1 <sup>a</sup> +2 <sup>a</sup> (%) -----		
KWS Tinka	10,8	10,7	10,3	92	90	80
MOSA 09/312	11,0	11,2	11,0	98	97	95
C.0671	12,2	12,2	11,6	98	97	95
KWS Irina	11,1	10,8	11,0	96	90	86
C.0670	12,1	11,7	11,5	98	97	96
Arrayan	11,8	11,7	11,9	98	97	96
MOSA 12/284	11,5	10,9	11,1	98	95	96
MOSA 10/489	12,5	12,0	11,9	97	93	95
Attika	10,5	10,1	10,3	87	88	86
FNC 6-1	13,2	13,0	12,2	96	95	93
C.05098	12,8	12,1	12,1	98	98	96
E. Quebracho	13,2	12,9	12,5	96	92	92
<b>Promedio</b>	<b>11,9</b>	<b>11,6</b>	<b>11,4</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>92</b>

**Anexo 2.-** Proteína para todos los cultivares y poblaciones evaluadas en los dos años con fungicidas.

Cultivar	Proteína en grano 2016			Proteína en grano 2015		
	Población (pl.m <sup>-1</sup> )			Población (pl.m <sup>-1</sup> )		
	15	30	45	15	30	45
	----- (%) -----			----- (%) -----		
KWS Tinka	10,8	10,7	10,3	10,7	10,3	9,4
MOSA 09/312	11,0	11,2	11,0	10,9	10,2	11,3
C. 0671	12,2	12,2	11,6	11	10,5	10,7
KWS Irina	11,1	10,8	11,0	10,4	9,9	9,4
C. 0670	12,1	11,7	11,5	10,9	10,4	11,2
Arrayan (T)	11,8	11,7	11,9	10,9	11	10,4
MOSA 12/284	11,5	10,9	11,1	-	-	-
MOSA 10/489	12,5	12,0	11,9	-	-	-
Attika	10,5	10,1	10,3	11,9	10,9	10,7
FNC 6-1 (T)	13,2	13,0	12,2	11,6	11,6	11,6
C. 05098	12,8	12,1	12,1	11,3	11,2	11,5
E. Quebracho (T)	13,2	12,9	12,5	11,8	11,8	11,8
<b>Promedio</b>	<b>11,9</b>	<b>11,6</b>	<b>11,4</b>	<b>11,4</b>	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>

**Anexo 3.-** Tiempo térmico y días de ciclo desde siembra a antesis (Z 47). Siembra del 23 de junio del 2016. Ordenado por largo de ciclo en Gd (°C).

Cultivar	Antesis (Z 47)	Ciclo a Z 47 (dps)	Suma térmica a Z 47 Gd (°C)
C.0671	28-sep	98	1232
FNC 6-1 (T)	28-sep	98	1232
INIA Arrayan (T)	27-sep	96	1214
MOSA 12/284	26-sep	95	1196
MOSA 10/489	23-sep	92	1194
Attika	25-sep	93	1181
C.05098	25-sep	94	1181
KWS Tinka	25-sep	94	1181
E. Quebracho (T)	24-sep	93	1170
KWS Irina	24-sep	93	1170
MOSA 09/312	24-sep	94	1170
C.0670	19-sep	88	1098

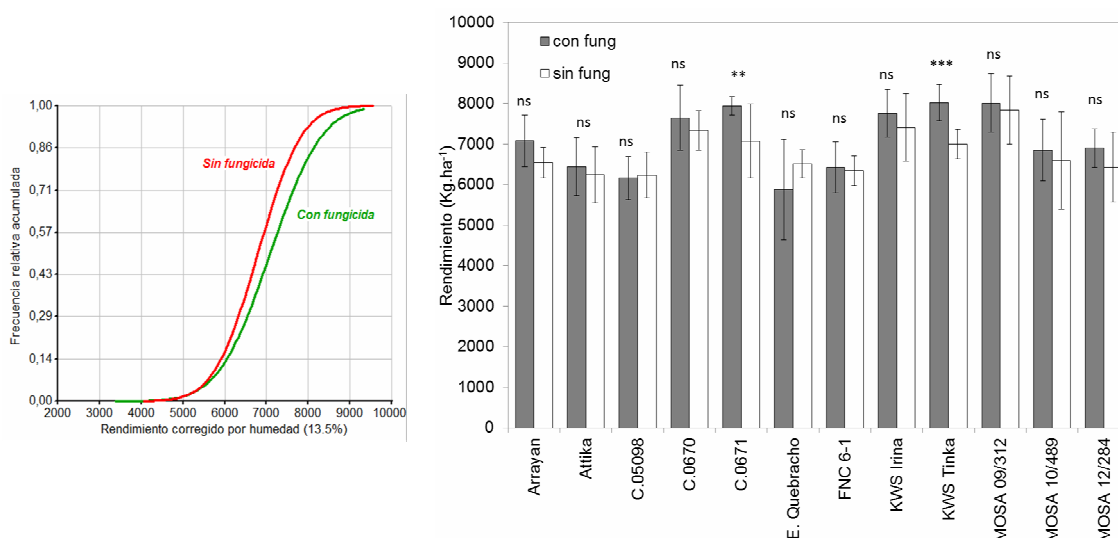
### Sanidad y respuesta en rendimiento al fungicida.

Para el año 2016 existió un nivel muy bajo de enfermedades foliares como en el 2015, siendo mancha en red, la única enfermedad que sobre el final del ciclo habría alcanzado niveles de severidad elevados para algunos cultivares (Anexo 6). Para ramularia no se registran más que trazas, en contraste con algunos de los años anteriores, como el 2012 (año de mayor epifitía). Los niveles de esta enfermedad han ido cayendo en los últimos años, hasta este año en donde simplemente no aparece.

**Anexo 4.-** Rendimiento y componentes para el promedio de todos los cultivares con y sin fungicida evaluados en el 2016.

	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Biomasa tot. (kg MS.ha <sup>-1</sup> )	IC (%)	Esp.m <sup>-2</sup>	Granos.esp <sup>-1</sup>	Gr.m <sup>-2</sup>	PG (mg)
<b>C/Fungicida</b>	7091	19730	36	456	37	16115	44
<b>S/Fungicida</b>	6794	19803	35	479	34	15795	44
Probabilidad	0,0498	0,9402	0,2413	0,1695	0,0331	0,3819	0,2254
MDS (5%)	294,5	ns	ns	ns	2,66	ns	ns

MDS – Test de Tukey P<0.05



**Figura A1.-** Distribución de frecuencias de rendimiento con y sin protección total con fungicidas (izquierda) y Rendimiento en grano con y sin fungicidas para los distintos cultivares evaluados, durante el 2016 (Efecto fungicida = significativo ( $P=0,0118$ ); interacción Cultivar x fungicida = no significativo ( $P=0,3483$ )) (derecha). Barras indican el desvío estándar. ns – no significativo; \* - significativo al 10%; \*\* - significativo al 5%; \*\*\* - significativo al 1%.

**Anexo 5.-** Rendimiento en grano para todos lo cultivares, evaluados en el 2016, con y sin fungicidas. Ordenado por rendimiento con protección total.

Cultivar	Testigo enfermo	Protección Total	Diferencia	Significancia	
	----- (Kg.ha <sup>-1</sup> ) -----		(%)		
KWS Tinka	7000	8014	1013	14	***
MOSA 09/312	7836	8008	172	2	ns
C.0671	7072	7942	870	12	ns
KWS Irina	7404	7756	352	5	ns
C.0670	7331	7648	317	4	**
INIA Arrayán (T)	6539	7079	540	8	ns
MOSA 12/284	6431	6900	469	7	ns
MOSA 10/489	6596	6847	251	4	ns
Attika	6240	6437	197	3	ns
FNC 6-1 (T)	6340	6430	90	1	ns
C.05098	6234	6156	-77	-1	ns
E. Quebracho (T)	6506	5878	-629	-10	ns
<b>Promedio</b>	<b>6794</b>	<b>7091</b>	<b>297</b>	<b>4</b>	

ns – no significativo; \* - significativo al 10%; \*\* - significativo al 5%; \*\*\* - significativo al 1%.

**Anexo 6.-** Incidencia y severidad máxima de Mancha en red, con y sin fungicida, para todos los cultivares evaluados en el año 2016.

	Z 55 (30 Setiembre)				Z 61 (20 Octubre)				Z 65 (3 Noviembre)			
	S/Fung.		C/Fung.		S/Fung.		C/Fung.		S/Fung.		C/Fung.	
	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.
E. Quebracho (T)	33	38	0	0	56	55	0	0	56	60	0	0
MOSA 12/284	14	10	0	0	19	15	0	0	19	18	0	0
FNC 6-1 (T)	15	15	0	0	21	25	0	0	21	29	0	0
C.05098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arrayan (T)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KWS Irina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KWS Tinka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.0671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.0670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOSA 09/312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Attika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOSA 10/498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nota.** El trabajo no habría podido ser desarrollado, sin la colaboración del los funcionarios del campo experimental y de Agricultura de la EEMAC-FAGRO.