



30 años de trabajo ininterrumpido

CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE CEBADA 2026

Evaluación 2025

Segundo ciclo de:

INIA Ibis (CLE 326), MOSA 18/325, MOSA 18/333, MOSA 20/98, KWS Thalís, KWS Premis.

Primer ciclo de:

Malkia.

Facultad de Agronomía
EEMAC 2026

Solicitantes: MOSA - FADISOL - INIA - AMBEV
CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE CEBADA 2026
Facultad de Agronomía - EEMAC 2025

Segundo año. INIA Ibis (CLE 326), MOSA 18/325, MOSA 18/333, MOSA 20/98, KWS Thalís, KWS Premis.

Primer año. Malkia.

N. Fassana¹, A. Akerman²

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El mayor potencial de rendimiento de los nuevos materiales genéticos, exige ajustar el manejo agronómico para maximizar la captura de recursos ante ambientes limitantes. Cambiar el manejo y ajustarlo al cultivar, crea la necesidad de información que permita entender y predecir la respuesta diferencial de los cultivares, no solo en cuanto a la sanidad, sino también a la fecha de siembra y ajuste de la población.

Para el ajuste de la población, la información nacional ha mostrado la conveniencia del uso de poblaciones inferiores a las 300 pl. m⁻² (Hoffman et al., 2011), aunque en los últimos años han surgido nuevos cultivares con óptimos que se acercan a las 300 pl. m⁻² (Hoffman et al., 2018). En la actualidad disponemos de cultivares con macollaje medio a medio-bajo, sincronizados, de elevada capacidad de producción de biomasa durante el encañado y baja producción anterior, que han mostrado respuesta a poblaciones elevadas (mayores a las 300 pl. m⁻²) (Hoffman et al., 2019). Por lo tanto, el rango de densidad de siembra óptimo puede variar de acuerdo a las condiciones de producción y por las características de la variedad.

El tipo de respuesta de los cultivares de trigo y cebada a las distintas medidas de manejo, en particular al ajuste de la población, está relacionado con los patrones de macollaje y crecimiento (Hoffman y Benítez, 2001). Hasta el momento, no se ha reportado interacción entre respuesta a la población y potencial de rendimiento en grano en Uruguay, por tanto, cuando ella existe obedece a las características diferenciales de un cultivar, pero no a su potencial.

El método de caracterización de cultivares propuesto por el grupo de cereales y cultivos industriales (EEMAC – Fagro – Udelar) en 1996, ha permitido desde entonces estudiar como construyen el potencial los distintos cultivares, conocer la respuesta a la población y las bases cuantitativas de la misma, en contraste con testigos de comportamiento conocido.

II. OBJETIVOS

El programa de caracterización de cultivares de trigo y cebada, busca generar información específica para cada nuevo cultivar que sale al mercado, y está pensado como complemento de la evaluación nacional de cultivares de INASE. Información que permite realizar inferencias agronómicas en cuanto a las necesidades de ambientes de

¹ Asistente del Departamento de Producción Vegetal. – Ecofisiología y manejo de cultivos - EEMAC - Facultad de Agronomía - UDELAR. GTI Agricultura.

² Ayudante de Investigación. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal. – EEMAC - Facultad de Agronomía.

producción y mejorar el manejo específico para cada cultivar. Se profundiza en las variables eco fisiológicas asociadas con la generación, construcción y concreción del potencial.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en invierno 2025, en la campo experimental de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía en Paysandú. El diseño experimental corresponde a un factorial completo de población por cultivar en bloques al azar con 4 repeticiones. Dos de los bloques fueron mantenidos libres de enfermedades con fungicidas y dos sin fungicida. Las densidades de siembra objetivo fueron 15, 30 y 45 pl. m⁻¹ con una distancia entre hilera de 15 cm (100, 200 y 300 pl. m⁻² respectivamente).

El cultivar evaluado en primer año fue: Malkia. En segundo año fueron: INIA Ibis (CLE 326), MOSA 18/325, MOSA 18/333, MOSA 20/98, KWS Thalys, KWS Premis.

Los testigos genéticos de largo plazo utilizados son: E. Quebracho, que ha mostrado sistemáticamente media capacidad de macollaje con buena sincronización del mismo, presentando un buen desempeño en rendimiento a poblaciones en el entorno a las 30 a 36 pl. m⁻¹ (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 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, 2004), aunque variable con el año. Desde 2013 se ha sumado INIA Arrayán como testigo, no solo por ser el cultivar más sembrado en Uruguay a la fecha, sino por ser un cultivar de buen potencial, adaptado a las condiciones de producción uruguayas. Este cultivar fue caracterizado finalmente en el año 2006 (Hoffman et al., 2007).

El trabajo de caracterización del crecimiento inicial (en condiciones de invernadero), busca exponer a las plantas en sus primeras fases de crecimiento a temperaturas mayores que las de campo. Bajo estas condiciones, las plantas se siembran en macetas de 48000 cm³ (60 cm de largo, por 40 cm de ancho, por 20 cm de profundidad), con turba como sustrato y sin limitantes hídricas (riego por aspersión). Se siembra un cultivar por maceta, con tres líneas de 10 plantas cada una. La siembra fue el 23 de junio y se realizó una fertilización equivalente a 150 Kg ha⁻¹ de 18-46-0, a GS 2.2 se refertilizó con el equivalente a 100 kg ha⁻¹ de urea azufrada y a GS 3.0 con el equivalente a 100 kg ha⁻¹ de la misma fuente. Las determinaciones realizadas en 10 plantas marcadas emergidas el mismo día, a nivel de cada cultivar fueron: emisión de hojas y macollos de cada planta marcada, mediante escala Haun (1973). Para el total de las plantas se determinó la evolución del macollaje cada tres días, el % de plantas sin macollar y ausencia de T1.

La fecha de siembra del experimento a campo fue el 12 de junio, con emergencia el 03 de julio (≈193 GDD). Las determinaciones realizadas a campo fueron: pl. m⁻¹, macollos m⁻¹ a GS 3.0, espigas m⁻¹, biomasa total a cosecha, rendimiento en grano, granos m⁻², granos espiga⁻¹, peso de grano a cosecha y ciclo a antesis, concentración de N en grano y clasificación (1^o+2^o - proporción de granos > 2.5 mm).

Como en todos los años anteriores, la chacra seleccionada es siempre una chacra nueva, con menos de 3 años de roturada la pastura. En cuanto al control de malezas durante el barbecho, se utilizaron 4 lts ha⁻¹ de glifosato + 2 lts ha⁻¹ de 2-4D. En pos-emergencia, a GS 2.4 (07/08), se utilizaron 25 gr de Paradigm + 1,0 L MCPA 48% + 0,7 L Nexxo. Los bloques con fungicidas fueron aplicados con 600 cc ha⁻¹ de Elatus ace + 200 cc ha⁻¹ Miravis (Miravis Triple Pack) el 17/09 (GS 3.7). Este año no existió riesgo de Fusarium spp, por lo que no fue necesario aplicación preventiva, para las condiciones locales. La oferta nutricional fue ajustada en forma objetiva en base a análisis de suelo y planta (cuadro 1).

Cuadro 1.- Nutrientes en suelo y planta, unidades de nutriente y fuente de fertilizante en cada estadio.

Momentos-Estadio	Indicador	Valor Análisis	Unidades de nutriente y fuente utilizada
Siembra (12 junio)	P suelo (0-20 cm) – Bray I (ppm)	12	50 kg (7/40/0) + 110 kg (Urea Azufrada)
	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) (ppm)	5	
	K (meq.100 g suelo ⁻¹)	0,76	
GS 2.2 (29 julio)*	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) (ppm)	-	100Kg (Urea azufrada)
GS 3.0 (22 agosto)*	N total en planta (%)	-	-
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	-	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)	-	
GS 3.3 (8 setiembre)	N total en planta (%)	3,3	-
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	9,6	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)	1,6	

*El muestreo a GS 2.2 y GS 3.0 no se pudo realizar por períodos de lluvia.

IV. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Las condiciones ambientales de la zafra deben interpretarse en relación con la dinámica fenológica del cultivo, considerando los estadios clave. La implantación ocurrió bajo temperaturas frescas y con adecuada disponibilidad hídrica inicial, lo que habría favorecido la emergencia y el establecimiento del cultivo.

La precipitación durante la temporada de crecimiento evidenció una distribución irregular. Se observaron déficits marcados en algunos meses invernales respecto a la media histórica, seguidos por eventos de precipitación más importantes durante primavera, destacándose acumulados elevados en octubre. Esta dinámica implicó períodos alternados de menor disponibilidad hídrica durante etapas tempranas del desarrollo y una recuperación parcial hacia fases reproductivas avanzadas.

Desde la siembra y hasta el macollaje, las temperaturas medias decádicas se mantuvieron levemente por debajo de la media histórica, definiendo un ambiente relativamente fresco para el desarrollo vegetativo inicial. Estas condiciones térmicas podrían haber contribuido a extender la duración de las fases vegetativas tempranas y favorecer la emisión de macollos; sin embargo, la menor acumulación de precipitaciones en este intervalo sugiere que la disponibilidad hídrica pudo haber limitado parcialmente el crecimiento inicial.

Entre los estadios GS 3.0 y GS 3.3, el patrón térmico mostró mayor variabilidad, acompañado por una reducción de las precipitaciones. Estas fluctuaciones abruptas en la temperatura en la etapa inmediatamente previa al período crítico para la determinación del número potencial de granos; pudieron afectar la sincronización entre crecimiento vegetativo, disponibilidad de recursos y duración del período crítico. Bajo estas condiciones, el aumento térmico podría haber acelerado la tasa de desarrollo fenológico, reduciendo la duración efectiva de estas fases y condicionando la captura de radiación y la tasa de crecimiento.

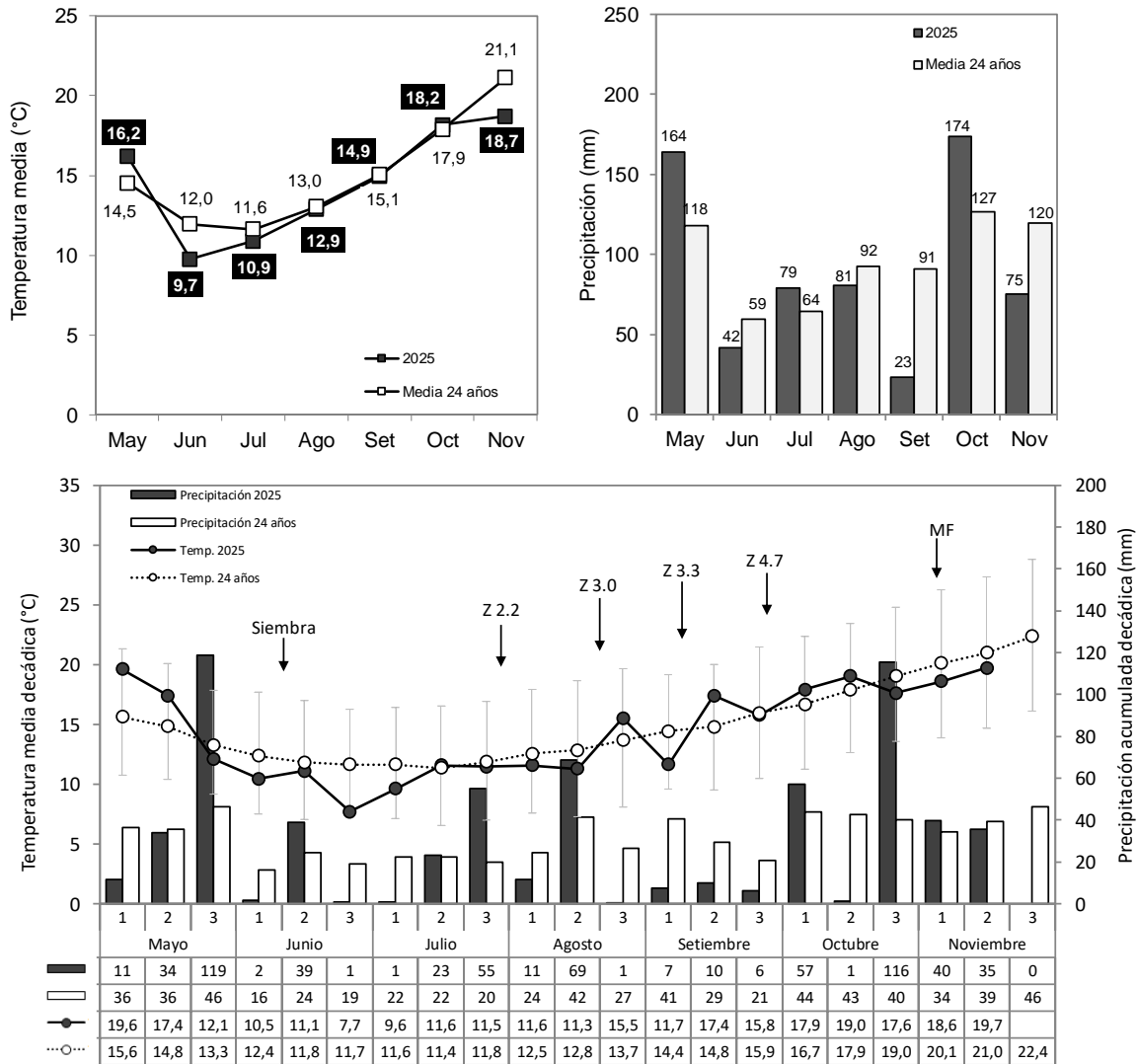


Figura 1.- Precipitaciones y temperatura media mensual (arriba) y decádica (abajo), para el año 2025 en relación al promedio histórico mensual y decádico de 24 años, para Paysandú. Los estadios fenológicos son promedios.

En conjunto, la combinación de temperaturas relativamente bajas durante etapas iniciales y condiciones térmicas más cálidas hacia primavera, junto con una distribución irregular de las precipitaciones, define un ambiente de crecimiento caracterizado por contrastes que podrían haber influido sobre la dinámica de crecimiento y la definición del rendimiento en comparación con la media histórica.

Los primeros 50 días de ciclo (emergencia – GS 3.0) presentaron una temperatura media fresca (11.4 °C) por debajo del promedio histórico (12.3 °C), sin días que superaron los 20 °C (Fig. 2) y sin días con temperatura mínima inferior a 0 °C durante este periodo.

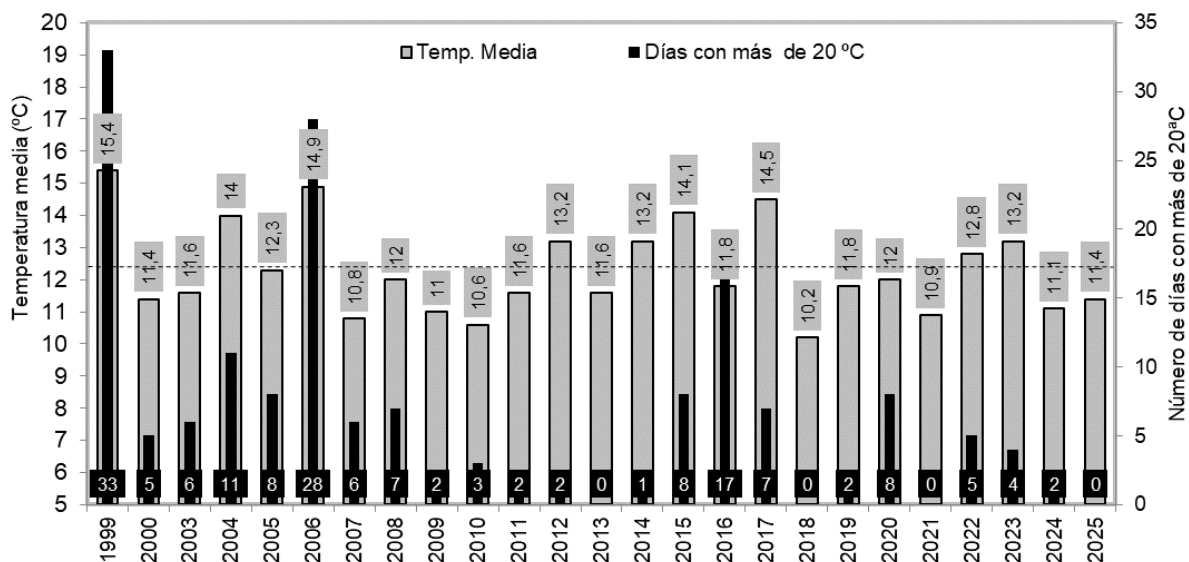


Figura 2.- Régimen térmico en campo desde emergencia hasta GS 3.0 del año 2025, en relación con años anteriores. Emergencia: 3/07; GS 3.0: 22/08. La línea discontinua horizontal indica la media (12.3 °C) de la serie de años.

V. RESULTADOS

1. Caracterización del crecimiento inicial

La respuesta de los distintos cultivares a condiciones de crecimiento inicial que podrían simular inviernos cálidos, se estudia bajo condiciones semi-controladas en invernadero. 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 2025, la temperatura media durante el crecimiento inicial en invernadero fue elevada (14.7 °C), ≈ 3 °C por encima de la temperatura a la cual se vieron sometidos los cultivares en condiciones de campo. Estas condiciones térmicas iniciales, a priori impactan negativamente en el macollaje (Hoffman et al., 2009). La relación es imprecisa (R^2 : 0.14); ya que la variación térmica dentro de este período, es un fuerte y principal determinante final del macollaje y su sincronización; pero el macollaje final resulta ser bajo cuando la temperatura media es muy elevada (Hoffman et al., 2013), (Cuadro 2). En este ambiente de mayor temperatura durante el macollaje, queremos evaluar a los distintos cultivares, dado que surgen aquellos que no se adaptan a estas condiciones térmicas.

Cuadro 2.- Crecimiento inicial en condiciones de invernadero para dos de los cultivares testigos (E. Quebracho y FNC 6-1) en distintos años de caracterización.

Año	Temp. Media*	Inicio macollaje		Sincronización	Plantas	Plantas que saltean T1
		Dpe	Haun del Tp	(Dif. en días Tp-T2)	S/macollos (%)	(% de las que macollan)
1999	16,9	26,8	4,3	27,3	45	55
2000	14,3	24,3	3	30,5	1,8	1,1
2004	14,7	20,7	3,4	22,5	0	0
2005	15,7	13,2	3,2	17,8	0	0
2006	16,1	21,2	3,5	24	0	0
2007	17,1	24,7	4,3	S/T2	30	15,8
2008	15,3	19	2,4	22,5	0	0
2009	14	27,3	3,5	28	0	0
2010	16,7	24,5	4,8	23	0	45
2011	15,3	41	3,8	46	0	20
2012	15,9	27,3	4,1	37	0	15
2013	14,8	26,4	3,9	26	15	41
2014	16,2	23,4	3,9	25,7	0	0
2015	17,6	20,2	3,4	23,9	0	0
2016	16,4	20,1	3,6	23,2	0	10
2017	15	19	3,9	20,1	0	0
2018	14,1	24,1	3,4	29,2	0	0
2019	15,4	19,4	3,6	23	0	20
2020	15	28	4,2	33,4	10	15
2021	15,2	29	4	32,2	10	11
2022	15,6	28	4	32,1	0	5
2023	16,5	26,5	3,4	29,9	0	0
2024	15,4	10,2	3,3	16,1	0	0
2025	14,7	14,3	3,4	20,7	0	0
Promedio	15,6	23,3	3,7	26,7	4,7	10,6

*Temperatura media en invernadero (primeros 50 días de crecimiento). &- Número de hojas en el tallo principal. Siembra en invernáculo el 23 de junio del 2025.

Como viene siendo sistemáticamente diagnosticado, muy elevadas o muy bajas temperaturas iniciales retrasan fenológicamente el inicio del macollaje. Si las mismas se mantienen debemos esperar bajo macollaje y elevada desincronización, especialmente cuando la temperatura es muy elevada (Hoffman et al., 2009). Sin embargo, si las temperaturas son elevadas en los primeros 20 días, el inicio del macollaje se adelanta y ello puede conducir a un nivel de sincronización promedio. Si luego las temperaturas siguen en ascenso, pueden estar acompañadas de un macollaje final muy bajo.

En el año de evaluación, el inicio de macollaje (dpe) ocurrió de forma anticipada, similar a lo ocurrido en 2024, 2019, 2017, 2008 y 2005. Además de que el inicio de macollaje comenzó antes, las condiciones del año generaron un nivel de sincronía muy variado entre cultivares evaluados (Cuadro 4).

Desde 2022, se observa un macollaje relativo por sobre la referencia (datos no mostrados), probablemente esté dado porque desde entonces se cambió el sustrato de suelo con la que se realiza el ensayo. Esto, además

puede estar explicando porque desde entonces se observa un mayor No. de macollos por planta a nivel de invernadero en relación a las condiciones de campo (Cuadro 3, Fig. 4). En este contexto, surge como hipótesis que temperaturas por sobre la media, interactuando con algún factor de estrés asociado al suelo, podría estar limitando el crecimiento y/o desarrollo. De ser correcta esta observación, los ensayos a campo pueden estar presentando alguna restricción o limitante para expresar la capacidad de macollaje y, por lo tanto, es necesario contemplarlo en la interpretación de resultados de los últimos 4 años.

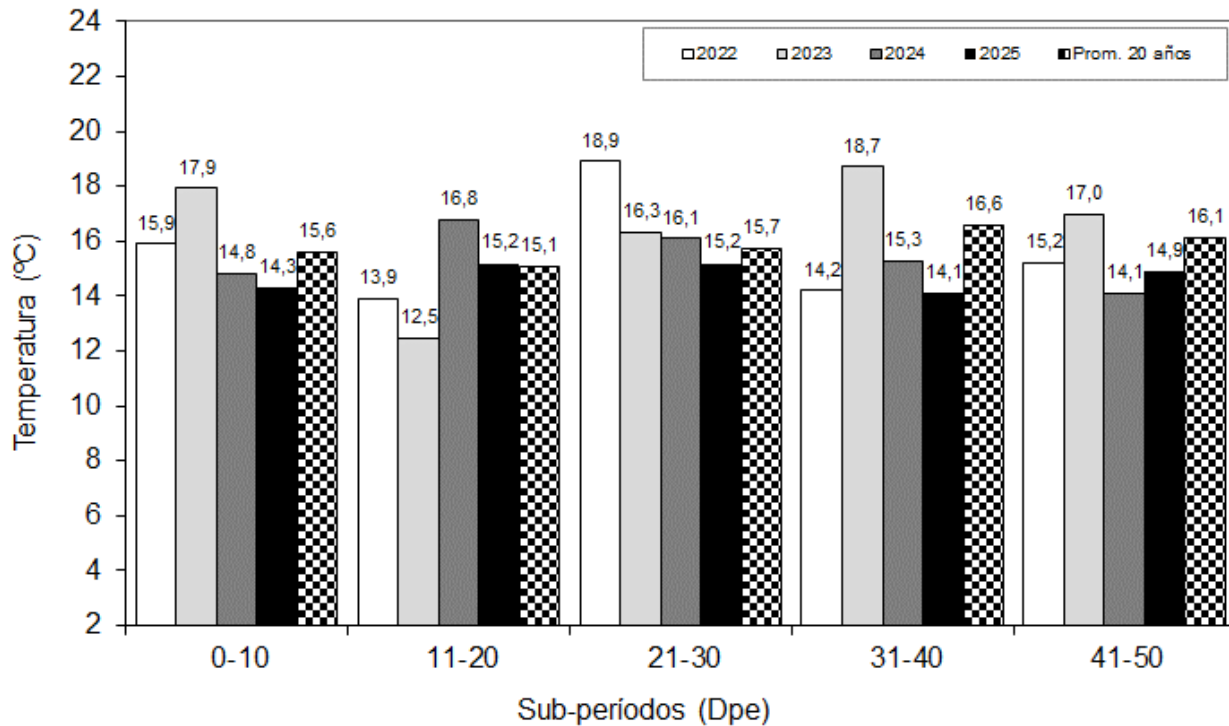


Figura 3.- Temperatura media para distintos sub-períodos desde la emergencia hasta los 50 dps (GS 3.0), en invernadero para 2022, 2023, 2024 y 2025 (temperatura media: 15,6 °C; 16,5°C; 15,4°C y 14,7°C respectivamente).

Estudiar el macollaje en campo, pero sobre todo la reacción de los distintos cultivares en condiciones de elevada temperatura en invernadero, 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 desfavorables de temperatura. En el campo, el macollaje suele ser sistemáticamente superior al registrado en invernadero (aunque no siempre), como resultado de las elevadas temperaturas en invernadero, muy por encima del óptimo de 11,5 °C (Hoffman et al., 2009). Por lo discutido anteriormente, en este año (al igual que en los tres anteriores), el macollaje en invernadero fue superior al observado a campo (Cuadro 3 y Fig. 4). La temperatura media en los diferentes subperíodos del crecimiento inicial medida en invernadero, fue estable y sin cambios abruptos, en torno a los 14,7°C.

Cuadro 3.- Capacidad de macollaje en invernáculo y campo para Quebracho, FNC 6-1 y Arrayán (testigos de largo plazo) durante las últimas 10 zafas para una población equivalente a las 30 pl. m⁻¹, con fungicida. División entre 2021-2022 indica el cambio de sustrato.

Año	FNC 6-1		Quebracho		Arrayán	
	Campo	Invernáculo	Campo	Invernáculo	Campo	Invernáculo
----- macollos pl ⁻¹ -----						
2016	4,8	3,6	3,8	3,4	4,3	4,7
2017	4,4	5,3	5,3	5,6	5,5	5
2018	6,1	4,5	5,1	4,5	4,4	5,6
2019	5	4,2	4,9	3,1	4,3	3,1
2020	4,9	3,3	4,4	2,7	4,5	3,3
2021	3,5	3,1	3,2	2,6	3,6	3,3
2022	3,4	6,5	3,7	6	3,3	6,2
2023	3,4	6,4	4,4	6,5	5,7	5,8
2024	4,7	6,3	6,9	4,5	3,8	4,9
2025	5,3	5,2	4,8	5,6	6,8	7
Prom.	4,6	4,8	4,7	4,5	4,6	4,9

El número de macollos por planta logrado a campo en 2025, fue levemente superior a la media de los últimos 10 años (Cuadro 3). Esto posiblemente, esté explicado por temperaturas frescas a campo ocurrido durante gran parte del período de macollaje (Fig. 1).

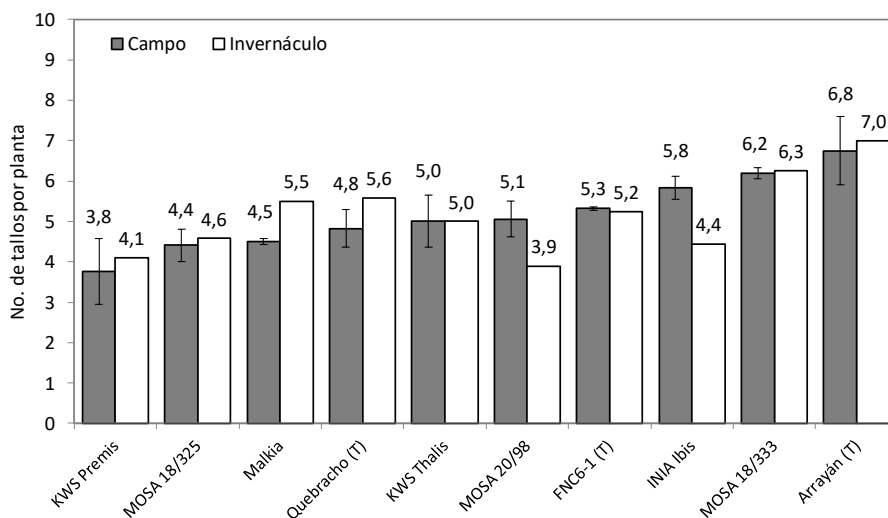


Figura 4.- Capacidad de macollaje en invernáculo y a campo para todos los cultivares en el 2025, para una población equivalente a las 30 pl. m⁻¹, con fungicida. (macollos/planta a campo, p-valor = 0,137).

Los resultados en la historia del programa de caracterización de cultivares de cebada indican que, muchos de los cultivares evaluados en condiciones de elevada temperatura macollan muy poco, pero cuando son evaluados a campo a temperaturas más bajas, evidencian capacidades de macollaje muy diferentes. Este año, no se registraron diferencias significativas en la capacidad de macollaje entre los cultivares evaluados a campo (Fig. 4). Esta información ha mostrado ser relevante a la hora de estudiar la adaptación de los distintos cultivares y como

condicionante de la respuesta a factores de manejo tales como la época de siembra y el manejo de la población (Hoffman et al., 2005 y Hoffman et al., 2009). Los cultivares con algún grado de requerimientos de frío (los que logran muy bajo número de espigas en estas condiciones), siguen macollando por más tiempo y muestran valores de macollos por planta incluso muy superiores a los registrados a campo, más allá del efecto año y sustrato como ocurrió en 2017, 2018 y 2022-2025.

En el siguiente cuadro se presentan los componentes básicos para todos los cultivares evaluados, que permiten en conjunto caracterizar el tipo de crecimiento inicial.

Cuadro 4.- Crecimiento inicial en invernadero para todos los cultivares en relación a los testigos, para el año 2025. Fecha de Siembra en invernadero – 23 de Junio. Promedio de plantas marcadas, ordenados por sincronía.

Cultivares	Inicio mac. (dpe)	Inicio mac. Haun Tp ^{&}	Sincronización Dif. Tp-T2 (días)	Plantas sin mac.	Plantas con T ₀	Plantas sin T ₁
MOSA 18/333	20,4	3,8	26,0	0	0%	0%
MOSA 20/98	18,4	3,6	24,6	0	0%	0%
Malkia	14,0	3,2	24,5	0	0%	0%
KWS Thalís	19,8	3,8	24,2	0	0%	0%
INIA Ibis	18,5	3,5	23,8	0	0%	0%
FNC 6-1 (T)	18,4	3,8	22,7	0	0%	0%
Arrayan (T)	15,5	3,4	21,3	0	0%	0%
KWS Premis	14,9	3,5	21,2	0	0%	0%
Quebracho (T)	13,0	3,4	20,0	0	0%	0%
MOSA 18/325	12,0	3,4	18,8	0	10%	0%
Promedio	16,5	3,5	22,7	0%	1%	0%

[&] - Número de hojas en el tallo principal- Escala Haun. (1973).

En 2025, el régimen térmico hizo que las diferencias en los parámetros que caracterizan el crecimiento inicial (Cuadro 4) se diferenciaron menos entre los testigos de largo plazo en relación a lo reportado en años anteriores. Es esperable que E. Quebracho comienza antes el macollaje y es más sincronizado que FNC 6-1, y este último tiende a presentar una mayor proporción de plantas que suprimen el T1 (esta característica no se expresó este año). Tomando como referencia el comportamiento de los testigos de largo plazo; una elevada proporción de los nuevos cultivares, presentaron una mayor cantidad de días entre Tp y T2 en relación al testigo desincronizado (FNC 6-1). Las condiciones térmicas descritas en la figura 3, pueden ayudar a entender este comportamiento.

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 retrasan el inicio de macollaje, tienden o son los que muestran mayor desincronización y son los que presentan mayor proporción de supresión del T1 (Fig. 5 a y b).

En base al comportamiento de los testigos de largo plazo y los cambios sufridos en relación a su comportamiento habitual, debemos interpretar los parámetros del crecimiento inicial de los cultivares de interés, contemplando el efecto año. Sin entrar en detalles para cada cultivar caracterizado en 2025; los extremos presentaron diferencias de: 8.4 días en el comienzo del macollaje, 0.4 unidades de la escala Haun y 7.2 días en la sincronización. Estas diferencias explican en parte la respuesta a la población y su adaptabilidad regional.

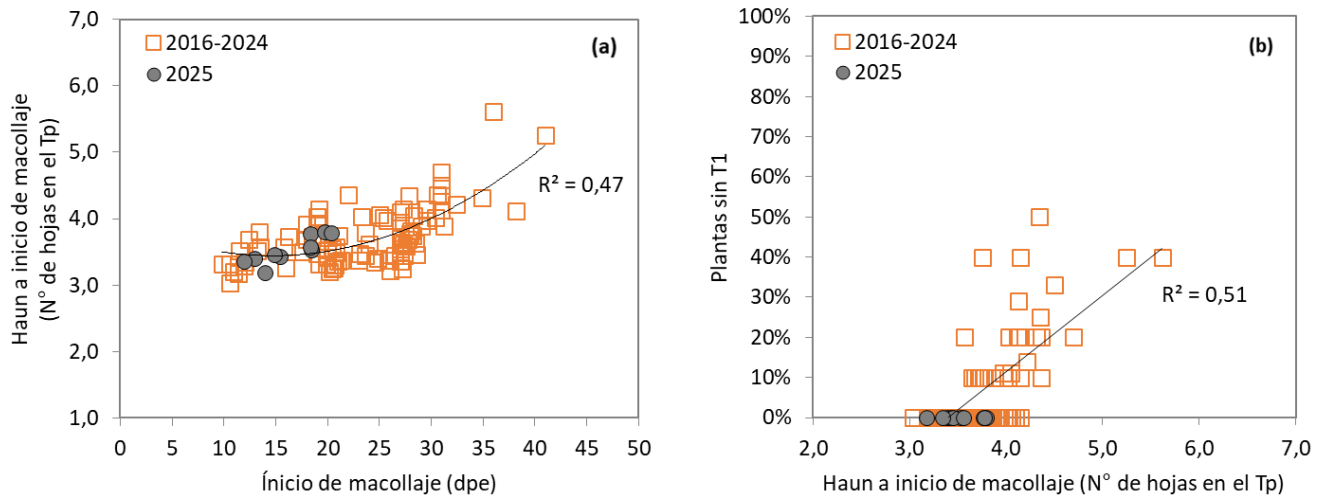


Figura 5.- Relación entre el inicio del macollaje en días pos-emergencia y el inicio fenológico del macollaje en número de hojas (a) y relación inicio fonológico del macollaje y supresión del T1 (b) en 2025 y el histórico 2016-24.

El inicio de macollaje más temprano, ha estado asociado directamente con menos hojas en el tallo principal (Tp) al inicio de macollaje (Fig. 5a) (Hoffman et al., 2022, 2021). En la medida que se da un retraso fonológico en el inicio del macollaje, entorno a las 3.5 hojas en el Tp, crece la proporción de plantas que se saltean al macollo de mayor productividad (T1), aunque con diferente tasa según la temperatura del año (Fig. 5b). A este nivel se observa la mayor diferencia entre cultivares, y estas características suelen estar asociadas directamente con la desincronización del macollaje y a la dificultad de adaptación de algunos cultivares (Hoffman et al., 2009). En 2025 este comportamiento se observó de forma disminuida, dado por temperaturas frescas (Fig. 3).

2. Resultados de los experimentos de campo

2.a. Rendimiento y sus componentes promedio por cultivar

El análisis de la serie desde el año 2000 al 2025 para los testigos de largo plazo (Quebracho y FNC 6-1), sin considerar los años con pérdidas casi totales por fusarium de espiga (2001 y 2002), mediante la metodología de segregación por cuartiles, indica que los años integrantes del cuartil superior (rendimiento $\geq 6265 \text{ kg ha}^{-1}$) presentan un Q promedio de $1.79 \pm 0.31 \text{ Mj}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ durante el período crítico y una oferta de agua disponible aparente promedio (AD_{ap}) desde GS 3.0 a cosecha de $315 \pm 50 \text{ mm}$. Por el contrario, los años que integran el cuartil inferior (rendimiento $\leq 4388 \text{ kg ha}^{-1}$) el valor promedio de Q es menor ($1.58 \pm 0.18 \text{ Mj}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) y la oferta de AD_{ap} es un 33% mayor ($418 \pm 182 \text{ mm}$). Los rendimientos obtenidos en los testigos de largo plazo, ubican al año 2025 como el quinto año de mayor rendimiento de la serie histórica, y dentro del cuartil superior de rendimiento promedio (Fig. 6). Esta caracterización del año, en base al rendimiento alcanzable limitado por agua, nos permite interpretar los resultados de cada cultivar.

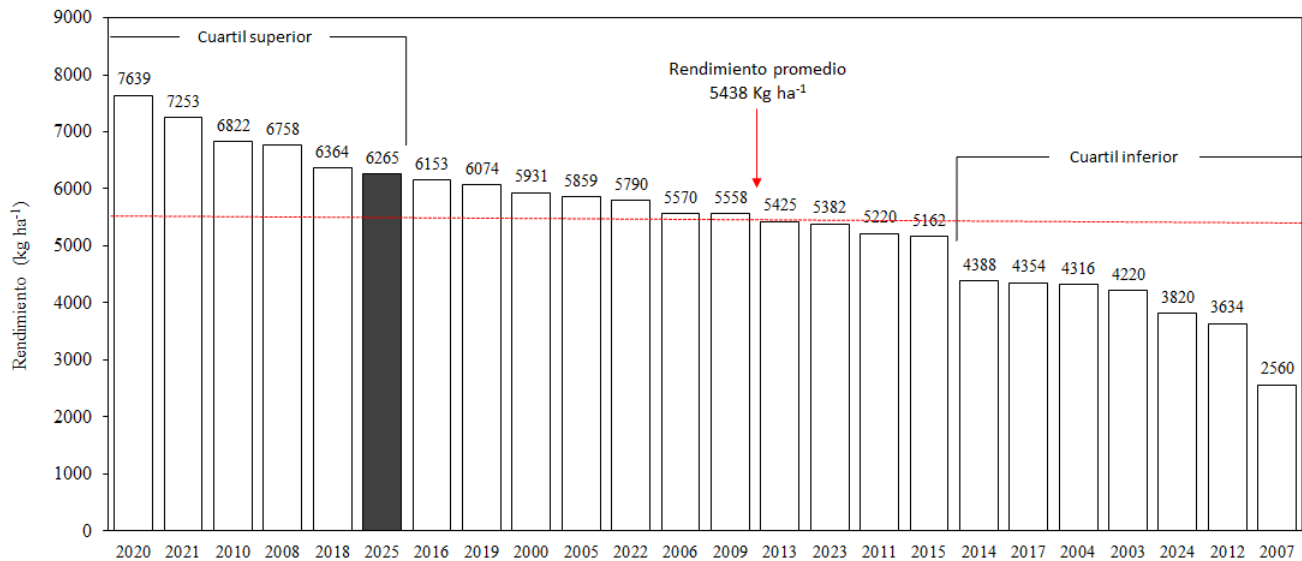


Figura 6.- Rendimiento en grano de los testigos (E. Quebracho y FNC 6-1) evaluados durante el 2025 en comparación con años anteriores, a la mejor población con protección total, ordenado por rendimiento.

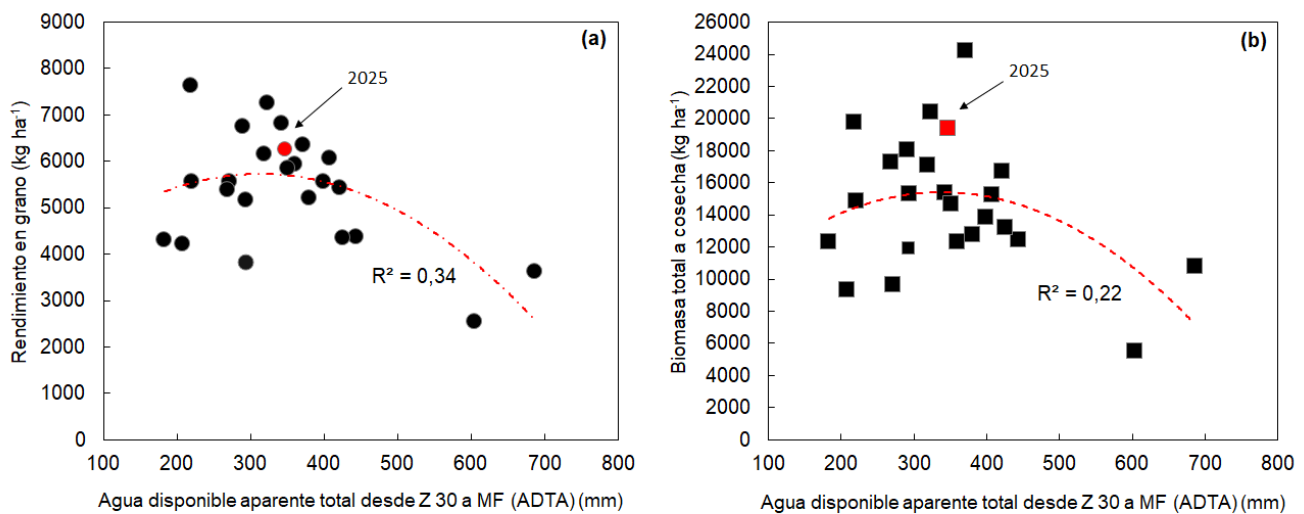


Figura 7.- Rendimiento en grano de los testigos (E. Quebracho y FNC 6-1) en ausencia de enfermedades foliares a hongos, en función del agua total disponible aparente (ADTA) desde GS 3.0 a MF (a), biomasa total a cosecha, desde el año 2000 (b).

Como viene siendo registrado en los últimos años, la oferta de agua total disponible aparente (ADTA) desde GS 3.0 a madurez fisiológica (MF), determina una porción importante de la variación 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 Q durante el PC y la temperatura durante el llenado de granos), 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), y ayuda a entender el comportamiento de las variedades de interés en cada año contemplando las condiciones de producción del año.

Cuadro 5.- Rendimiento en grano, componentes y parámetros de calidad, para el promedio del ensayo realizado a campo en el 2024 en comparación con lo observado con los años anteriores, del año 2000 en adelante (con protección total), para los testigos (E. Quebracho y FNC 6-1), a la población óptima.

Año	2020	2021	2010	2008	2018	2025	2016	2019	2000	2005	2022	2006	2009	2013	2023	2011	2015	2014	2017	2004	2003	2024	2012	2007
Rend. Corr. 14% H (Kg*ha ⁻¹)	7639	7253	6822	6758	6364	6265	6153	6074	5931	5859	5790	5570	5558	5425	5382	5220	5162	4388	4354	4316	4220	3820	3634	2560
Biomasa total (Kg. MS.ha ⁻¹)	19782	20234	15381	18061	24193	19401	17089	15279	12340	14695	15459	9671	13829	16705	17628	12768	15320	12447	13203	12313	9307	11889	13805	5517
Índice de Cosecha (%)	38	37	43	37	26	31	37	39	48	42	37	54	40	33	29	36	33	34	32	35	46	31	26	41
Macollos m ⁻²	562	786	864	708	975	759	557	900	1044	827	751	922	1185	1218	869	1291	829	838	1149	1018	855	502	sd	586
Fertilidad de tallos (%)	86	48	75	83	55	67	80	60	53	77	73	62	68	73	43	51	68	78	67	58	74	81	sd	82
Espigas.m ⁻²	481	377	626	583	524	498	440	537	559	634	543	565	806	882	371	626	548	650	764	583	630	409	728	484
Granos.espiga ⁻¹	31	26	25	25	26	26	31	24	25	20	23	18	19	18	35	19	15	17	18	15	18	22	15	11
Granos.m ⁻²	15092	16018	15381	14862	13788	12949	13074	12893	13975	12635	12166	10024	14227	14356	13172	11663	8027	10588	13728	8383	11452	8857	10161	5151
Peso de grano (mg)	42	46	45,9	49,3	44,7	48,4	44,8	42,7	43,0	48,1	47,7	51,0	39,3	38,4	41,4	42,0	46,6	39,8	34,4	52,0	45,0	43,0	35,7	45,5
Clasificación (% granos > 2.5 mm)	91,4	93,0	94,6	93,5	84,0	89,8	94,0	91,0	88,0	93,0	91,4	97,0	88,5	88,8	84,0	95,0	90,3	86,8	88,6	97,0	94,0	85,2	73,5	96,0
Proteína en grano (%)	12,9	9,6	13,4	11,5	12,9	12,0	12,8	12,7	11,9	11,9	10,9	14,1	15,2	14,5	12,3	13,7	10,7	13,2	14,2	11,7	11,6	13,9	13,9	12,5
Precipitaciones, encañado-llenado de grano. (Set, Oct, y ½ Nov).	108	184	232	195	219	237	259	291	210	231	178	221	312	348	232,8	328	271	431	245	113	148	253	546	462
Capacidad almacenaje del suelo - Agua disponible a GS 3.0 (mm)	110	139	110	95	152	110	60	116	150	120	42	50	87	73,5	35,1	52	22	92	103	70	60	41	140	91
Agua disponible total aparente (mm) *	218	323	342	290	371	347	319	407	360	351	220	271	399	421	267,9	380	291	523	425	183	208	294	686	604
Q (Mj ⁻¹ m ⁻² d ⁻¹ °C ⁻¹) (**)	2,43	1,44	1,73	1,61	1,74	1,77	2,06	1,90	-	1,82	2,00	-	2,08	1,73	1,71	1,52	2,16	1,81	1,34	1,77	-	1,50	1,48	-

(*) – Agua en período de concreción de potencial, se toma como las precipitaciones totales durante el período GS 3.0 – MF, más el agua disponible en suelo a GS 3.0. (**) Coeficiente fototermal durante el período crítico (temp. base 4.5 °C).

Para los testigos de largo plazo, la densidad objetivo media (150 pl m⁻²), fue la que generó los mejores rendimientos en este año (Cuadro 5). Con esta densidad, las condiciones térmicas e hídricas del año, generaron una biomasa total acumulada, mayor al promedio de la serie histórica (MS: 14847 kg ha⁻¹); sin embargo, el índice de cosecha fue cinco unidades menos que el promedio histórico (IC: 37 %). A pesar de esto, el mayor incremento proporcional de la biomasa aérea, permitió que el rendimiento superara a la media en un 15% (Δ 826 kg ha⁻¹). El mayor rendimiento, fue consecuencia de un mayor peso de granos (Δ 4 mg), lo cual representa un incremento del 10% en relación a la media histórica, mientras que el No. granos m⁻² fue levemente superior a la media, representando un 6% (Δ 756 granos m⁻²). Esta combinación de los dos principales componentes del rendimiento, fue producto de un 13% menos en el No. tallos m⁻², generando una reducción similar (14%) en el No. espigas m⁻² (sin cambios sustanciales en la fertilidad de tallos), generando un incremento del 21% en el No. granos espiga⁻¹, en relación a la media histórica (22 granos espiga⁻¹).

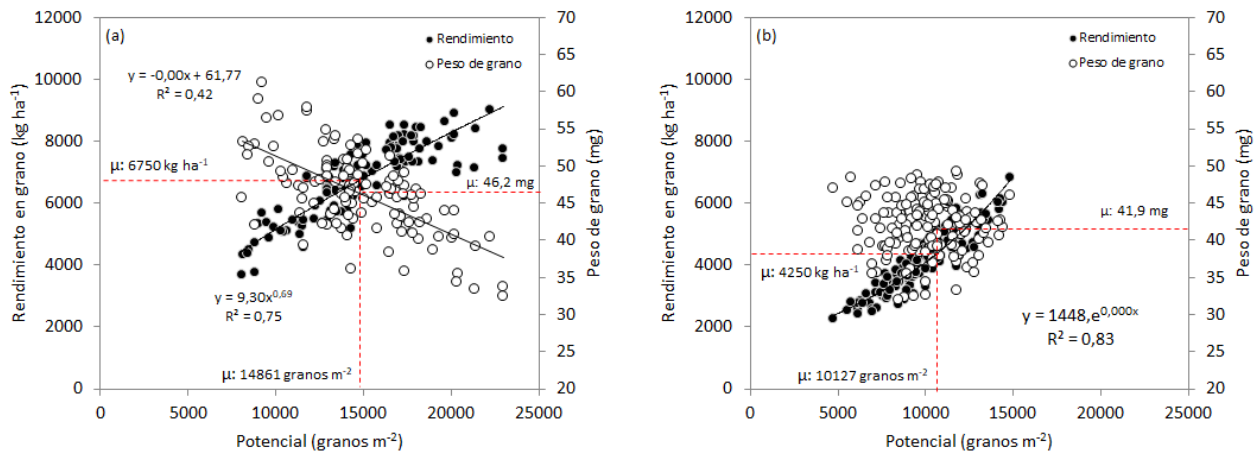


Figura 8.- Rendimiento y peso de grano, en función del número de granos llenos, de todos los cultivares evaluados a tres poblaciones, en el año 2025 (a) y 2024 (b).

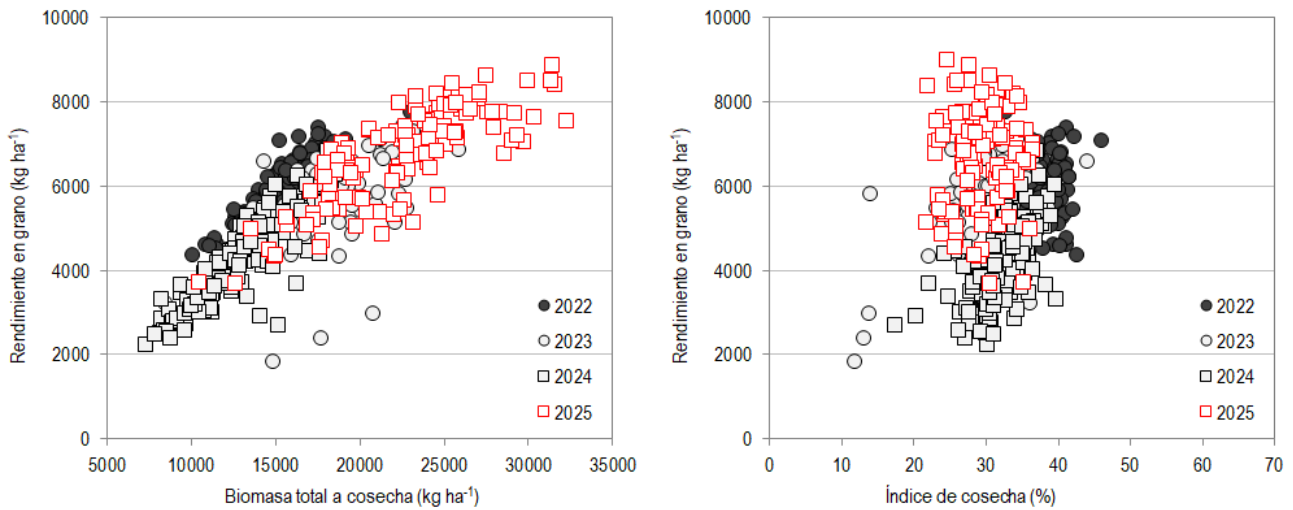


Figura 9.- Relaciones entre biomasa total a cosecha y rendimiento en grano (izquierda) e índice de cosecha y rendimiento en grano (derecha) para el año 2025 en relación a los 3 años anterior, para todas las poblaciones.

El incremento de potencial como resultado del avance genético, es producto de una mayor producción de biomasa a diferencia de lo que sucedía hacia fines del siglo XX (Hoffman et al., 2015b). En los últimos años, la mayor producción de biomasa a cosecha se asocia linealmente a una mayor producción de grano (Fig. 9); sin embargo, el ajuste de esta relación depende del IC (principalmente en años desfavorables). La distribución de biomasa total a cosecha en 2025, se desplazó abruptamente hacia la derecha en relación a los resultados de años anteriores y junto a un índice de cosecha promedio, generó que se superaran los 6500 kg ha⁻¹ de rendimiento (Fig. 9 y Cuadro 6).

En los cuadros 6 y 7, se presenta el rendimiento medio a todas las poblaciones de los cultivares evaluados, y los principales componentes cuantitativos del rendimiento en grano. Las diferencias en rendimiento entre las variedades (a poblaciones promedio), ocurrieron sólo en relación a los testigos de largo plazo, pero no entre los nuevos cultivares, y estuvo dada por las diferencias en la biomasa total a cosecha.

Cuadro 6.- Rendimiento, biomasa total e índice de cosecha para todos los cultivares en el 2025 y rendimiento observado en el año 2024, para el promedio de las poblaciones evaluadas, ordenado por rendimiento medio de cada cultivar (con protección total).

Cultivar	2025			2024	Rend. 2025 en
	Biomasa total	I. Cosecha	Rendimiento	Rendimiento	relación a 2024
	(Kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(%)
MOSA 18/333	26369 abc	29	7728 a	5056	153%
Malkia	27097 ab	28	7639 a	-	-
KWS Thalís	27455 a	26	7275 ab	5099	143%
INIA Ibis	26288 abcd	27	7073 ab	5628	126%
MOSA 20/98	24946 abcde	28	7026 ab	4871	144%
KWS Premis	23168 abcde	29	6724 ab	5029	134%
MOSA 18/325	20643 bcde	31	6544 ab	4861	135%
Arrayan (T)	19725 de	30	6082 ab	3932	155%
Quebracho (T)	18687 e	31	5936 b	3349	177%
FNC 6-1 (T)	19992 cde	29	5877 b	3753	157%
Promedio	23437	28,8	6790	4620	147%
<i>Probabilidad</i>	0,0001	0,252	0,003		
<i>MDS (5%)*</i>	6606	-	1680		
<i>CV (%)</i>	14,3	12,3	12,5		

MDS – Test de Tukey $p < 0,05$. Medias con igual letra no difieren estadísticamente al 5%.

Cuadro 7.- Componentes del rendimiento para todos los cultivares a una población promedio de 165 pl. m⁻² en el año 2025, libre de enfermedades foliares y espiga provocadas por hongos.

Cultivar	Espigas m ⁻² (N°)	Tamaño de espiga (granos espiga ⁻¹)	Potencial (granos m ⁻²)	P. Grano (mg)
MOSA 18/333	505	32	16220	47,7
Malkia	542	32	16964	45,8
KWS Thalís	542	31	16827	45,4
INIA Ibis	482	33	15594	46,6
MOSA 20/98	483	33	15491	46,3
KWS Premis	504	31	15742	44,8
MOSA 18/325	510	29	14131	46,6
Arrayan (T)	491	29	14365	42,9
Quebracho (T)	471	27	12396	48,3
FNC 6-1 (T)	454	27	12139	49,0
Promedio	498	30	14987	46,4
<i>p-valor</i>	0,325	0,488	0,05	0,873
<i>MDS (5%)</i>	-	-	-	-
<i>CV (%)</i>	12,7	18,9	18,6	13,4

MDS – Test de Tukey $P < 0,05$. Medias con igual letra no difieren estadísticamente al 5%.

No se registraron diferencias en ningún componente numérico del rendimiento, más que una tendencia en el No. granos m⁻² (Cuadros 7 y 8), producto de la acumulación diferencial de biomasa aérea (Cuadro 6, Figura 9), lo cual es reflejo de las buenas condiciones ambientales del año.

Cuadro 8.- Población, macollaje máximo a GS 3.0, fertilidad de tallos y espigas m⁻² a cosecha, promedio para todas las variedades, libre de enfermedades foliares y espiga provocadas por hongos.

Cultivar	Población Pl. m ⁻²	Macollos m ⁻² a GS 3.0	Fertilidad (%)	Espigas m ⁻² (Nº)
MOSA 18/333	152	831	61	505
Malkia	192	825	69	542
KWS Thalís	157	732	76	542
INIA Ibis	158	857	58	482
MOSA 20/98	165	732	69	483
KWS Premis	161	791	66	504
MOSA 18/325	164	723	72	510
Arrayan (T)	156	904	55	491
Quebracho (T)	175	807	60	471
FNC 6-1 (T)	167	771	60	454
Promedio	165	797	65	498
<i>p</i> -valor	0,978	0,31	0,202	0,325
MDS (5)*	-	-	-	-
C.V (%)	33,64	16,4	20,7	12,7

La relación entre el rendimiento final de cada cultivar y los principales componentes numéricos que definen el rendimiento, en los últimos años muestra que un mayor rendimiento no es exclusivamente explicado por el número de granos m⁻²; más allá que permite separar los cultivares en posiciones relativas extremas. Sin embargo, en términos generales, en los últimos años las primeras posiciones están ocupadas por cultivares que logran generar elevado número de granos y concretar elevado PG. En 2025, fueron poco frecuentes valores de No. granos m⁻² >20.000, dominando los casos en torno a los 15.000 granos m⁻² (Figura 8).

2.b. Rendimiento en respuesta a la población por cultivar

La figura 10, muestra el cambio en el rendimiento en relación a la población para el conjunto de todos los cultivares con protección total de enfermedades evaluados durante el 2025 (izquierda) y 2024 (derecha). Los rangos de poblaciones logradas fueron diferentes entre años, con un sesgo a poblaciones más bajas en 2024. En ambas zafras no se observa un patrón definido entre población y rendimiento (Fig. 10), indicando que la posible respuesta a la población obedece a un efecto genético y no climático. Por esto, la importancia de estudiar la respuesta a la población para cada cultivar por separado (Fig. 11).

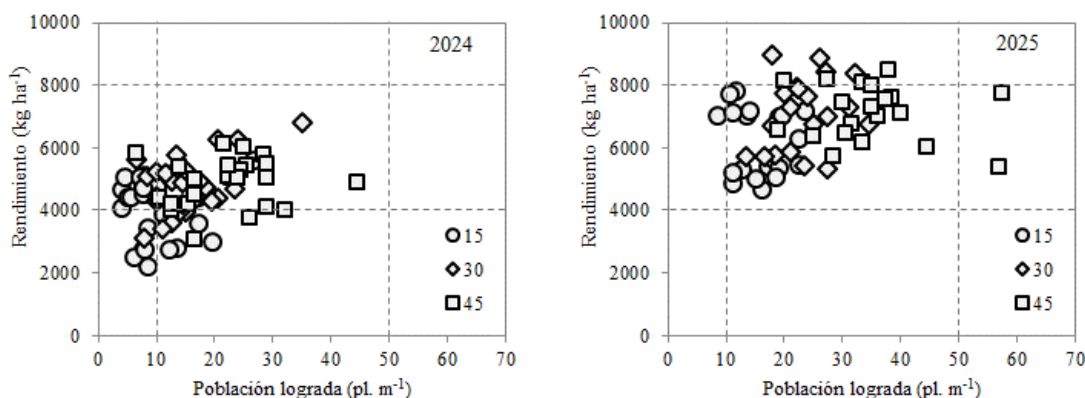


Figura 10.- Rendimiento a campo en función de la variación de la población para el año 2025, en relación al año anterior, sin interferencia de enfermedades foliares y de espiga, provocadas por hongos. Símbolos indican la densidad objetivo.

El estudio de la interacción población por cultivar a través del análisis clásico por ANAVA, suele no ser significativa. Ello resulta, de que los valores de la población a campo generalmente 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 11). En general cuando para algún año y cultivar, existe a nivel del tratamiento de mayor densidad, un incremento de rendimiento por superar las 35-40 pl. m⁻¹, se logran ganancias de rendimiento escasas por encima del rango máximo de respuesta encontrado hasta la fecha (40 a 45 pl. m⁻¹).

En general, en los años donde es necesario el ajuste preciso de la población, FNC 6-1 y Arrayán presentan una población óptima en torno a las 30-35 pl. m⁻¹ y Quebracho en torno a las 35-40 pl. m⁻¹. Esto es porque Quebracho se caracteriza por ser sincronizada con inicio del macollaje temprano, sin embargo, FNC 6-1 presenta un menor grado de sincronía y retrasa el inicio de macollaje; mientras que Arrayán tiene parámetros de crecimiento inicial intermedios. Además, Quebracho y FNC 6-1 presentan media a baja capacidad de macollaje, mientras que Arrayán presenta media a alta capacidad de macollaje. Para las condiciones climáticas de este año, los testigos de referencia (Quebracho, Arrayán y FNC 6-1) presentaron la típica respuesta esperada a la población (Fig. 11). Conociendo el comportamiento de los testigos, podemos interpretar los resultados de cada cultivar de interés, contemplando el efecto año. El criterio general para ajustar un modelo que representa la respuesta a la población en cada cultivar, es el coeficiente de regresión de Pearson (R²). Si la distribución de datos presentó un coeficiente mayor a 0.20, se ajustó el mejor modelo, no se ajustó en caso contrario (Fig. 11).

En las condiciones específicas de 2025, se observa una respuesta variable entre cultivares en relación a la población lograda (cuadrática o lineal positiva). Algunos genotipos presentan una respuesta cuadrática, indicando un rendimiento máximo a una densidad intermedia (ej., Arrayán, FNC 6-1, MOSA 18/325, KWS Premis, Quebracho), mientras que otros presentan relaciones lineales positivas (ej., MOSA 18/333) (Fig. 11). Algunos materiales como INIA Ibis, KWS Thalís, Malkia, MOSA 20/98 o no presentan una tendencia clara. Estos resultados destacan la importancia de ajustar la densidad de siembra según el cultivar, ya que el rendimiento óptimo no se alcanza necesariamente con la mayor población. Una densidad excesiva puede incluso reducir el rendimiento en algunos casos, probablemente por competencia intraespecífica.

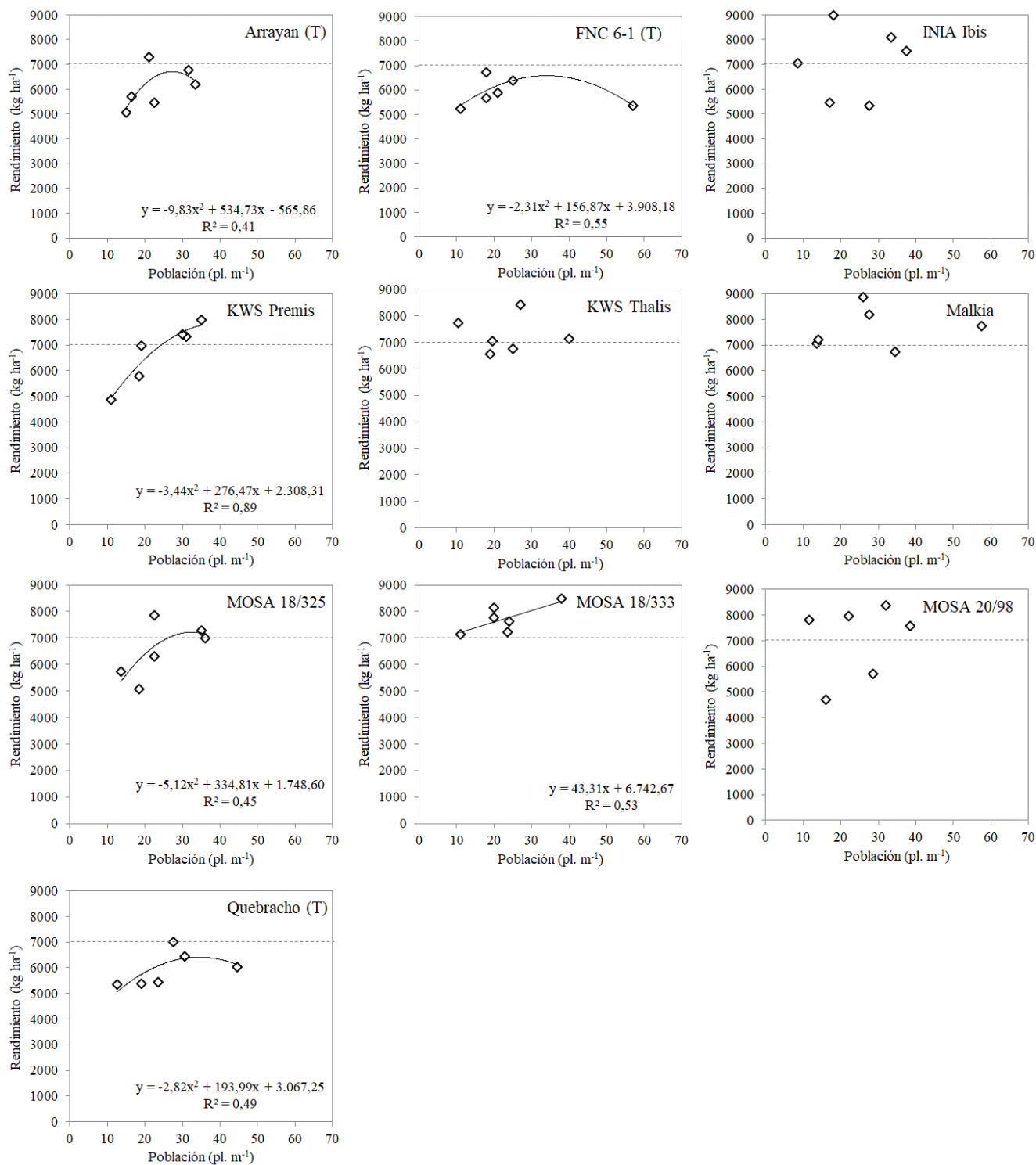


Figura 11.- Rendimiento en grano en función de la población lograda a campo, para los distintos cultivares evaluados en relación a los testigos, durante el invierno del 2025, con fungicidas.

En el caso de los cultivares que cumplen con los dos años de caracterización, la definición de la población óptima no debe basarse únicamente en la relación población-rendimiento (Fig. 12). La decisión de la población a utilizar en cada cultivar, debería tomarse en función del grado de sincronía, capacidad de macollaje, interacción

con los componentes numéricos del rendimiento y finalmente con la respuesta en rendimiento; en la mayor cantidad de años posible.

INIA Ibis pareciera que es un cultivar sincronizado, con comportamiento similar a FNC 6-1 en esta característica. La respuesta a la población es errática, sin presentar un patrón definido en ambos años, por lo que se interpreta que poblaciones intermedias son las óptimas. Esto es una mera interpretación, pero no es posible ser concluyente con los datos observados para este cultivar.

KWS Premis presenta un nivel de sincronía similar al de Arrayan (intermedio entre FNC 6-1 y Quebracho). En base a los datos de ambos años, este cultivar no es para densidades menores a las 250 pl. m⁻². Con las poblaciones logradas, no podemos afirmar que el cultivar requiera una mayor población, sin embargo, el tipo de respuesta, el cambio en la capacidad de macollaje y grado de sincronía, podrían indicar una mejor performance a poblaciones más altas.

KWS Thalís al igual que Premis, presenta un nivel de sincronía similar al de Arrayan. Las características del cultivar que influyen en la respuesta a la población óptima, son similares a las de Premis, sin embargo, el ajuste preciso de la población en Thalís cobra mayor importancia en años menos favorables (con menor potencial). Esto podría estar dado por el cambio de respuesta en la capacidad de macollaje en años contrastantes. Los resultados sugieren una población en torno a las 200 pl. m⁻².

MOSA 18/325, en años un poco más cálidos (2024) pareciera que se afecta su sincronía. Este cultivar, pareciera necesitar poblaciones medias a altas, en torno a las 250 a 300 pl. m⁻², ya que presenta menor sensibilidad en la capacidad de macollaje ante poblaciones más altas (menor capacidad de compensar, ante la falta de plantas). No tenemos información para asegurar que esta población media-alta, sea la óptima en inviernos cálidos.

MOSA 18/333 es un cultivar que pareciera necesitar poblaciones altas, en torno a las 300 pl. m⁻² con un leve cambio en la sensibilidad, asociado al potencial del ambiente y su efecto sobre la capacidad de macollaje del cultivar. Presenta un nivel de sincronía medio con un inicio de macollaje retrasado.

MOSA 20/98 presentó una respuesta muy errática en ambos años, por lo que no es posible ser concluyente en cuanto a la población óptima. En años de mayor potencial (2025) presenta el comportamiento teórico, donde pierde importancia el efecto del ajuste de la población, sin embargo, en años no tan favorables (2024) tampoco presenta un patrón claro en la respuesta a la población. Presenta un nivel de sincronía medio con un inicio de macollaje levemente retrasado.

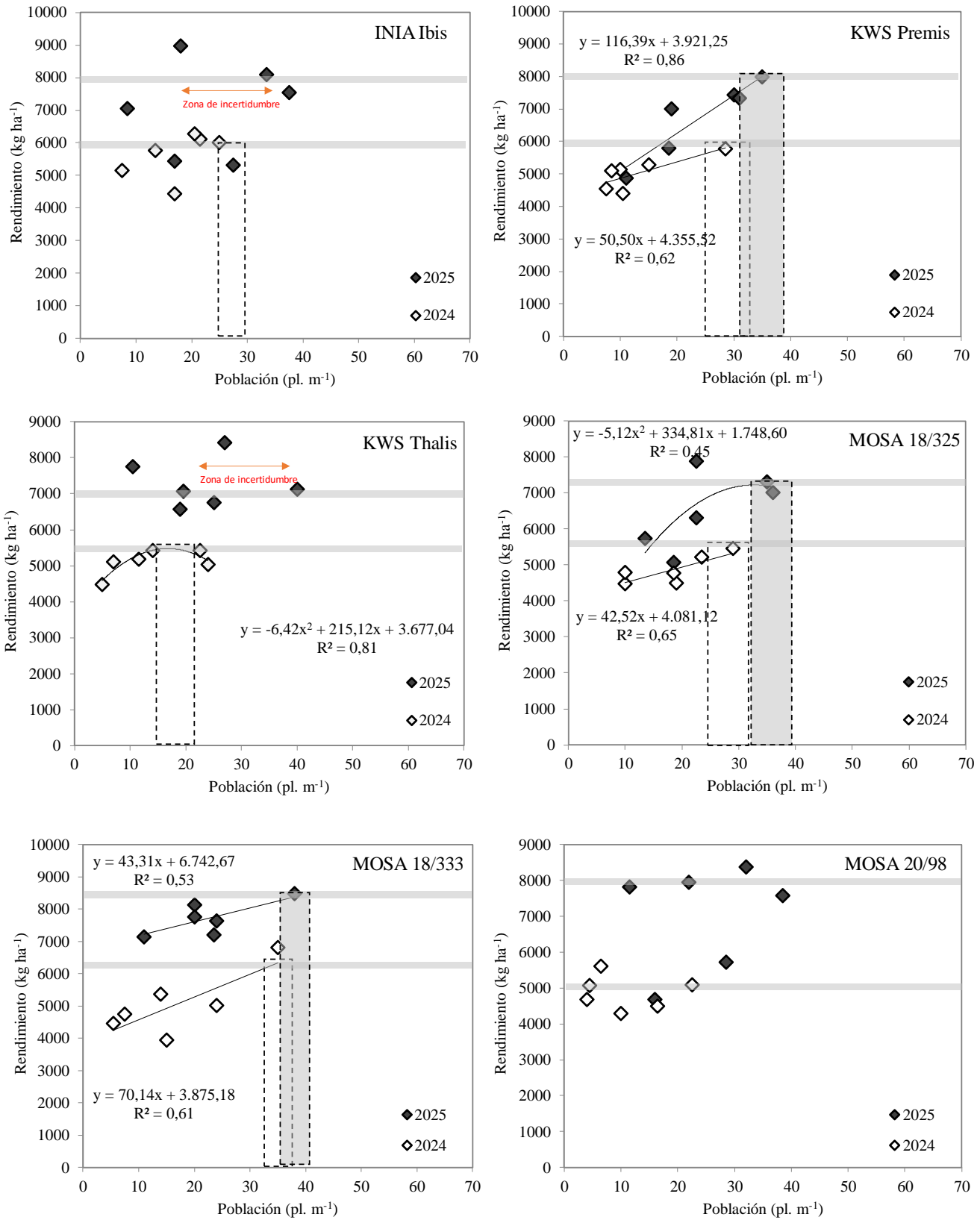


Figura 12.- Rendimiento en grano en función de la población lograda a campo, para los cultivares que cumplen dos años de evaluación en el año 2025, con fungicidas.

Por lo que significa en cuanto al entendimiento de cómo se construye el potencial de cada cultivar, y cuál es la base de la respuesta a la población en cuanto a componentes, la información del cuadro 9 muestra los componentes por cultivar para las tres poblaciones evaluadas.

Cuadro 9.- Componentes del rendimiento en respuesta al cambio en la población para todos los cultivares evaluados en el 2025, con fungicida, ordenados por rendimiento medio.

Variedad	Trat. Población (pl m ⁻¹)	Población Pl m ⁻¹	Población Pl m ⁻²	Esp m ⁻²	Gran esp ⁻¹	Granos m ⁻²	PG (mg)
MOSA 18/333	15	16	105	484	30	14335	48
	30	20	133	457	38	16655	47
	45	29	194	523	33	16985	46
Malkia	15	14	92	514	30	15139	47
	30	28	184	537	32	16976	46
	45	38	256	513	35	17588	45
KWS Thalís	15	12	77	505	29	15209	43
	30	24	158	499	32	15927	49
	45	37	247	530	29	15335	47
INIA Ibis	15	16	109	453	33	14715	47
	30	23	152	496	32	15619	48
	45	32	216	461	35	15836	48
MOSA 20/98	15	14	94	481	27	13147	49
	30	28	188	513	38	18609	45
	45	28	185	550	30	15652	45
KWS Premis	15	12	81	447	28	11879	44
	30	26	170	507	33	16999	43
	45	35	233	546	35	18955	40
MOSA 18/325	15	16	103	528	20	10430	50
	30	22	145	426	34	14393	47
	45	30	197	514	35	17675	43
Arrayan (T)	15	17	110	463	26	12290	44
	30	17	116	472	30	14112	43
	45	31	206	521	30	15767	42
Quebracho (T)	15	13	85	424	26	11003	48
	30	25	168	453	31	13227	49
	45	34	224	458	31	13864	45
FNC 6-1 (T)	15	12	82	394	26	10220	52
	30	27	180	515	28	14202	45
	45	32	215	393	36	13096	47

Si consideramos que además del ajuste a la población, el potencial de cada cultivar está fuertemente condicionado por su comportamiento sanitario; el ajuste específico al cultivar considerando ambos factores de manejo, como viene siendo registrado en los últimos años, en algunos casos cambia sustancialmente el resultado final en cuanto a la evaluación del rendimiento alcanzable limitado por agua de un cultivar. En este sentido en el cuadro 10 se presenta para todos los cultivares evaluados, el cambio de rendimiento por ajuste de la población y respuesta específica al fungicida.

El criterio general para adjudicar un factor como responsable del cambio en el rendimiento de cada cultivar, fue que el incremento en rendimiento debido al factor a igualdad de condiciones del otro factor, sea equivalente como mínimo al 10% de la condición estándar (sin aplicar el factor). Esta metodología no evalúa la existencia de una

posible interacción entre factores. Por último, la metodología utilizada para definir el cambio en el ranking entre los cultivares (Cuadro 10), no implica un análisis estadístico riguroso, por lo tanto, no podemos inferir que las posibles diferencias entre los cultivares se repitan en el tiempo. Sin embargo, permite cuantificar el impacto del ajuste preciso de la tecnología de producción (población – fungicida) en cada cultivar para el año en estudio.

Cuadro 10.- Orden de potencial de los cultivares evaluados en base al cambio de rendimiento, por ajuste de la población y respuesta al fungicida, en relación a una población promedio y sin fungicida (ordenado por rendimiento a nivel del manejo específico).

Cultivar	Sin manejo específico 163 pl m ⁻²	Con manejo específico Población óptima	Factor de manejo responsable del cambio	Cambio de potencial	
				(Kg ha ⁻¹)	(%)
MOSA 18/333	7253	8314	Población – Sanidad*	1061	15
Malkia	7415	7808	-	393	5
KWS Thalís	6734	7584	-	850	13
INIA Ibis	7469	7818	-	349	5
MOSA 20/98	7425	8167	-	742	10
KWS Premis	6402	7699	Población	1297	20
MOSA 18/325	6507	7149	Población	642	10
Arrayan (T)	5949	6506	-	557	9
Quebracho (T)	6027	6223	-	196	3
FNC 6-1 (T)	5905	6306	-	401	7
Promedio	6709	7357	Población	649	10

* p-valor: 0,097

Del cuadro anterior y en forma resumida podemos concluir que, para esta región del país en el año 2025, como resultado de la selección de cultivar, del ajuste de la población y el fungicida, el rendimiento alcanzable limitado por agua varió en 2409 kg ha⁻¹, desde los 5905 a los 8314 kg ha⁻¹. Estos 2409 kg ha⁻¹, que surgen de la interacción entre cultivar y manejo, están dados fundamentalmente por la respuesta a la población (15% promedio para todas las variedades, p-valor: <0,0001) y este año en particular con nulo efecto sanidad (1,2% promedio para todas las variedades, p-valor: 0,634). Año a año es muy clara la evidencia de que el juicio del potencial de un cultivar en función de su orden relativo, cambia radicalmente en función del manejo, y por tanto es dependiente de la información que permite inferir el ajuste. En este sentido hay cultivares de elevado potencial dependientes solo del ajuste de la población, solo del fungicida o ambos factores de manejo.

3. población sugerida para los cultivares de segundo año de caracterización

El resultado final de caracterización de los cultivares que cumplen su segundo año, debe basarse en los resultados de los dos años de evaluación. Para este ciclo en donde el año 2024 y el 2025, fueron muy diferentes en cuanto a condiciones climáticas y consecuencia de ello, diferencias importantes en potencial y calidad, es especialmente relevante observar el comportamiento específico de cada cultivar en cada año. En el siguiente cuadro, se presenta para los cultivares que finalizan su caracterización, cuál sería el mejor rango de población considerando el rendimiento y calidad de grano, en relación a todos los cultivares caracterizados a la fecha.

Cuadro 11.- Rango óptimo de población (pl. m⁻¹) para los distintos cultivares evaluados en el programa de caracterización de cultivares de cebada, realizado por la Facultad de Agronomía desde 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						
	Natasia						

2015	CLE 280						
	CLE 282						
	Blondie						
	Explorer						

2016	MOSA 09/312						
	KWS Tinka						
	KWS Irina						
	Attika						
	C. 0671						
	C. 0670						
	C. 05098						

2017	MOSA 10/489							
	MOSA 12/284							
2018	CLE 290							
	MOSA 13/113							
	MOSA 13/123							
	MOSA 13/30							
2019	CLE 298							
	NAHARA							
	FANA							
	AMBEV 377							
2020	CLE 304 (INIA Abydos)							
	CLE 307 (INIA Osiris)							
	AMBEV 376							
2021	Ambev 378							
	Ambev 433 (Alhue)							
	MOSA 14/27							
	MOSA 15/74							
	MOSA 17/2							
2022	Ambev 396							
	Ambev 381							
2023/2024	MOSA 17/1							
	MOSA 18/225							
	INIA Sila							
	INIA Pinta							
2025	INIA Ibis							
	KWS Premis							
	KWS Thalís							
	MOSA 18/325							
	MOSA 18/333							
	MOSA 20/98							
		24	27	30	33	36	40	44

La información disponible en el trabajo 2025 y el contenido en informes anteriores (en cuanto a ambiente y desempeño individual de cada cultivar en relación a los testigos de comportamiento conocido), permite que cada usuario pueda seleccionar el cultivar en función del ambiente específico para el cual lo requiere (junto a la información que surge de la red nacional de evaluación de cultivares de INASE-INIA). Con esta información es posible, ajustar específicamente el manejo al cultivar en forma objetiva.

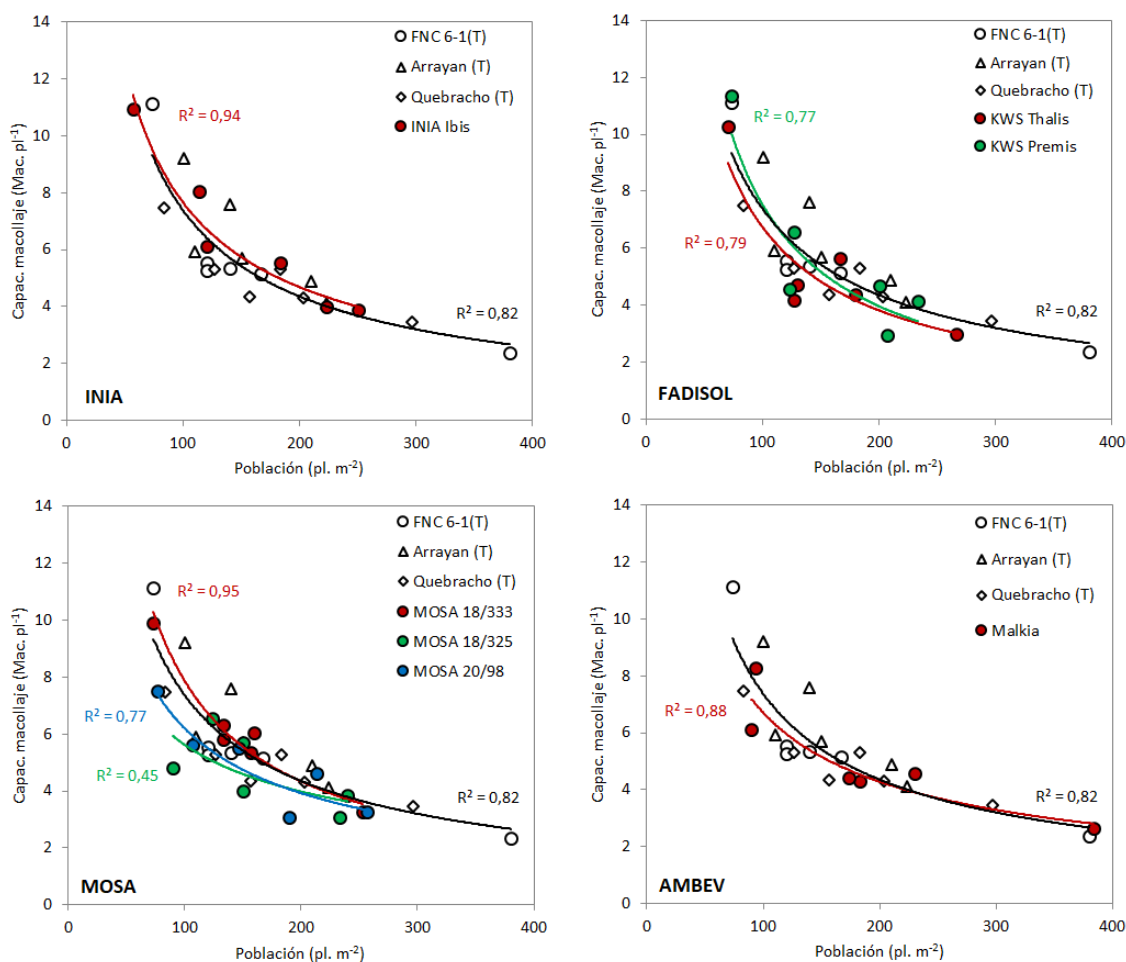
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **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.
4. **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.
5. **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
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 2002.** 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
10. **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.
11. **Hoffman, E.; Benítez, A.; Cadenazzi, M. 2004.** Caracterización de cultivares de trigo. Primer ciclo de Baguette10, INIA Churrinche, INIA Torcaza e INIA Gorrión. EEMAC- Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
12. **Hoffman. E.; Castro A.; Ernst. O.; Benítez. A.; Cadenazzi. M. 2006 (s/p).** Sincronización de macollaje y su relación con el número de espigas y rendimiento, para distintos cultivares de Cebada cervecera en Uruguay. Agrociencia, Recepción del trabajo en Septiembre del 2005.
13. **Hoffman. E, Gestido. V y Cadenazzi. M. 2007.** Caracterización de cultivares de trigo. Segundo ciclo de INIA Tero, INIA Carancho, INIA Don Alberto, INIA Madrugador e INIA Carpintero y primer ciclo de Biointa 1001. En Novena Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. Abril del 2007.
14. **Hoffman. E, Fernández. R, Baeten. A, y Cadenazzi. M. 2009a.** Caracterización de cultivares de trigo. Segundo ciclo de Biointa 1002, Biointa 3000, Baguette 11 y Baguette 13. Primer ciclo de: Noyal, Atlax, Centauro, Baguette 19 y Baguette 9. En 11ª Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. 2009.
15. **Hoffman. E.; Viega. L.; Cadenazzi. M; Gestido. V.; Mesa. P.; Fernández. R.; Baeten. A.; Glison. N. 2009b.** Bases morfofisiológicas que justifican el manejo diferencial de cultivares de Trigo y Cebada en Uruguay. En: Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano. Facultad de Agronomía, UDELAR – IPNI Cono Sur. ISBN978-9974-0-583-9- pp. 49-74.
16. **Hoffman. E, Catro A. 2012.** Cambios en la fecha de siembra en cultivos de invierno en Uruguay. Implicancias sobre el rendimiento y el riesgo. Cangüé Digital 2012- Segunda Época Nro 32. IN <http://www.eemac.edu.uy/canguel/>
17. **Hoffman EM, Locatelli A, Fassana CN, Viega L, Castro AJ. 2014.** Evaluación de la evolución de la oferta varietal del trigo en Uruguay en el siglo XXI. En: Memorias de Seminario Internacional. 1914 – 2014, un Siglo de Mejoramiento de Trigo en la Estanzuela. Agosto 2014. INIA la Estanzuela. Colonia Uruguay.
18. **Hoffman, E. M, Fassana C.N, Akerman, A, Bonancea, S, Van de Dorpel, M. 2018.** Caracterización de cultivares de trigo 2017. Informe del programa e caracterización de cultivares de la de la Facultad de Agronomía - EEMAC. Universidad de la República. Uruguay. 37p (<http://www.eemac.edu.uy/>)
19. **Haun, J.R. 1973.** Visual quantification of wheat development *Agronomy Journal* 65(1):116-119.
20. **Saari, E.E. y Prescott J.M. 1975.** A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *PlantDisease Rep.* 59:377-380.

VII. ANEXOS

1. Componentes números del rendimiento y parámetros de calidad

Figura A1.- Capacidad de macollaje para todos los cultivares evaluados en el año 2025, con fungicida en función de la población. Agrupados por empresa solicitante y en relación a los testigos.



Cuadro A1.- Proteína y tamaño de grano para todos los cultivares y poblaciones evaluadas en el 2025, con fungicidas (ordenado por rendimiento medio a todas las densidades).

Cultivar	Proteína en grano			Tamaño de grano		
	Población (pl. m ⁻¹)			Población (pl. m ⁻¹)		
	15	30	45	15	30	45
	----- (%) -----			----- 1 ^a +2 ^a (%) -----		
MOSA 18/333	10,1	9,8	10,1	94	94	92
Malkia	10,8	10,3	10,2	93	93	88
KWS Thalís	10,0	9,6	9,6	93	89	89
INIA Ibis	10,1	10,3	9,9	94	91	92
MOSA 20/98	11,6	11,0	10,5	94	94	94
KWS Premis	9,8	10,0	9,9	85	92	89
MOSA 18/325	11,8	10,2	10,3	90	92	91
Arrayan (T)	11,9	11,5	11,8	93	92	92
Quebracho (T)	12,7	12,2	11,6	92	92	90
FNC 6-1 (T)	12,3	11,9	11,9	92	87	94
Promedio	11,1	10,7	10,6	92	92	91

Cuadro A2.- Proteína en grano para todos los cultivares y poblaciones evaluadas en los dos últimos años con fungicidas.

Cultivar	Proteína en grano 2025			Proteína en grano 2024		
	Población (pl. m ⁻¹)			Población (pl. m ⁻¹)		
	15	30	45	15	30	45
	----- (%) -----			----- (%) -----		
MOSA 18/333	10,1	9,8	10,1	12,0	12,7	12,4
Malkia	10,8	10,3	10,2	-	-	-
KWS Thalís	10,0	9,6	9,6	11,9	11,7	12,1
INIA Ibis	10,1	10,3	9,9	12,9	11,7	11,6
MOSA 20/98	11,6	11,0	10,5	12,9	12,8	13,4
KWS Premis	9,8	10,0	9,9	12,2	11,7	12,2
MOSA 18/325	11,8	10,2	10,3	13,4	12,8	13,5
Arrayan (T)	11,9	11,5	11,8	13,7	13,6	13,1
Quebracho (T)	12,7	12,2	11,6	14,3	14,3	14,3
FNC 6-1 (T)	12,3	11,9	11,9	14,4	13,8	13,5
Promedio	11,1	10,7	10,6	13,1	12,8	12,9

1. Sanidad y respuesta en rendimiento al control

Para el año 2025 no se registró efecto significativo por enfermedades foliares (Cuadro A3 y A4, Figura A2 y A3), siendo mancha en red la principal enfermedad cuantificada.

Cuadro A3.- Rendimiento y componentes para el promedio de todos los cultivares con y sin fungicida evaluados en el 2025.

	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Biomasa tot. (kg MS ha ⁻¹)	IC (%)	Esp. m ⁻²	Granos esp. ⁻¹	Gr. m ⁻²	PG (mg)
C/Fungicida	6790	23437	29	498	30,3	14987	46,4
S/Fungicida	6709	22023	30	473	31,9	14736	46,0
Probabilidad	0,634	0,034	0,051	0,086	0,233	0,645	0,731
MDS (5%)	-	1303	-	-	-	-	-
CV (%)*	13,9	15,7	11,6	16,2	22,2	19,9	12,1
SC _f /SC _t **	0,1%	2,3%	3,3%	2,4%	1,0%	0,14%	0,11%

*.- Sin tratar en relación al cultivo protegido. MDS – Test de Tukey P<0.05.

**.- Partición de suma de cuadrados. Efecto fungicida frente a demás fuentes de variación.

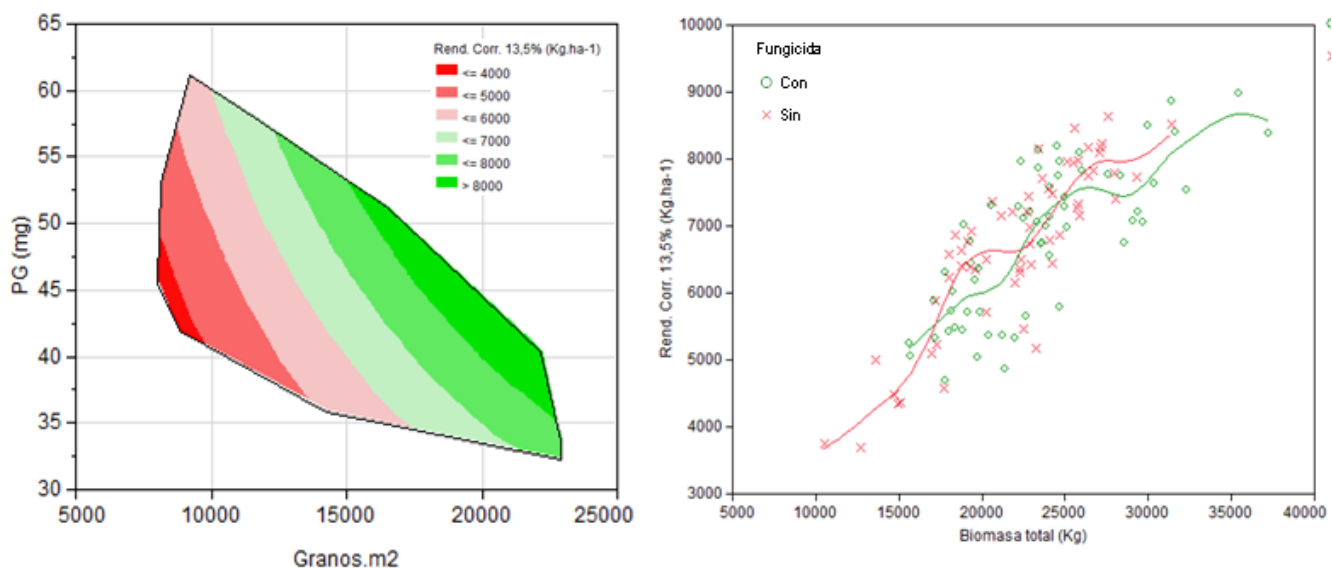


Figura A2.- Relación entre el peso de grano y el número de granos cosechados (izquierda) y entre biomasa total a cosecha y rendimiento en grano, con y sin fungicida en 2025.

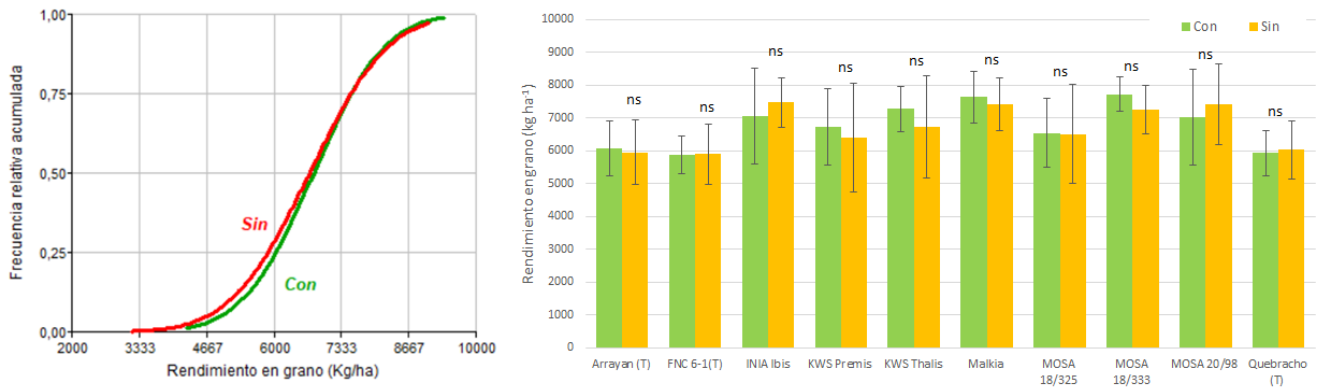


Figura A3.- Distribución de frecuencias de rendimiento con y sin protección total con fungicidas (izquierda) y Rendimiento en grano con y sin fungicidas para los distintos cultivares evaluados, durante el 2025 (Efecto fungicida: $p = 0,634$); interacción Cultivar x fungicida: $p = 0,949$ (derecha). Barras indican el desvío estándar. ns – no significativo; * - significativo al 10%; ** - significativo al 5%; *** - significativo al 1%.

Cuadro A4.- Rendimiento en grano para todos lo cultivares, evaluados en el 2025, con y sin fungicidas. Ordenado por rendimiento con protección total.

Cultivar	Testigo enfermo	Protección Total		Diferencia		p-valor
		----- (Kg ha ⁻¹) -----		----- (%) -----		
MOSA 18/333	7253	7728	475	7	0,097	
Malkia	7415	7639	224	3	0,616	
KWS Thalís	6734	7275	541	8	0,426	
INIA Ibis	7469	7073	-396	-5	0,631	
MOSA 20/98	7425	7026	-399	-5	0,626	
KWS Premis	6402	6724	323	5	0,572	
MOSA 18/325	6507	6544	38	1	0,938	
Arrayan (T)	5949	6082	133	2	0,807	
Quebracho (T)	6027	5936	-91	-2	0,816	
FNC 6-1 (T)	5905	5877	-29	0	0,941	
Promedio	6709	6790	82	1	-	

Figura A4.- Porcentaje de incidencia y severidad para *Drechslera teres* f. *sp. teres* (Mancha en red), con y sin fungicidas para los cultivares evaluados en el 2025.



Nota. El trabajo no habría podido ser desarrollado, sin la colaboración de los funcionarios del campo experimental y de Agricultura de la EEMAC-FAGRO. El análisis de proteína en grano fue realizado por gentileza de MOSA.