



Segundo ciclo de:

CLE 304 (INIA Abydos), CLE 307 (INIA Osiris), AMBEV 376.

Primer ciclo de:

AMBEV 378, AMBEV 433, MOSA 14/27, MOSA 15/74, MOSA 17/2.

Facultad de Agronomía - UdeLaR

EEMAC 2021

Solicitantes: INIA - MOSA – MUSA

Caracterización de cultivares de cebada cervecera 2020.

Facultad de Agronomía - EEMAC 2021

Segundo ciclo de: CLE 304 (INIA Abydos), CLE 307 (INIA Osiris), AMBEV 376.

Primer Ciclo de: AMBEV 378, AMBEV 433, MOSA 14/27, MOSA 15/74, MOSA 17/2.

Esteban Hoffman¹, Nicolás Fassana², Alejandro Akerman², Matías Van den Dorpel²

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los cambios 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 además del manejo sanitario 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 ajuste de la población, la información nacional disponible, ha mostrando consistentemente en Uruguay la conveniencia del uso de poblaciones inferiores a las 300 plantas.m⁻² (Hoffman, 1995, Hoffman et al., 2002^a, Hoffman et al. 2005, Hoffman et al., 2006, Hoffman et al., 2011), aunque en los últimos 4 a 5 han surgido nuevos cultivares con óptimos que se acercan a las 300 pl.m⁻² (Hoffman et al., 2015, 2018).

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 macollaje y crecimiento, en particular en los primeros estadios (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 no 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 o particulares de un cultivar, pero no a 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 podría cambiar para similares características del patrón de crecimiento inicial, aunque no hay evidencias aún sobre ello.

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

Cabe mencionar, que en los últimos años, han ingresado a caracterización cultivares de macollaje medio a medio-bajo, sincronizados, de elevada capacidad de producción de biomasa durante el encañado y

¹ Profesor Adjunto. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal.- EEMAC-Facultad de Agronomía. tato@fagro.edu.uy

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

baja producción anterior, que han mostrado respuesta a poblaciones elevadas mayores a las 40 pl.m⁻¹, (Hoffman et al., 2013).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el invierno del año 2020, en la unidad experimental (P 31), de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) (32°22'45.57''S; 58°03'14.13''O), Facultad de Agronomía en Paysandú.

En el experimento de campo, el diseño utilizado fue un factorial completo de población por cultivar en bloques al azar con 5 repeticiones. Las poblaciones objetivo fueron: 15, 30 y 45 plantas.m⁻¹ (lineal) sembradas a una distancia entre hileras de 15 cm (100, 200 y 300 plantas.m⁻²). Los cultivares evaluados en el segundo ciclo fueron: CLE 304 (INIA Abydos) y CLE 307 (INIA Osiris) de INIA y AMBEV 376 de MUSA, y en primer ciclo: AMBEV 378 y AMBEV 433 de MUSA, MOSA 14/27, MOSA 15/74 y MOSA 17/2 de MOSA. 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⁻¹ (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. La inclusión de INIA Arrayán como testigo, obedece a que representa un cambio en el tipo de cultivares dominantes en el cultivo en el país. De ciclo largo, con respuesta al fotoperíodo, es un cultivar de elevado potencial adaptado a las condiciones de producción uruguayas. Este cultivar fue caracterizado finalmente en el año 2006 (Hoffman et al., 2007).

En el experimento de campo, tres de los cinco bloques, fueron manejados con fungicida y dos sin fungicida. La época de siembra fue el 4 de junio, en parcelas de 5 m de largo por 0,9 m de ancho, con emergencia el 15 de junio. Las determinaciones realizadas fueron: plantas.m⁻¹, macollos.m⁻² a Z 3.0, espigas.m⁻², biomasa total a cosecha, rendimiento en grano, número de granos.espiga⁻¹ 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.

Como en todos los años anteriores, la chacra seleccionada es siempre una chacra nueva, con menos de 2 años de roturada la pastura. En cuanto al control de malezas durante el barbecho, se utilizaron 1,5 Lt.ha⁻¹ de Curtail + 3,5 Lt.ha⁻¹ de Glifosato 48%. En pos-emergencia, a Z 21 (11/07) se utilizaron 1.5 Lt ha⁻¹ de Curtail para control de nuevas emergencias de Crucíferas principalmente.

En el experimento, los bloques con fungicidas llevaron el siguiente manejo: 1.2 Lt.ha⁻¹ de Xantho el 8 de setiembre (Z 34) y se repitió la dosis el 22 de setiembre (Z 47).

Los nutrientes fueron ajustados en forma objetiva en base a análisis de suelo y planta (cuadro 1).

Cuadro 1.- Nutrientes en suelo y planta, dosis y fuente de fertilizante aplicado según estadio.

Momentos- Estadio	Indicador	Valor Análisis	Fertilización (Kg.ha ⁻¹) y fuente utilizada
Siembra	P suelo (0-20 cm) – Bray I (ppm)	8	25 kg de N ha ⁻¹ y 64 kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹ (18-46-0)
	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) (ppm)	9	
	K (meq.100 g suelo ⁻¹)	0,67	--
	pH (agua)	5,3	--
Z 22	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) – 15/07 (ppm)	7	55 kg N ha ⁻¹ (Urea azufrada)
Z 30	N total en planta – 05/08 (%)	4,1	0
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	2,6	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)*	1,33	
Z 33	N total en planta – 28/08 (%)	1,9	35 kg N ha ⁻¹ (Urea azufrada)
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	5,9	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)*	0,8	

*.- En base a CDN (Fassana et al., 2019)

El trabajo de caracterización del crecimiento inicial llevado adelante en invernáculo, busca exponer a las plantas en sus primeros estadios del macollaje a mayores temperaturas. Bajo estas condiciones, las plantas se siembran en tarrinas de 60000 cm³, con una mezcla de 2/3 de suelo (aproximadamente 25 % arcilla-50 % arena y 25 % limo) y 1/3 de arena lavada. Se siembra un cultivar por tarrina, con tres líneas de 20 plantas cada una. A la siembra (7 de Julio), se realizó una fertilización equivalente a 150 Kg.ha⁻¹ de 18-46-0, a Z 22 se refertilizó con el equivalente a 100 kg.ha⁻¹ de urea azufrada y a Z 30-31 con el equivalente a 100 kg.ha⁻¹ de la misma fuente.

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 cuatro días, y el % de plantas sin macollar, y con ausencia del T₁. 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 1 hora).

III. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Para el año 2020, el período de implantación desde principios de junio, transcurrió bajo condiciones de elevada de humedad en suelo y las precipitaciones pos-siembra fueron abundantes, afectando la implantación en general (Figura 1).

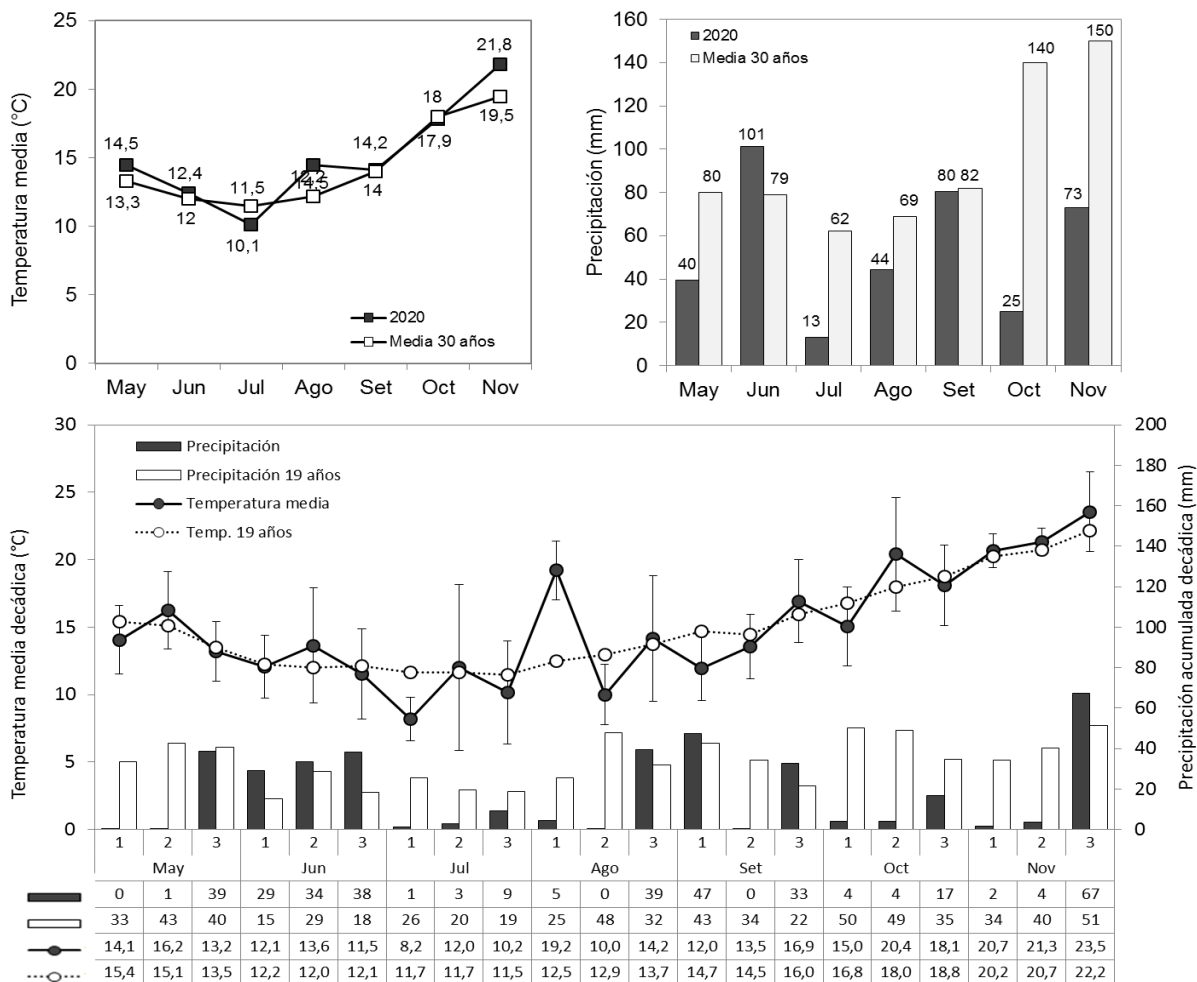


Figura 1.- Precipitaciones y temperatura media mensual y decádica, para el año 2020 en relación al promedio histórico mensual de 30 años y decádico de 19 años, para Paysandú.

Las precipitaciones en el mes siguiente a la siembra fueron escasas, acompañada de bajas temperaturas (figura 1). Salvo los picos de elevada temperatura a principios de agosto, el invierno fue frío y seco. Las condición térmica de la primavera, se puede definir como fresca a fría. Desde el punto de vista hídrico durante los dos últimos tercios del período crítico (PC) y durante el llenado de granos, las precipitaciones fueron muy escasas (64 mm desde la segunda década de septiembre hasta la segunda de noviembre, un 25% en relación a lo normal) (Figura 1).

Sin embargo el coeficiente fototermal (Q) fue muy elevado (el más alto de la serie) (2,03 Mj⁻¹.m⁻².d⁻¹.°C⁻¹), permitiendo explicar el rendimiento muy elevado aún con déficit hídrico gran durante parte del PC.

Cuadro 2- Régimen térmico a campo, desde emergencia hasta Z 30, en relación con los años anteriores.

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	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
2016	11,9	7	0
2017	14,7	6	0
2018	10,2	0	0
2019	12,1	2	0
2020*	12,0	8	0

*Emergencia: 15/06; Z.30: 05/08

A pesar de lo frío del invierno, hasta Z30 en este año, la temperatura media no fue muy baja, el número de días con mas de 20°C fue intermedio (Cuadro 2), explicado básicamente por el pico de temperatura de la primera década de agosto (Figura 1).

IV. RESULTADOS

IV.a. Caracterización del crecimiento inicial

La respuesta de los distintos cultivares a condiciones de crecimiento inicial que podrían simular inviernos cálidos, se estudia bajo condiciones controladas en invernáculo. 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 2020, la temperatura media durante el crecimiento inicial en invernáculo fue de 15,0 °C, similar al promedio del período estudiado (15,6 °C) (cuadro 3). Una temperatura 3,0 °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). No siempre existe relación estrecha entre el incremento de la temperatura y la reducción del macollaje, ya que los cambios térmicos dentro de este período son un fuerte y principal determinante final del macollaje y su sincronización. Igualmente, cuando la temperatura es muy elevada, el macollaje final resulta ser definitivamente bajo (Hoffman et al., 2013), (Cuadro 3). En este ambiente de mayor temperatura durante el macollaje, es en el que deseamos evaluar a los nuevos cultivares.

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	Temp. Media*	Inicio macollaje		Sincronización	Plantas	Plantas que saltan 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	3,0	30,5	1,8	1
2004	14,7	20,7	3,4	22,5	0	0
2005	15,7	15,2	3,2	17,8	0	0
2006	16,1	21,2	3,5	24,0	0	0
2007	17,1	24,7	4,3	Sin T ₂	30	15,8
2008	15,3	19,0	2,4	22,5	0	0
2009	14,0	27,3	3,5	28,0	0	0
2010	16,7	24,5	4,8	23,0	0	45
2011	15,3	41,0	3,8	46,0	0	20
2012	15,9	27,3	4,1	37,0	0	15
2013	14,8	26,4	3,9	26,0	15	41
2014	16,2	23,4	3,9	25,7	0	0
2015	15,6	20,2	3,4	23,9	0	0
2016	16,4	20,1	3,6	23,2	0	10
2017	17,5	19,0	3,9	20,1	0	0
2018	13,6	24,1	3,4	29,2	0	0
2019	15,4	19,4	3,6	23,0	0	20
2020	15,0	28,0	4,2	33,4	10	15

*Temperatura media en invernáculo (primeros 50 días de crecimiento). **- Número de hojas en el tallo principal.
&- Siembra en invernáculo el 07 de julio del 2020.

Como viene siendo sistemáticamente diagnosticado, en general las elevadas temperaturas en torno al inicio de macollaje lo retrasan fenológicamente, y si se mantienen, lo reducen (Hoffman et al., 2009). Sin embargo, si la temperatura es muy baja, como la registrada en el 2018, el inicio del macollaje en días, se retrasa y por tanto es mayor la desincronización del macollaje. La reducción del período de macollaje con las elevadas temperaturas que suelen registrarse en invernáculo (inicio retrasado y finalización anticipada), se incrementa la proporción de plantas que no macollan y/o suspenden la aparición del primer macollo natural (T₁). Cuando la temperatura es baja, sucede lo opuesto, todas las plantas macollan y ninguna suele saltarse el T1.

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). Cuando la temperatura es elevada desde el inicio, se cumple en menor tiempo el período de siembra-emergencia y emergencia 3 hojas, y es por ello que el inicio de macollaje puede en muchos casos iniciarse muy temprano a pesar de la elevada temperatura. En el 2018, después del día 10, la temperatura se mantuvo baja todo el tiempo (Figura 2), y es por ello el macollaje se inició más tardíamente y fue más desincronizado, por encima del promedio de la serie: 26.6 días, asociado a la baja temperatura en los primeros 30 días (Hoffman et al., 2009) (Cuadro 3).

En el 2020, desde el inicio la temperatura fue bajando hasta el día 30 (Figura 2), esto seguramente sea lo que llevó a que el macollaje se iniciara tardíamente y por tanto se retrazara fenológicamente. A ello se suma que en los siguientes 20 días, en invernáculo, la temperatura sube abruptamente. Esto se ha asociado a macollaje final bajo y niveles elevados de desincronización del macollaje (Hoffman et al., 2009) (Cuadro 3; Figura 3).

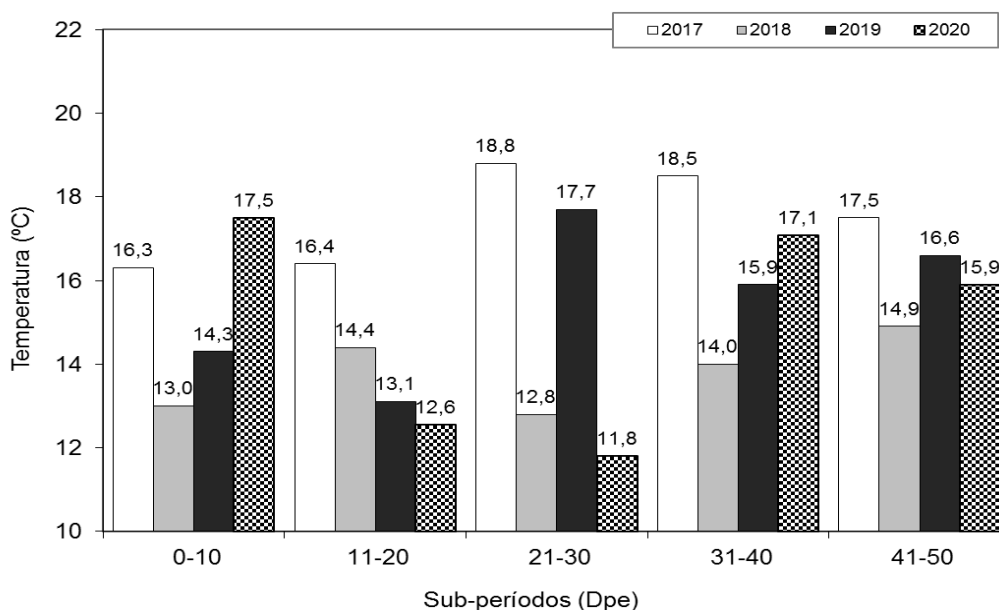


Figura 2.- Temperatura media para distintos sub-períodos desde la emergencia hasta los 50 dps (cercano a Z 30), en invernáculo para el 2017, 2018, 2019 y 2020 para fecha de emergencia del 16 de Julio. (Temperatura media, 17,5°C; 13,8°C; 15,4°C y 15,0°C para el año 2017, 2018, 2019 y 2020 respectivamente).

Estudiar el macollaje en campo, pero sobre todo la reacción de los distintos cultivares en condiciones de elevada temperatura en invernáculo, 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, el macollaje siempre es superior al registrado en invernáculo, aunque en cebada las diferencias suelen ser menores a lo que hemos estado registrando en trigo. Los resultados de las diferencias entre el macollaje en campo y en invernáculo, se presentan a continuación, y fueron muy similares a los informado para el caso del Trigo en el informe de caracterización de éste mismo año (<http://www.eemac.edu.uy/index.php/242-otras-publicaciones/otras-publicaciones/988-cultivos-de-invierno-caracterizacion-de-cultivares-trigo-y-cebada>)

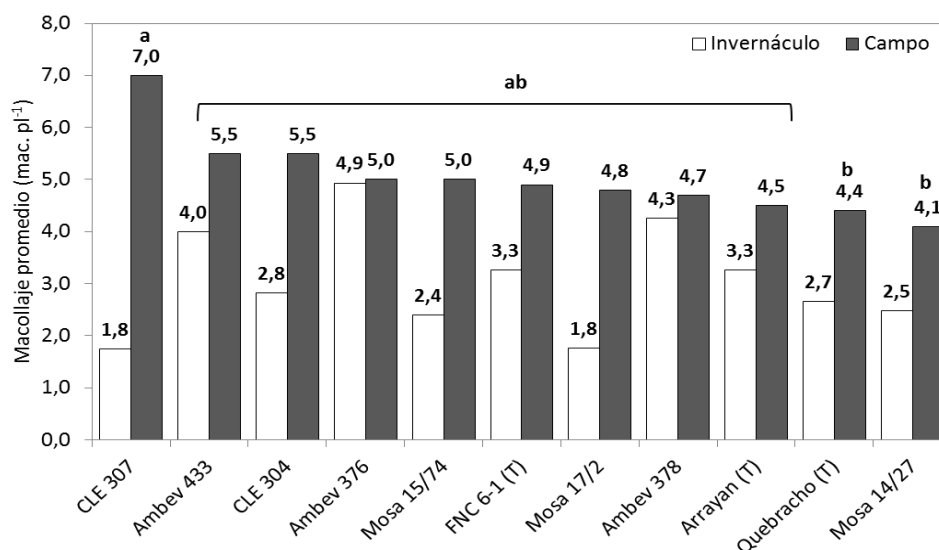


Figura 3- Macollaje para todos los cultivares en caracterización en el 2020, a una población entorno a las 30 plantas/m lineal en invernáculo y campo. Libre de enfermedades. (DMS Tukey 5% para macollos/planta a campo = 2,5, p-valor = 0,087). Distintas letras indican diferencia significativa entre variedades a campo.

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 (figura 3). 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). Para estas condiciones particulares del 2020, cabe resultar el singular comportamiento de Ambev 376 y Ambev 378, que a diferencia del resto de los cultivares (incluidos los testigos), no mostraron reducción de N^o de macollos por planta al pasar de un ambiente de 12 °C de temperatura media uno de 15 °C. Junto a Ambev 433, son cultivares de macollaje elevado y seguramente este comportamiento este explicado por el inicio muy temprano del macollaje observado en el invernáculo (Cuadro 4).

Cuadro 4- Caracterización del crecimiento inicial en invernáculo, para todos los cultivares evaluados en el año 2020, ordenado por los días de ciclo a inicio del macollaje. Fecha de Siembra en invernáculo – 7 de Julio.

Variedades	Com. Mac. DPE	Com. Mac. haun Tp ^{&}	Sincronización Dif. Tp-T2 (días)	Plantas Sin Mac. (%)	Plantas Con T0 (%)	Plantas Sin T1 (%)
INIA Arrayán (T)	33,0	4,7	31,8	0%	0%	20%
E. Quebracho (T)	30,6	4,4	34,1	20%	0%	20%
FNC 6-1 (T)	29,4	4,0	32,6	0%	0%	10%
Ambev 376	17,8	3,8	19,9	0%	0%	0%
Ambev 378	15,8	3,6	21,5	0%	20%	0%
Ambev 433	19,5	3,8	25,2	0%	0%	10%
Mosa 14/27	29,5	4,0	39,1	0%	0%	20%
Mosa 15/74	38,2	4,1	41,0	0%	0%	20%
Mosa 17/2	39,0	4,2	41,0	40%	0%	30%
CLE 307 (INIA Osiris)	-	-	-	100%	--	--
CLE 304 (INIA Abydos)	36,0	5,6	39,0	30%	20%	40%
Promedio	25,9	4,0	29,6	19%	4%	16%

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

Para este año de bajas temperaturas iniciales, igual que en el invierno 2019, en promedio los nuevos cultivares evaluados, retrazaron el inicio del macollaje y se mostraron más desincronizados. Todos, a excepción de los 3 cultivares de AMBEV, mostraron menor macollaje. Llamativamente, bajo estas condiciones los 3 cultivares de AMBEV comenzaron a macollar muy temprano y en forma muy sincronizada. Situación opuesta para el caso de CLE 307, que bajo estas condiciones de frío al inicio del macollaje y luego un salto abrupto en la temperatura a partir del día 30 pos emergencia, no macolló. Esto seguramente deba ser estudiado en profundidad, dado que puede darle al cultivar características especiales de adaptación.

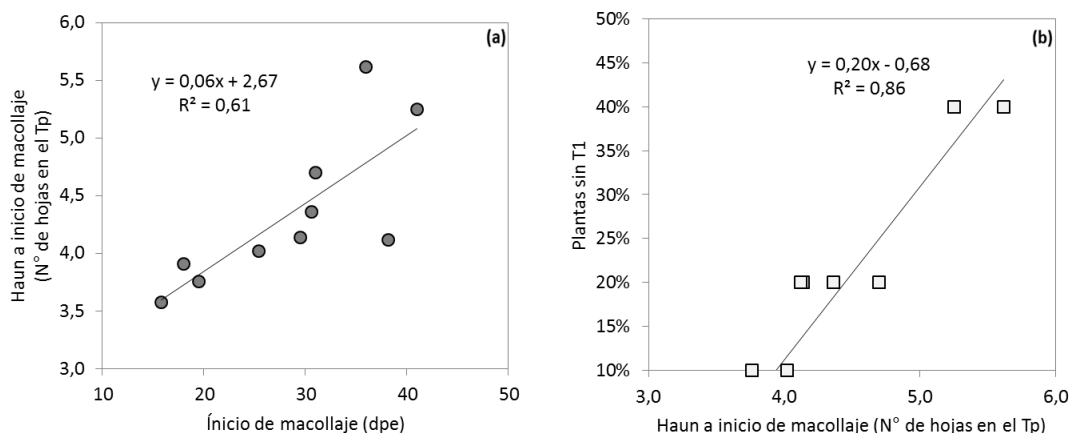


Figura 4.- Relación entre el inicio del macollaje en días y el inicio fenológico del macollaje pos-emergencia en hojas (a) y relación inicio fenológico del macollaje y supresión del T₁ (b).

El inicio de macollaje más temprano, siempre ha estado asociado directamente al adelanto fenológico del macollaje. El inicio con un menor haun en el Tp (número de hojas en el tallo principal) al inicio de macollaje. En la medida que se da un retraso fenológico en el inicio del macollaje, entorno a las 3,5 hojas en el Tp, comienza a crecer la proporción de plantas que se saltean al macollo de mayor productividad (T₁), aunque con diferente tasa según la temperatura del año (Figura 4). A este nivel es donde se observa la mayor diferencia entre cultivares, y estas características suelen estar asociadas con la desincronización del macollaje y a la dificultad de adaptación de algunos cultivares a los ambientes más cálidos (Hoffman et al., 2009).

V.- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO A CAMPO

V.a. Rendimientos y componentes.

En la figura 5 podemos observar la variación del rendimiento para los testigos durante el 2020 en contraste con años anteriores, sin interferencia de enfermedades foliares y de espiga provocadas por hongos. De igual forma que lo observado para el trigo, el año 2020 se ubica en el mejor año, juntos los tres mejores, en cuanto al rendimiento en grano de los testigos genéticos de cebada (Figura 5). Estos tres años (2008, 2010 y 2020), fueron muy secos durante la primavera. Para las condiciones de la EEMAC, el año 2020, fue un año con muy baja oferta de agua aparente durante el encañado y llenado de granos (Cuadro 5).

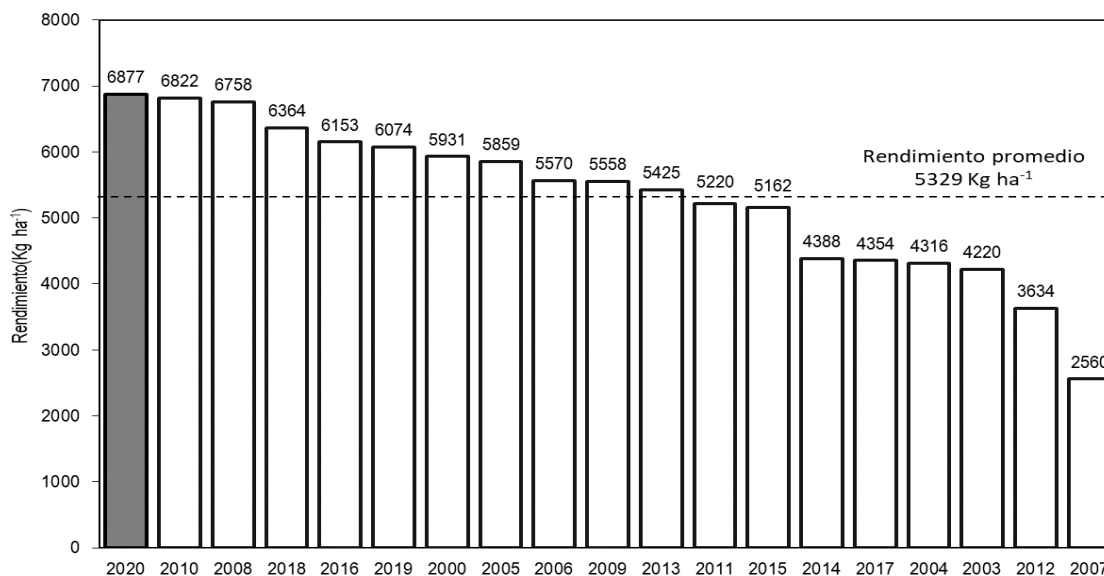


Figura 5- Rendimiento en grano de los testigos de largo plazo (Estanzuela Quebracho y FNC 6-1) evaluados durante el 2020, en comparación con años anteriores, sin efecto de enfermedades, ordenado por rendimiento medio.

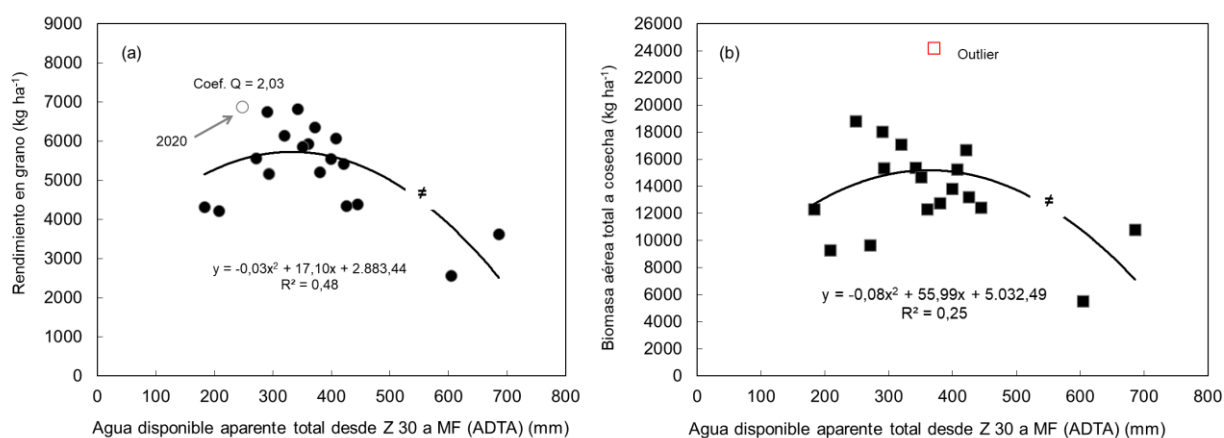


Figura 6.- Rendimiento en grano de los testigos (E. Quebracho y FNC 6-1) en ausencia de enfermedades foliares a hongos, en función del agua total disponible aparente (ADTA) desde Z 30 a MF (a), biomasa total a cosecha, desde el año 2000 (b).

Como viene siendo registrado en los últimos años, la oferta de agua total disponible aparente (ADTA), desde Z 30 a madurez fisiológica (MF), determina una porción cercana al 50% de la variación del rendimiento en grano del año. El valor de esta información, (considerando las diferencias experimentales naturales entre años y las variaciones en el Coef 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). Sin embargo, dado los elevados valores de Coef. Q registrados en este año 2020 ($2,03 \text{ Mj}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$), el rendimiento en grano fue muy elevado a pesar de la menor oferta de agua para el encañado y llenado de granos.

Cuadro 5- Rendimiento en grano, componentes y parámetros de calidad para el ensayo realizado a campo en el 2020 para los testigos de largo plazo (Quebracho y FNC 6-1) a densidad óptima, en comparación con lo observado en años anteriores y agua disponible total aparente de Z 30 a MF, libre de enfermedades foliares provocadas por hongos.

Año	2020	2010	2008	2018	2016	2019	2000	2005	2006	2009	2013	2011	2015	2014	2017	2004	2003	2012	2007
Rend. Corr. 14% H (Kg*ha ⁻¹)	6877	6822	6758	6364	6153	6074	5931	5859	5570	5558	5425	5220	5162	4388	4354	4316	4220	3634	2560
Biomasa total (Kg. MS.ha ⁻¹)	18827	15381	18061	24193	17089	15279	12340	14695	9671	13829	16705	12768	15320	12447	13203	12313	9307	13805	5517
Índice de Cosecha (%)	36	43	37	26	37	39	48	42	54	40	33	36	33	34	32	35	46	26	41
Macollos m ⁻²	897	864	708	975	557	900	1044	827	922	1185	1218	1291	829	838	1149	1018	855	sd	586
Fertilidad de tallos (%)	71	75	83	55	80	60	53	77	62	68	73	51	68	78	67	58	74	sd	82
Espigas.m ⁻²	601	626	583	524	440	537	559	634	565	806	882	626	548	650	764	583	630	728	484
Granos.espiga ⁻¹	28	25	25	26	31	24	25	20	18	19	18	19	15	17	18	15	18	15	11
Granos.m ⁻²	16615	15381	14862	13788	13074	12893	13975	12635	10024	14227	14356	11663	8027	10588	13728	8383	11452	10161	5151
Peso de grano (mg)	41,4	44,9	45,4	44,7	44,8	42,7	43,0	48,1	51,0	39,3	38,4	42,0	46,6	39,8	34,4	52,0	45,0	35,7	45,5
Granos > 2.5 mm (%)	91,9	94,6	93,5	84	94,0	91,0	88,0	93,0	97,0	88,5	88,8	95,0	90,3	86,8	89	97,0	94,0	73,5	96,0
Proteína en grano (%)	12,4	13,40	11,50	12,90	12,80	12,70	11,90	11,90	14,10	15,20	14,50	13,7	10,66	13,19	14,20	11,70	11,60	13,9	12,50
Precipitaciones, encañado-llenado de grano. (Set, Oct, y ½ Nov).	150	232	195	219	259	291	210	231	221	312	348	328	271	431	245	113	148	546	462
Capacidad almacenaje del suelo - Agua disponible a Z 30 (mm)	98	110	95	152	60	116	150	120	50	87	73,5	52	22	92	103	70	60	140	91
Agua disponible total aparente (mm) *	248	342	290	371	319	407	360	351	271	399	421	380	291	523	425	183	208	686	604

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

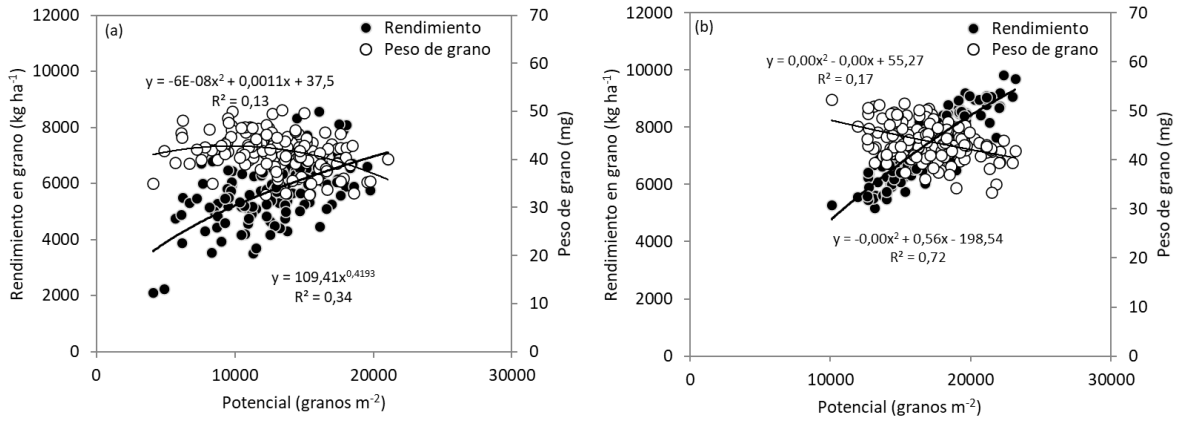


Figura 7.- Rendimiento y peso de grano, en función del número de granos llenos, de todos los cultivares evaluados a tres poblaciones, en el año 2019 (a) y 2020 (b).

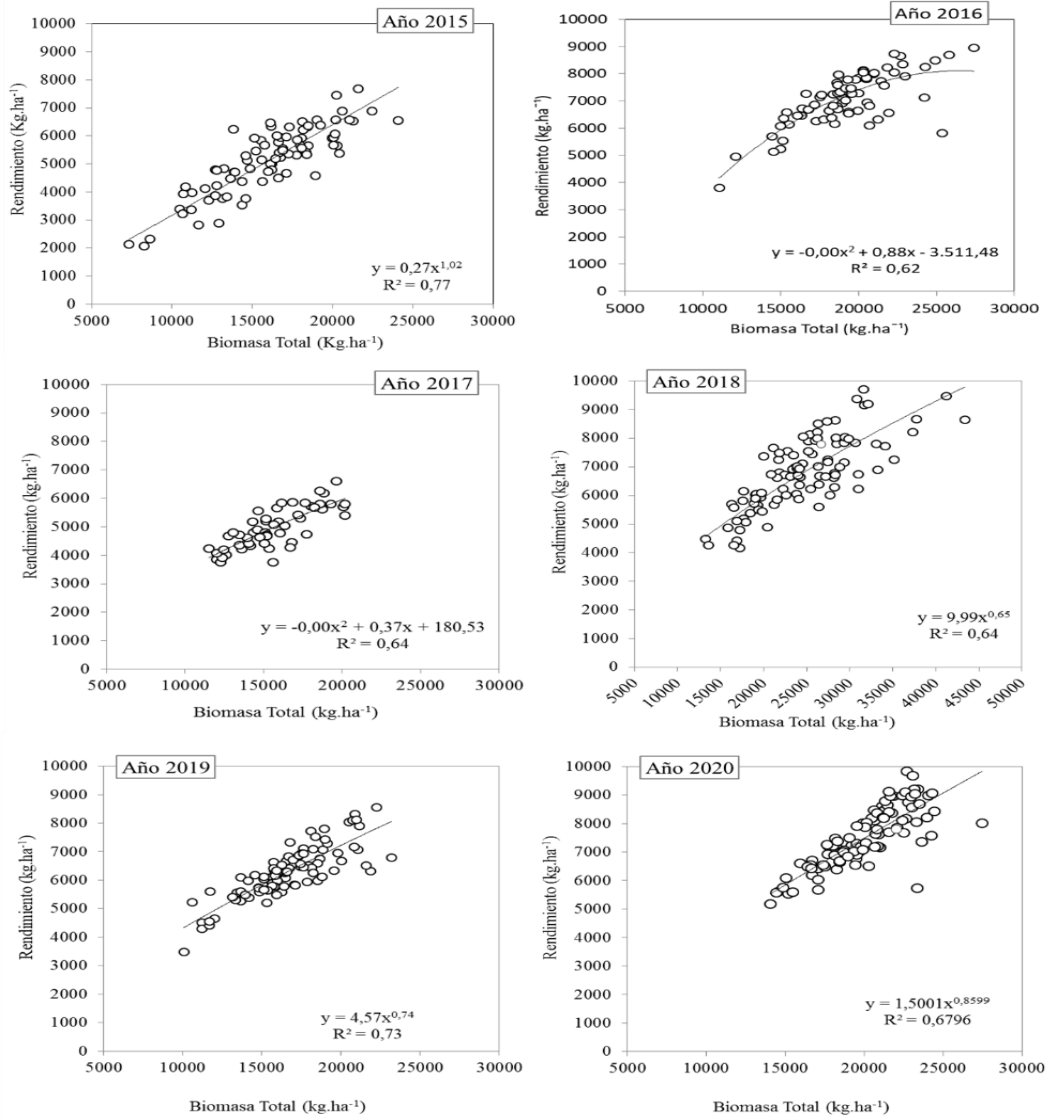


Figura 8.- Relaciones entre la biomasa total producida a cosecha y el rendimiento en grano el 2020 y los 5 años anteriores. Libre de enfermedades.

En base a la información del cuadro 5, el rendimiento en grano del año obedece a una elevada biomasa total (BT) a cosecha, aunque el IC como era esperable, fue bajo (en parte debido a la elevada producción de biomasa y al estrés hídrico terminal), para el promedio de los testigos genéticos. El rendimiento en grano medio para los testigos genéticos, de 6877 kg ha⁻¹, surge de lo que ya ha ocurrido en años climáticamente muy favorables para el cultivo de cebada cervecera (como el 2008 y el 2010), en base a la concreción de 14.000 granos m⁻², y PG mayor a los 45 mg. En el 2020, a diferencia de ambos años, la levada productividad media, fue el resultado del mayor número de granos por unidad de superficie de la serie.

Como viene siendo registrado recientemente, podemos apreciar también en el 2020, diferencias importantes en rendimiento entre cultivares, ubicándose los testigos de largo plazo en las últimas posiciones del ranking (cuadro 6). Esto resulta de la ganancia genética, que se expresa en el nuevo material genético enviado a evaluar y caracterizar. En el 2020, como en años anteriores, las diferencias entre cultivares estuvieron mayormente y nuevamente explicadas por la BT, aunque el IC contribuyó a las diferencias en las posiciones extremas de rendimiento en grano (cuadro 6). Cabe recordar, que el ranking de cultivares (Cuadro 6), es para el promedio de todas las poblaciones evaluadas y que por lo tanto puede cambiar sustantivamente en función de la respuesta a la población de cada cultivar evaluado.

Cuadro 6- Rendimiento, Biomasa total e Índice de cosecha para todos los cultivares evaluados en el 2020, promedio de todas las poblaciones, y el rendimiento observado en el año 2019, libre de enfermedades foliares y de espiga, provocadas por hongos.

Cultivar	2020			2019	RR 2020 en			
	Biomasa total (Kg ha ⁻¹)	I. Cosecha (%)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	relación a 2019 (%)			
Ambev 378	21334	a	40	a	8607	a	-	-
Ambev 376	20807	ab	39	ab	8282	a	7806	106%
Ambev 433	20774	ab	39	ab	8278	a	-	-
MOSA 17/2	21240	a	38	abc	8033	ab	-	-
MOSA 14/27	20769	ab	37	abc	7727	ab	-	-
CLE 307 (INIA Osiris)	20504	ab	37	abc	7675	ab	6486	118%
CLE 304 (INIA Abydos)	20751	ab	34	c	7231	bc	6102	119%
MOSA 15/74	19867	abc	36	bc	7174	bc	-	-
INIA Arrayan (T)	18747	abc	35	c	6685	c	6005	111%
FNC 6-1 (T)	18263	bc	35	c	6512	c	5525	118%
Quebracho (T)	17186	c	37	abc	6467	c	5259	123%
Promedio	20022		37		7516		6197	121%
<i>Probabilidad</i>	<0,0001		<0,0001		<0,0001		-	-
<i>MDS (5%)*</i>	2876		3,74		962		-	-
<i>CV (%)</i>	9,13		6,42		8,13		-	-

* MDS – Test de Tukey P<0.05.

Para el 2020, seguramente como consecuencia del ambiente anteriormente analizado, frente a un número de tallos medio y de fertilidad de tallos elevada, permitió un buen número de espigas y de gran tamaño (Cuadro 7). La diferencia en rendimiento medio entre cultivares, en este año, fue atribuido casi exclusivamente a las diferencias en los granos m⁻², resultado fundamentalmente de las grandes diferencias en el número de granos por espiga (Cuadro 7). Observamos cultivares que bajo las condiciones de falta de

agua al final del ciclo y porque son de menor PG, se ubicaron en el tercio inferior del ranking (Ej. INIA Arrayán).

Cuadro 7- Componentes de rendimiento para todas las variedades a una población promedio de 136 pl.m⁻² en el año 2020, libre de enfermedades foliares y espiga provocadas por hongos.

Cultivar	Espigas m ⁻²		Tamaño de espiga		Granos llenos		PG	
	(Nº)		(granos espiga ⁻¹)		(granos m ⁻²)		(mg)	
Ambev 378	561		36	ab	19007	ab	45	ab
Ambev 376	525		38	a	19312	a	43	bc
Ambev 433	573		35	ab	19159	ab	43	bc
MOSA 17/2	520		33	ab	17033	abcd	47	a
MOSA 14/27	583		29	ab	16921	bcd	46	ab
INIA Osiris (CLE 307)	571		33	ab	18525	ab	42	c
INIA Abydos (CLE 304)	502		31	ab	15360	d	47	a
MOSA 15/74	562		33	ab	17345	abcd	42	c
INIA Arrayán (T)	496		36	ab	17749	abc	38	d
FNC 6-1 (T)	554		29	ab	15600	cd	42	c
Quebracho (T)	567		28	b	15601	cd	41	c
Promedio	547		33		17419		43	
Probabilidad	0,285		0,003		<0,0001		<0,0001	
MDS (5%)	ns		8,52		2299		3,35	
CV (%)	15,02		16,5		8,39		4,92	

* MDS – Test de Tukey P<0.05.

Cuadro 8- Población, macollaje máximo a Z 30, 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		Macollos.m ⁻²		Fertilidad		Espigas.m ⁻²	
	Pl.m ⁻²		a Z 30		(%)		(Nº)	
Ambev 378	139	abc	718	ab	82	ab	561	
Ambev 376	136	abc	655	ab	84	ab	525	
Ambev 433	150	ab	727	ab	80	ab	573	
MOSA 17/2	121	bc	580	b	91	a	520	
MOSA 14/27	157	a	769	ab	80	ab	583	
INIA Osiris (CLE 307)	141	abc	824	a	72	ab	571	
INIA Abydos (CLE 304)	111	c	558	b	91	a	502	
MOSA 15/74	129	abc	664	ab	88	ab	562	
Arrayan (T)	134	abc	644	ab	80	ab	496	
FNC 6-1 (T)	145	abc	816	a	70	b	554	
Quebracho (T)	144	abc	765	ab	82	ab	567	
Media	137		702		82		547	
Probabilidad	0,0034		0,0014		0,014		0,285	
MDS (5)*	34,9		230		20,3		ns	
C.V (%)	16,22		20,83		15,77		15,02	

* MDS – Test de Tukey P<0.05. Con excepción de Fertilidad de tallos (P<0.1) por error tipo II.

En el anexo A1, se presenta la capacidad de macollaje de cada cultivar, como debe ser evaluada.

2. b Rendimiento y componentes en respuesta 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 2020 y los cuatro años previos. Salvo el 2015, con clara respuesta cuadrática a la población, independiente del cultivar, en promedio no hay respuesta a elevar las poblaciones por encima de los óptimos medios definidos hace más de 15 años. En el 2020, las poblaciones máximas no superan las 40 pl m⁻¹, y podemos observar que las poblaciones bajas en este año, están asociadas a rendimientos que varían en un rango inferior.

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 40 pl.m⁻¹, con la consideración de que la respuesta a la población debe estudiarse en función del cultivar.

En este año podemos observar muy buen desempeño a poblaciones bajas, pero solo hasta las 20 plantas m⁻¹. Según Hoffman et al., (2009), en los años de elevada productividad, fríos, si bien el desempeño a bajas poblaciones es bueno, la competencia entre plantas, a poblaciones mayores, es bajo y hay respuesta hasta óptimos poblacionales mayores (Hoffman et al., 2009).

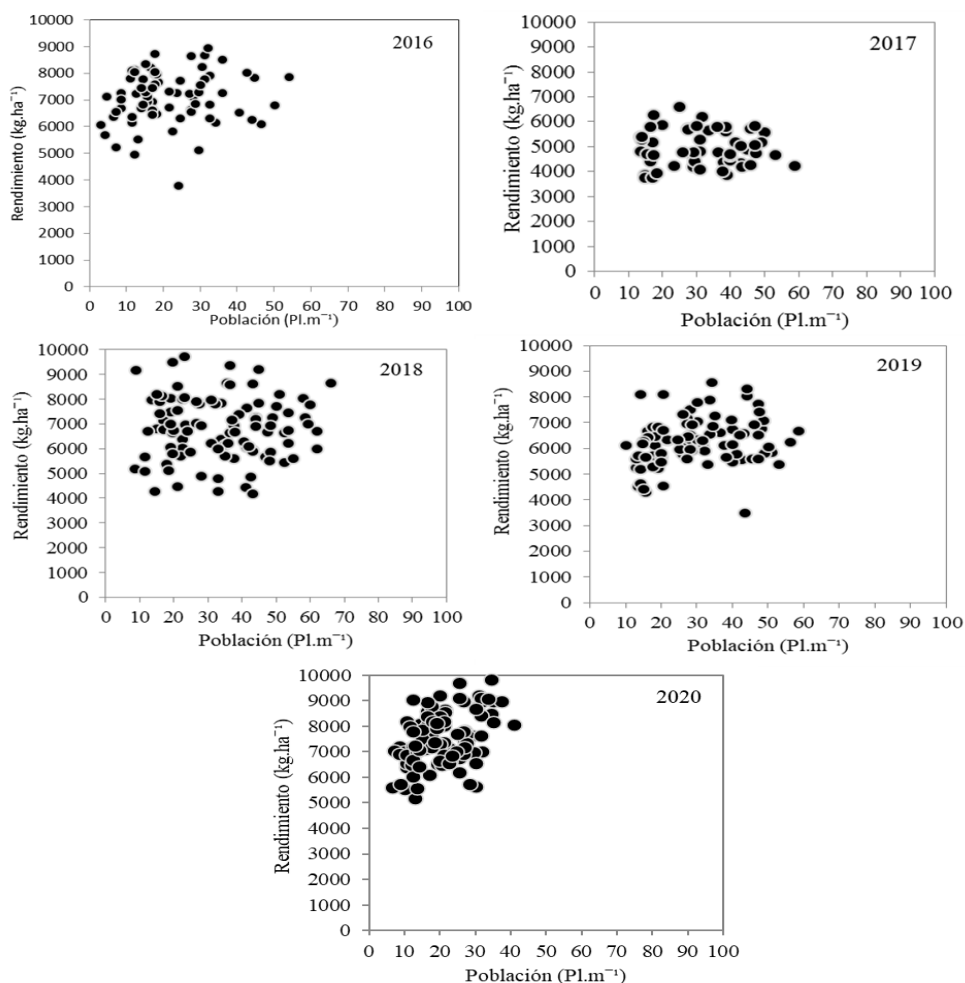


Figura 9.- Rendimiento a campo en función de la variación de la población para el año 2020, en relación a los cuatro años anteriores, sin interferencia de enfermedades foliares y de espiga, provocadas por hongos.

El estudio de la interacción población por cultivar a través del análisis clásico por ANAVA, suele no ser significativa. Ello resulta, de 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). 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 plantas.m⁻¹). En la figura 10, se presenta la respuesta a la población para el año 2020.

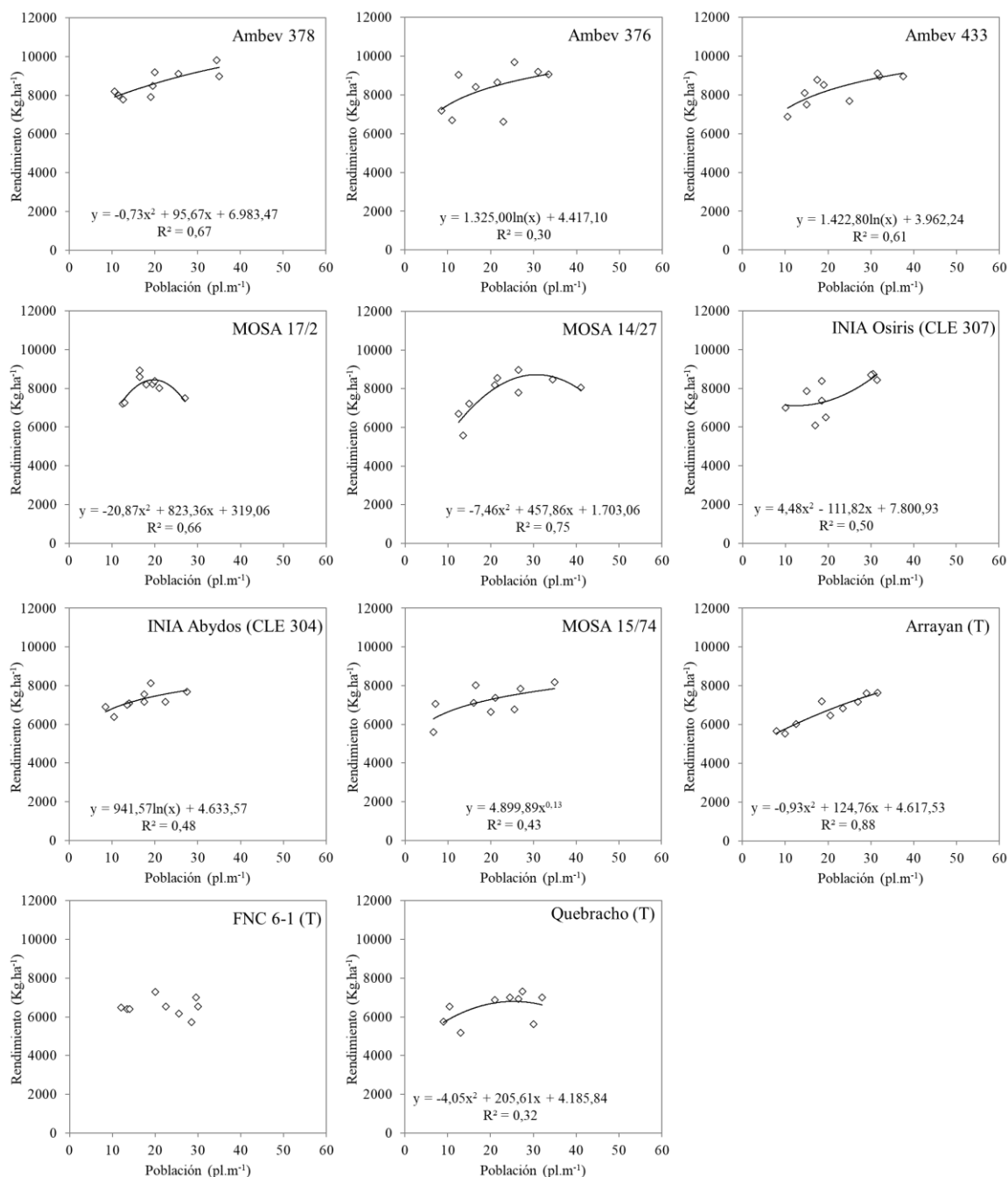


Figura 10- Rendimiento en grano en función de la población lograda a campo, para los distintos cultivares evaluados en relación a los testigos, durante el invierno del 2020, con fungicidas.

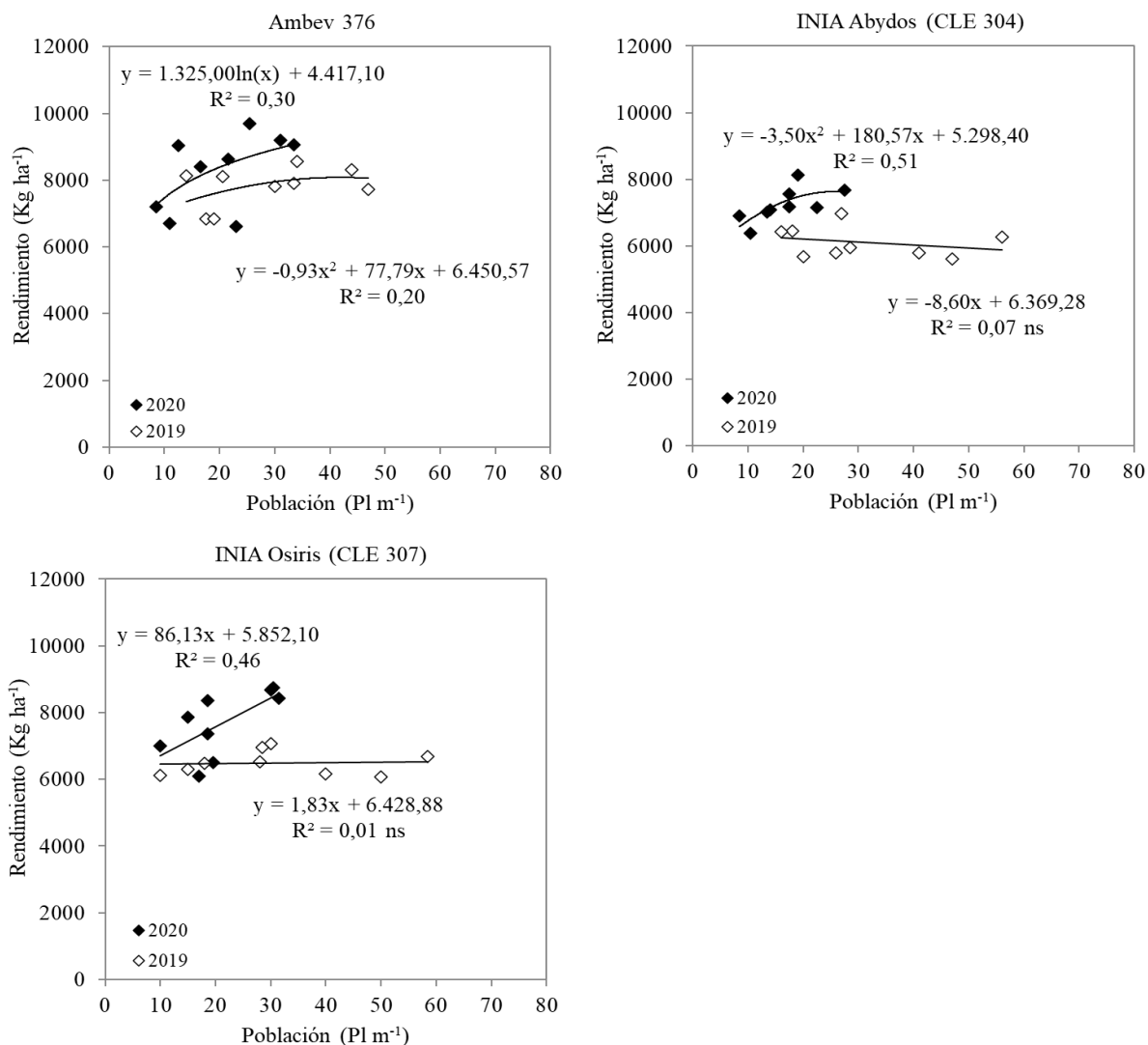


Figura 11- Rendimiento en grano en función de la población lograda a campo, para los cultivares que cumplen dos años de evaluación en el año 2020, con fungicidas.

De la figura 11, más allá del claro efecto año, en cuanto a la respuesta general a la población, vemos que para el cultivar INIA Osiris, en el 2020, la máxima población registrada a campo, pudo haber limitado el potencial de rendimiento en grano, a pesar de su elevado macollaje compensatorio.

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 en el año 2020.

Cuadro 9- Componentes del rendimiento en respuesta al cambio en la población para todos los cultivares evaluados en el 2020, 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)
Ambev 378	15	12	77	398	43	16976	47
	30	20	130	604	32	18957	45
	45	32	211	682	32	21087	44
Ambev 376	15	11	71	404	43	17431	44
	30	20	136	539	34	18278	43
	45	30	200	632	36	22227	42
Ambev 433	15	13	89	478	37	17171	44
	30	21	137	510	39	19232	43
	45	34	224	731	29	21073	43
MOSA 17/2	15	14	93	480	33	15612	49
	30	20	130	527	35	17945	46
	45	27	180	552	32	17541	47
MOSA 14/27	15	14	91	536	26	13539	48
	30	23	153	542	34	18635	46
	45	34	224	671	28	18588	44
INIA Osiris (CLE 307)	15	14	93	513	32	15551	45
	30	19	126	626	30	18435	40
	45	31	207	576	38	21590	40
INIA Abydos (CLE 304)	15	11	73	416	33	13492	50
	30	16	108	517	30	15422	47
	45	26	173	574	30	17167	45
MOSA 15/74	15	10	66	457	36	14440	46
	30	21	138	539	34	17947	40
	45	28	187	690	28	19648	40
Arrayan (T)	15	10	68	418	35	14574	40
	30	21	139	496	36	17852	38
	45	30	200	576	36	20821	36
FNC 6-1 (T)	15	13	88	457	34	14928	43
	30	23	151	529	31	15976	42
	45	31	207	678	23	15895	40
Quebracho (T)	15	11	72	506	28	14057	41
	30	25	168	524	30	15493	42
	45	30	200	672	26	17253	41

Si bien existen diferencias en el potencial e impacto del efecto conjunto, dado por la ganancia genética, el manejo sanitario y ajuste de la población, 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 años anteriores era del orden del 50% (Hoffman – Fassana, 2014). En este año, las diferencias absolutas fueron inferiores (< 40%) y estuvieron básicamente asociadas a la respuesta a la población (Cuadro 10, Figura 12, y A3), a diferencia de años anteriores (recientes), en donde el fungicida era de mayor peso medio que el ajuste de la población.

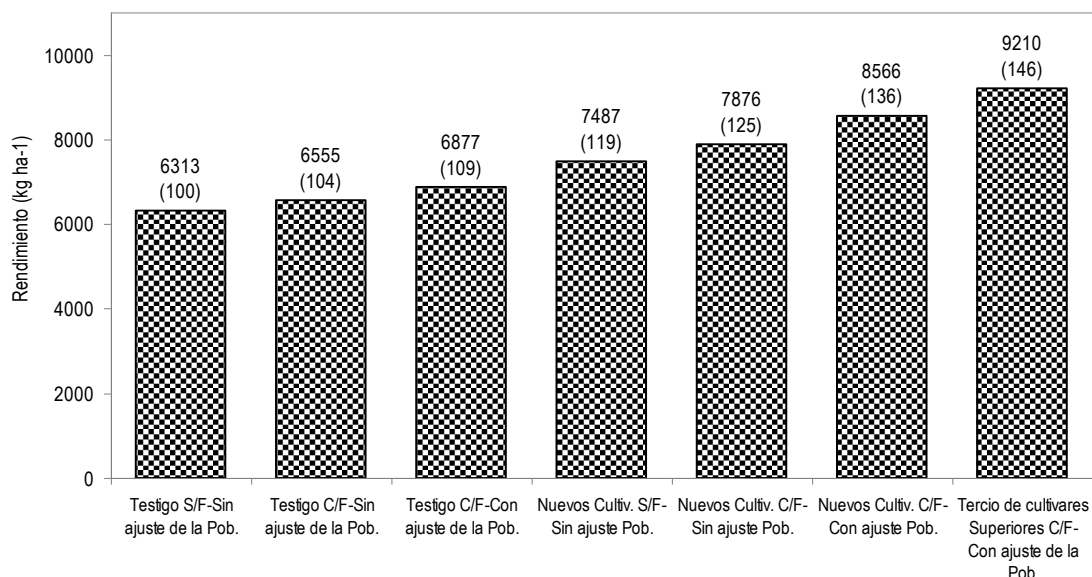


Figura 12- Cambio relativo y absoluto del rendimiento en grano 2020, según grupos asociados con la mejora genética y tecnológica relacionada con el ajuste del manejo por cultivar.

Si consideramos que además del ajuste de la población, el potencial de cada cultivar está fuertemente condicionado por el comportamiento sanitario, cuando ajustamos ambos factores de manejo específicamente, en algunos casos el potencial de cada cultivar cambia sustancialmente. 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 A3 - anexos), se presenta en el cuadro 10. Para el año 2020, el rendimiento varió menos que en el 2019 por el manejo conjunto de cultivar, ajuste de población y fungicida de cada cultivar (desde los 4153 a 8194 kg ha⁻¹) (Hoffman et al., 2020).

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	
	134 pl m ² y sin fungicida	Población óptima y con fungicida		(Kg ha ⁻¹)	(%)
Ambev 378	7893	9322	Poblac.- Fung.	1429	18
Ambev 376	7927	9317	Poblac.	1390	18
Ambev 433	7266	9012	Poblac.- Fung.	1746	24
MOSA 17/2	7411	8264	Poblac.	853	12
MOSA 14/27	7846	8575	Poblac.	729	9
CLE 307 (INIA Osiris)	7750	8618	Poblac.	867	11
CLE 304 (INIA Abydos)	6750	7652	Poblac.	902	13
MOSA 15/74	7051	7792	Poblac.	741	11
Arrayan (T)	6089	7476	Poblac.- Fung.	1387	23
FNC 6-1 (T)	6517	6673	-	156	2
Quebracho (T)	6332	7082	Poblac.	750	12
Promedio	7167	8160	--	993	14

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.

Cuadro 11- Rangos óptimos de población (pl.m⁻¹ 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 Arrayán							
	Cle 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							
		24	27	30	33	36	40	44

VII. BIBIOGRAFIA CONSULTADA

1. **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
2. **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.
3. **Fassana N.; Hoffman E.; Berger A.; Ernst O. 2019.** Diagnóstico y predicción de respuesta nitrogenada en base al estado nutricional de trigo en Z.33. Universidad de la República. Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay. 62p.
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, N° 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, N° 17, diciembre de 1999, pp 9-14.
8. **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.
9. **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, N° 22.
10. **Hoffman, E.; Benítez, A.; Cadenazzi, M. 2002^a.** 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
11. **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.
12. **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.
13. **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.
14. **Hoffman E.; Fassana C.N.; Akerman A.; Bonancea S; Van den Dorpel M. 2018.** Informe del Programa de caracterización de cultivares de cebada cervecera. Año 2018. Empresas y Criaderos Nacionales de Cebada. 27 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
15. **Hoffman E.; Fassana C.N.; Akerman A.; Van den Dorpel M. 2020.** Informe del Programa de caracterización de cultivares de cebada cervecera. Año 2019. Empresas y Criaderos Nacionales de Cebada. 29 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

16. Haun, J.R. 1973. Visual quantification of wheat development Agronomy Journal 65(1):116-119.

VIII. Anexos.

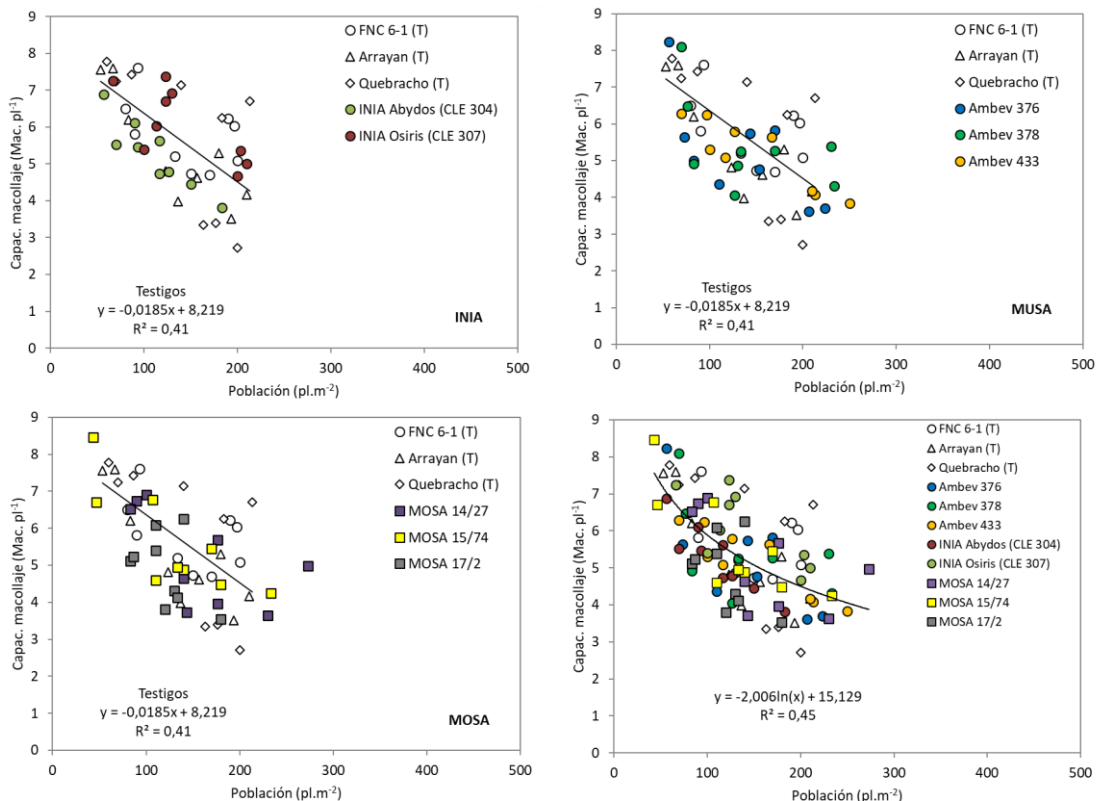


Figura A1.- Capacidad de macollaje para los cultivares y testigos evaluados en el año 2020 (con fungicida).

Anexo 1.- Proteína y tamaño de grano para todos los cultivares y poblaciones evaluadas en el 2020, con fungicidas, ordenado por rendimiento medio.

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 (%) -----		
Ambev 378	10,4	9,4	9,7	90	90	90
Ambev 376	10,2	10,1	10,2	90	88	89
Ambev 433	10,6	10,5	9,6	93	93	92
MOSA 17/2	12,0	11,1	10,1	94	93	94
MOSA 14/27	11,4	10,6	10,3	94	93	91
CLE 307 (INIA Osiris)	12,1	11,7	11,4	96	93	84
CLE 304 (INIA Abydos)	12,5	11,8	11,7	94	96	94
MOSA 15/74	10,4	10,0	10,2	94	92	91
INIA Arrayán (T)	12,3	11,7	11,7	92	93	90
FNC 6-1 (T)	12,8	12,3	13,4	92	92	89
Quebracho (T)	13,0	12,4	12,5	91	91	91

Promedio	11,6	11,0	11,0	93	92	90
-----------------	-------------	-------------	-------------	-----------	-----------	-----------

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

Cultivar	Proteína en grano 2020			Proteína en grano 2019		
	Población (pl.m ⁻¹)			Población (pl.m ⁻¹)		
	15	30	45	15	30	45
	----- (%) -----					
Ambev 378	10,4	9,4	9,7	-	-	-
Ambev 376	10,2	10,1	10,2	11,1	10,9	10,8
Ambev 433	10,6	10,5	9,6	-	-	-
MOSA 17/2	12,0	11,1	10,1	-	-	-
MOSA 14/27	11,4	10,6	10,3	-	-	-
CLE 307 (INIA Osiris)	12,1	11,7	11,4	11,4	11,5	11,0
CLE 304 (INIA Abydos)	12,5	11,8	11,7	11,9	11,8	12,0
MOSA 15/74	10,4	10,0	10,2	-	-	-
INIA Arrayán (T)	12,3	11,7	11,7	11,2	11,9	11,6
FNC 6-1 (T)	12,8	12,3	13,4	12,6	12,9	12,2
Quebracho (T)	13,0	12,4	12,5	12,8	12,5	12,3
Promedio	11,6	11,0	11,0	11,8	11,9	11,6

Sanidad y respuesta en rendimiento al control.

Para el año 2020 no se observaron niveles importantes de severidad de ninguna enfermedad y es por ello, que la respuesta al uso de fungicidas, fue muy baja.

Anexo 5.- Rendimiento y componentes para el promedio de todos los cultivares con y sin fungicida evaluados en el 2020.

	Rendimiento	Biomasa total	IC	Esp.m⁻²	Granos.esp⁻¹	Gr.m⁻²	PG
	(kg ha ⁻¹)	(kg MS ha ⁻¹)	(%)				(mg)
C/Fungicida	7516	20022	37	547	33	17419	43
S/Fungicida	7167	18463	38	525	32	16117	45
Probabilidad	0,0004	<0,0001	0,0024	0,097	0,228	<0,0001	0,0001
MDS (5%)*	187	558	0,65	ns	ns	460	0,63
CV (%)	8,04	9,12	5,47	15,23	17,58	8,62	4,58
SC _i /SC _t **	2,8%	9%	3,5%	0,9%	0,7%	6,1%	3,1%

*.- 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.

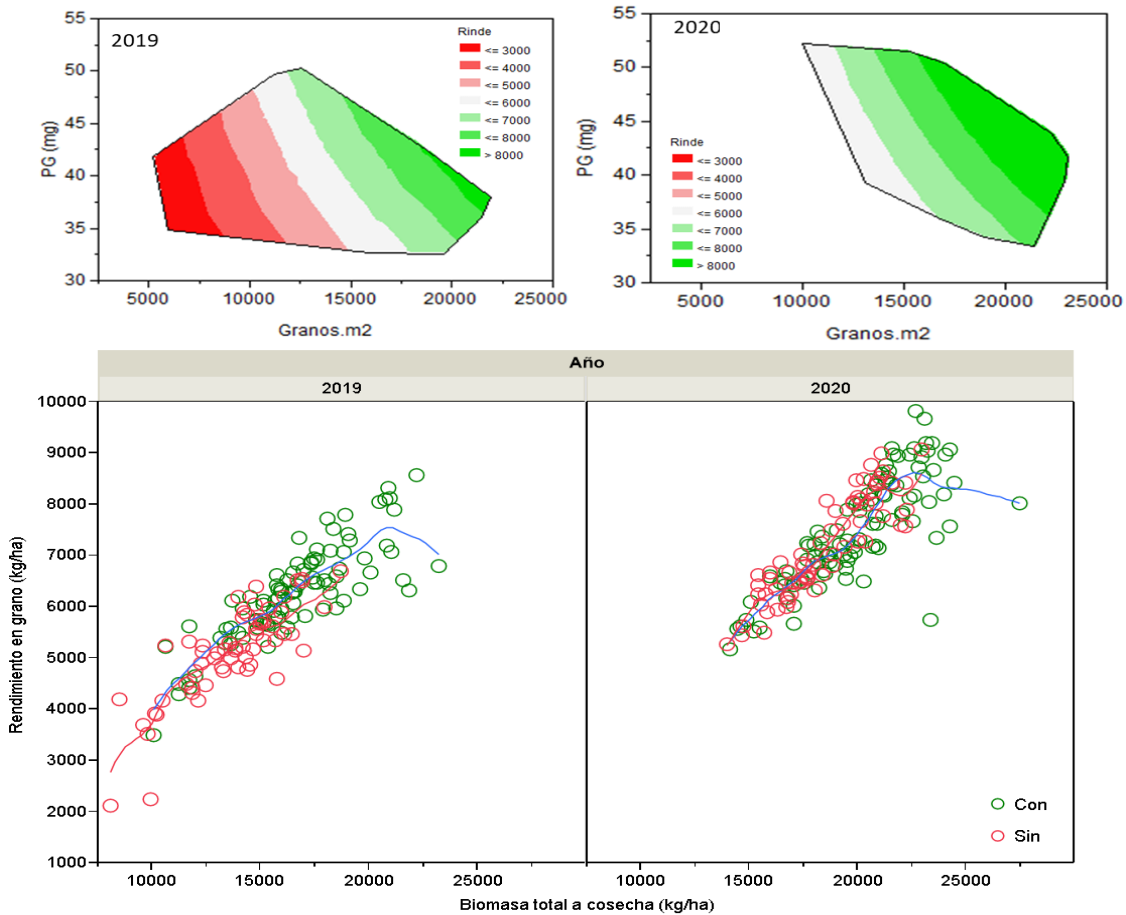


Figura A2.- Relación entre el peso de grano y el número de granos cosechados, en el año 2019 y 2020, para con y sin fungicida.

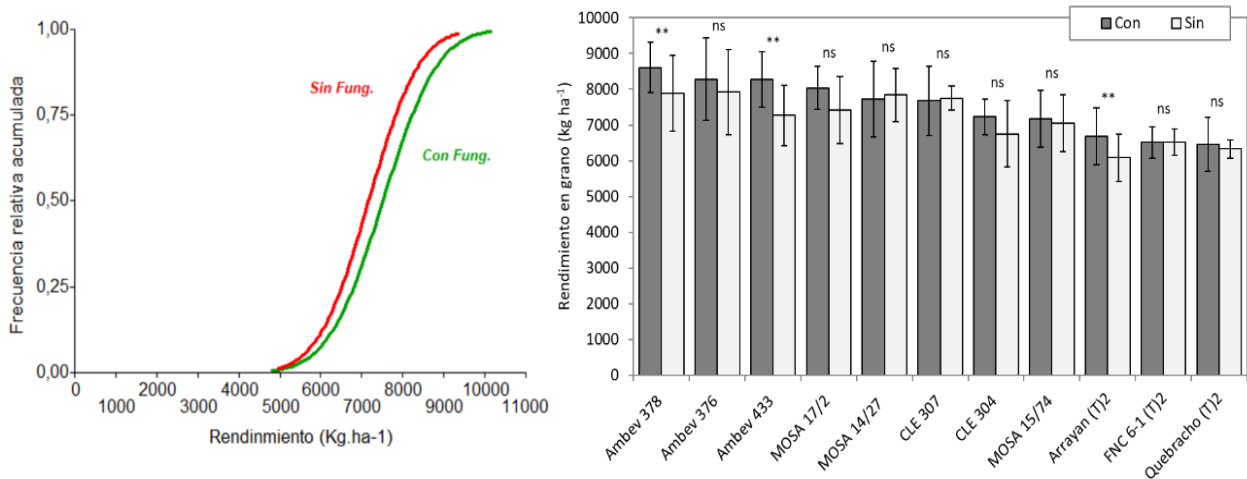


Figura A3.- Distribución de frecuencias de rendimiento con y sin protección total con fungicidas (izquierda) y Rendimiento en grano con y sin fungicidas para los distintos cultivares evaluados, durante el 2020 (Efecto fungicida = significativo ($p=0,0728$); interacción Cultivar x fungicida = no significativo ($p=0,938$) (derecha). Barras indican el desvío estándar. ns – no significativo; * - significativo al 10%; ** - significativo al 5%; *** - significativo al 1%.

Anexo 6.- Rendimiento en grano para todos lo cultivares, evaluados en el 2020, con y sin fungicidas. Ordenado por rendimiento con protección total.

Cultivar	Testigo enfermo	Protección Total	Diferencia		Significancia
			(Kg.ha ⁻¹)		
				(%)	
Ambev 378	7893	8607	714	9	**
Ambev 376	7927	8282	356	4	ns
Ambev 433	7266	8278	1012	14	**
MOSA 17/2	7411	8033	621	8	ns
MOSA 14/27	7846	7727	-119	-2	ns
CLE 307 (INIA Osiris)	7750	7675	-75	-1	ns
CLE 304 (INIA Abydos)	6750	7231	481	7	ns
MOSA 15/74	7051	7174	123	2	ns
INIA Arrayán (T)	6089	6685	596	10	**
FNC 6-1 (T)	6517	6512	-5	0	ns
Quebracho (T)	6332	6467	135	2	ns
Promedio	7167	7516	349	5	-

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

Anexo 7.- Incidencia y severidad para Mancha en red tipo red, con y sin fungicidas para los cultivares evaluados en el 2020.

	Z 45				Z 65-70				Z 80			
	C/Fung		S/Fung		C/Fung		S/Fung		C/Fung		S/Fung	
	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)
Ambev 378	4	Tr	19	Tr	50	Tr	69	2,6	42	Tr	75	2,3
Ambev 376	8	Tr	6	Tr	25	Tr	58	2,3	33	Tr	69	2,5
Ambev 433	38	Tr	38	Tr	50	Tr	50	3,5	50	Tr	56	2,1
MOSA 17/2	24	Tr	19	tr	50	Tr	59	3,3	50	Tr	63	2,8
MOSA 14/27	3	Tr	6	Tr	50	Tr	55	Tr	33	Tr	63	1,5
INIA Osiris (CLE 307)	11	Tr	19	Tr	50	Tr	56	Tr	33	Tr	75	2,1
INIA Abydos (CLE 304)	8	Tr	0	0	8	Tr	50	Tr	33	Tr	56	2,0
MOSA 15/74	29	Tr	13	Tr	52	Tr	50	Tr	17	Tr	56	1,3
Arrayan (T)	17	Tr	6	Tr	50	1,4	30	Tr	46	1,1	63	2,3
FNC 6-1 (T)	29	Tr	25	Tr	25	Tr	56	1,5	17	Tr	69	2,1
Quebracho (T)	28	Tr	44	Tr	7	Tr	50	3,0	21	Tr	94	2,3
Promedio	18	Tr	18	Tr	38	1	53	1,7	34	Tr	67	2,1

Mancha en red tipo red (*Drechslera teres* f. *teres*); (Tr) trazas.

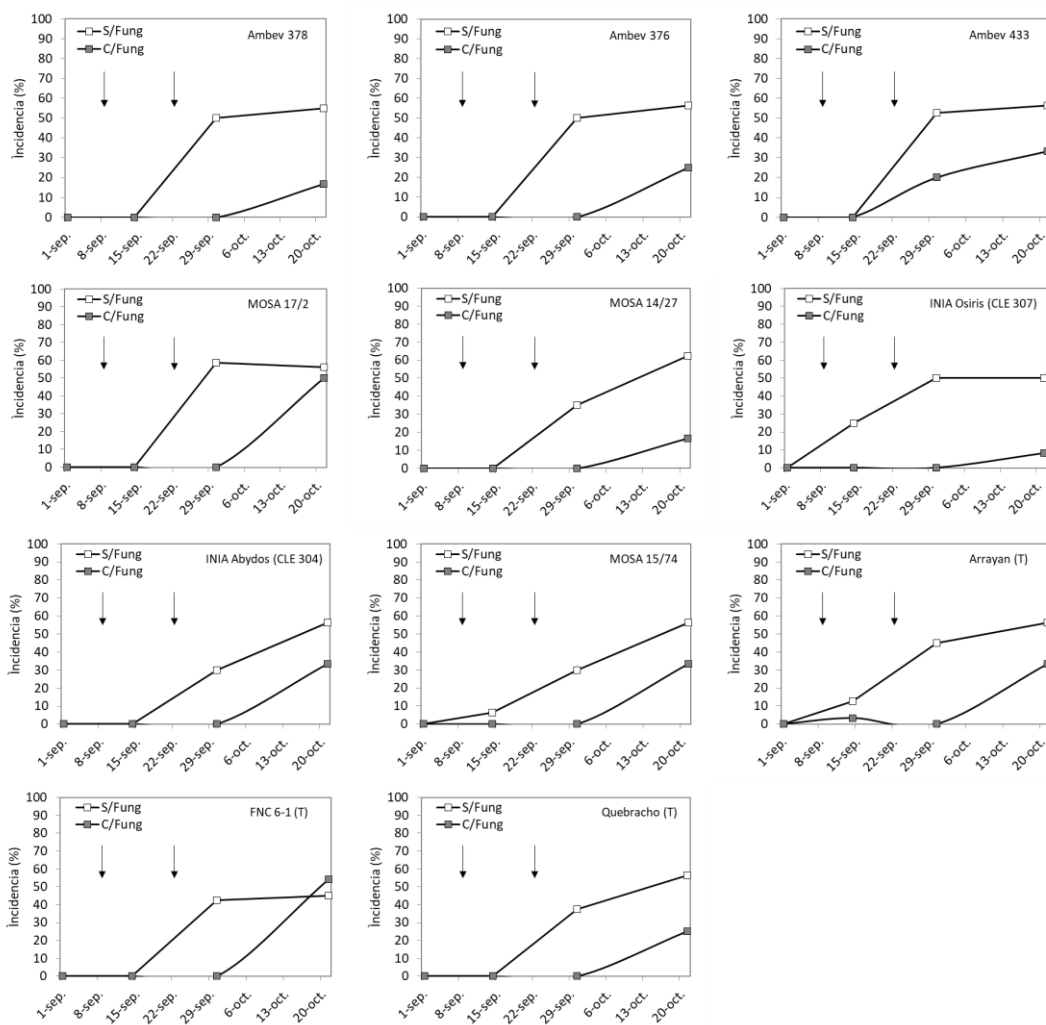


Figura A4b.- Evolución de la incidencia de Ramularia, con y sin fungicidas para todos los cultivares evaluados durante el año 2020. Flechas indican las fechas de cada fungicida.

Anexo 8.- Incidencia y severidad para Ramularia, con y sin fungicidas en el 2020.

	Z 45				Z 65-70				Z 80			
	C/Fung		S/Fung		C/Fung		S/Fung		C/Fung		S/Fung	
	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)	Inc. (%)	Sev. (%)
Ambev 378	0	0	0	0	0	0	50	Tr	17	Tr	55	1,3
Ambev 376	0	0	0	0	0	0	50	1,8	25	Tr	56	2,0
Ambev 433	0	0	0	0	20	Tr	53	1,0	33	Tr	56	2,0
MOSA 17/2	0	0	0	0	0	0	59	1,9	50	Tr	56	2,0
MOSA 14/27	0	0	0	0	0	0	35	1,3	17	Tr	63	1,9
INIA Osiris (CLE 307)	0	0	25	Tr	0	0	50	Tr	8	Tr	50	1,1
INIA Abydos (CLE 304)	0	0	0	0	0	0	30	Tr	33	Tr	56	Tr
MOSA 15/74	0	0	6	Tr	0	0	30	Tr	33	Tr	56	Tr
Arrayan (T)	3	Tr	13	Tr	0	0	45	Tr	33	Tr	56	1,3
FNC 6-1 (T)	0	0	0	0	0	0	43	1,3	54	1,3	45	1,0
Quebracho (T)	0	0	0	0	0	0	38	Tr	25	Tr	56	1,0
Promedio	0	0	4	Tr	2	Tr	44	1,0	30	Tr	55	1,4

Ramularia collo-cygni (*Drechslera teres* f. *teres*); (Tr) trazas

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