

respectivamente. Estos valores de rendimiento pueden ser logrados acompañados de adecuados manejo de la nutrición, malezas, plagas y enfermedades.

Para ser un poco más específicos, la estimación de rendimiento en las tres grandes zonas del área de estudio muestra una amplia variación de acuerdo a las condiciones de agua acumulada en el suelo y profundidad de napa a la siembra, y posibles escenarios de precipitación para los meses futuros (Figura 4). En la zona norte (Laboulaye-Villegas), el rendimiento medio estimado es 3950 kg ha⁻¹ con un mínimo de 2700 y máximo de 4800 kg ha⁻¹. En la zona centro (América-Roosevelt) el rendimiento medio esperado es 4600 kg ha⁻¹ con extremos de 3100 a 5400 kg ha⁻¹. La zona sur (Pehuajó-Trenque Lauquen) es la que mayor expectativa de rendimiento tiene alcanzando los 6500 kg ha⁻¹ con un mínimo y máximo de 4100 y 8000 kg ha⁻¹.

Tabla 3. Variabilidad de rendimiento esperado de trigo según el agua acumulada a la siembra, precipitación del período crítico y nivel freático a la siembra para suelos de textura fina (A) y gruesa (B).

Agua a la siembra (mm)	(A) Lluvia del período crítico (mm)					
	30	60	90	120	150	180
<107	2983	3209	3436	3663	3890	4117
107	4139	4366	4593	4819	5046	5273
175	5227	5454	5681	5907	6134	6361
>244	7232	7458	7685	7912	8139	8366
	(B) Nivel freático a la siembra (m)					
	1	1,5	2	2,5	3	5
<107	5074	4498	3922	3346	2770	497
107	6234	5658	5082	4506	3930	1625
175	7326	6750	6173	5597	5021	2716
>244	9337	8761	8184	7608	7032	4727

CONCLUSIONES

La actual campaña se presenta con menor disponibilidad hídrica que campañas anteriores, dada la baja recarga por precipitaciones otoñales y el descenso marcado en el nivel freático en algunas zonas.

La cuantificación total y vertical en el perfil (para reconocer posibles horizontes o espesores con menor contenido hídrico) contribuirían a mejores ajustes potenciales en la productividad del cultivo de trigo.

El estado hídrico de diferentes zonas responden principalmente al ni-

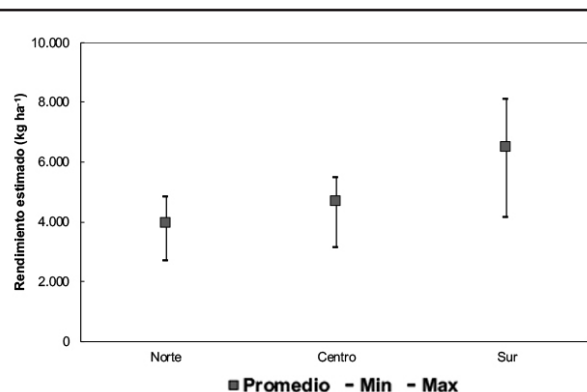


Figura 4. Proyección de rendimiento de trigo en función del agua acumulada en el perfil, profundidad de napa a la siembra y precipitación esperada para el período crítico para las zona norte (Laboulaye-Villegas), centro (América-Roosevelt) y sur (Pehuajó-Trenque Lauquen) del área de estudio.

vel de precipitaciones registradas en meses de recarga otoñal muy diferentes entre zonas y ambientes dentro de la misma.

El análisis de información macroregional con iguales características texturales y variables climáticas similares, permiten darle mayor peso a las relaciones de variables dinámicas como el agua y los nutrientes (no presentados este último aspecto en este trabajo).

BIBLIOGRAFÍA

- Passioura, J. B. (2002). Environmental biology and crop improvement. *Func. Plant Biol.* 29, 537–546. doi: 10.1071/FP02020.
- Videla Mensegue, H.; Alberione, E.; Anselmi, H.; Druetta, R.; Feresin, P.; Genero, M.; Masino, A.; Molino, J.; Pagnan, F.; Pietrantonio, J.; Mir, L.; Chialvo, E.; Candela, R.; Cordes, D.; Moretto, M.; Ferreyra, L.; Mazzini, P.; González, A. y R. Rotondaro. 2021a. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre el rinde, eficiencias de uso y calidad de trigo en la campaña 2020. Trigo, Actualización Técnica Online 2021. INTA EEA Marcos Juárez. En: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_trigo_academainta_camp2020mj.pdf
- Videla Mensegue, H.; Barraco, M.; Álvarez, C.; Miranda, W.; Rampo, M.; Pereyra, A.; Macchiavello, A.; Ferro, M.; Varillas, G. 2021b. Estimación del rendimiento de trigo en función del agua disponible y la profundidad de napa. IX Congreso Nacional de Trigo. Calidad y sustentabilidad. Tres Arroyos, Argentina.

DISTINTAS ESPECIES DE GRAMÍNEAS CON POTENCIAL USO COMO CULTIVOS DE COBERTURA. CAMPAÑA AGRÍCOLA 2020

Mauro Rampo¹; Paula Girón¹; Martín Lobos¹; Miriam Barraco^{1*}

¹ EEA INTA General Villegas

*barraco.miriam@inta.gov.ar

PALABRAS CLAVE:

triticale, centeno, avena, tricepiro.

INTRODUCCIÓN

Frente a cambios importantes en los sistemas actuales, existe una creciente demanda de información local acerca del comportamiento fenológico y la dinámica de producción de materia seca (MS) de nuevas especies y variedades de gramíneas para ser utilizadas como cultivos de cobertura (CC). Entre las diversas ventajas en el uso de los CC en planteos agrícolas y mixtos como herramientas: se destacan el control de malezas, el mantenimiento de los suelos con cobertura, la inmovilización de nutrientes móviles en su biomasa que evita, por ejemplo, las pérdidas por lixiviación de nitratos. Por otro lado, se destaca la disminución del ascenso capilar (principalmente en situaciones

con riesgos de salinización/alcalinización), la mejora en la captura del agua de lluvia, mejorando la eficiencia de barbecho en distintos ambientes productivos. Con la finalidad de contar con información de CC con diferentes ciclos de desarrollo, se realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de nuevas especies de gramíneas sembradas en dos fechas de siembra diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio bajo estudio:

La experiencia se realizó en el campo experimental de la EEA INTA General Villegas sobre un suelo Hapludol típico en un diseño completo

en bloques al azar con 3 repeticiones, donde se evaluaron variedades tradicionales de gramíneas de invierno utilizadas como CC y variedades experimentales de la EEA Bordenave. Los tratamientos que se utilizaron fueron: centeno, Don Ewald (CDE), Don José (CDJ), Don Emilio (CE) y Bv 7-99 (C7-99); triticale Ona (TRT-O), LABVT 70 (TRT-70), LABVT 90 (TRT-90) y Don Santiago (TRT-DS); avena Elizabeth (AV-E), y Strigosa (AV-S) y tricipiro Don René (TRIC). Donde C7.99, TRT-70, TRT-90 son variedades experimentales.

Los CC se sembraron en dos fechas: FS1: 6 de abril y FS2: 7 de mayo de 2020, en siembra directa sobre antecesor soja 1^a. Se utilizó una sembradora experimental Baumer (1 m ancho, distancia entre surcos 0,20 m), y el ancho de cada parcela fue de 2 m. Las unidades experimentales fueron de 10 metros de largo. Se fertilizó al voleo con 200 kg ha⁻¹ de MAP al momento de la siembra (11-52-0) y 200 kg ha⁻¹ de urea (46-0-0) en macollaje. Las fechas de secado (fin de ciclo de los CC) fueron en base a la fenología de las distintas especies (50% antesis en el 50% de las plantas de la unidad experimental).

Mediciones y determinaciones

Fenología: Se realizó el seguimiento a las distintas especies para determinar los distintos estados fenológicos según la escala de Zadoks (Zadoks et al., 1974). Esta cuenta con distintas etapas principales y sus respectivas subfases de 0 a 9:

- 1- Germinación
- 2- Producción de hojas en el tallo principal (TP)
- 3- Producción de macollos
- 4- Producción de nudos en el TP (encañado)
- 5- Vaina engrosada
- 6- Espigado,
- 7- Antesis

Se tomaron como referencia las etapas: Emergencia (Z10); Inicio macollaje (Z20); Encañado (Z30); Hoja bandera totalmente emergida (Z39); Espigado (mitad de espiga visible) (Z55) y Antesis (anteras amarillas visibles en 50% de las espigas) (Z65).

Cortes de biomasa para la determinación de materia seca: Los muestreos se realizaron a los 37, 71, 114, 141, 162 y 196 días desde la siembra (DDS) para FS1 y a los 40, 110, 139, 161 y 175 DDS para la FS2, coincidiendo con los estados fenológicos de macollaje, encañado, vaina engrosada, espigado y antesis. En cada parcela se cortaron 0,25 m² de su biomasa aérea. Las muestras fueron colocadas en estufa a 100 °C con ventilación forzada hasta alcanzar peso constante para determinar la MS producida.

Se realizaron análisis estadísticos ANOVA (análisis de varianza) y test de comparación de medias LSD de Fisher en cada una de las FS. Se trabajó con un nivel de significancia de $p < 0,05$ utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

RESULTADOS

Las precipitaciones registradas fueron muy por debajo de las medias históricas a partir del mes de abril (1973-2020, Tabla 1), mientras que los valores de temperatura media fueron similares al promedio histórico. Se registraron 74 heladas agronómicas con temperaturas iguales o inferiores a 0°C (medida en termómetro de mínima a la intemperie

y a 5 cm del suelo), 6 heladas más que el promedio histórico de los últimos 10 años, siendo julio y agosto los meses de mayor ocurrencia (21). Se registraron 10 heladas con valores mínimos entre -7,1 a -9,5°C, distribuidas en los meses de junio (1), julio (4) y agosto (5) afectando la variedad AV-S de la FS1, imposibilitando continuar con el seguimiento fenológico a partir del mes de junio (Figura 1 a).

El agua disponible en el suelo hasta los 140 cm al momento de la FS1 fue de 191 mm, dado por las lluvias de marzo; mientras que el agua disponible a la siembra en la FS2 fue de 232 mm, mayor que en la FS1. Aunque se registraron lluvias muy por debajo de las precipitaciones medias históricas (Tabla 1) en los dos momentos de siembra el perfil se encontraba por encima de capacidad de campo, marcando esto presencia de ascenso freático.

Debido a problemas con la regulación de la sembradora no se logró la densidad buscada de 250 pl m⁻². Las densidades logradas en la FS1 fueron 260 (AV-E), 430 (AV-S), 500 (C 7-99), 565 (CDE), 450 (CDJ), 510 (CE), 450 (TRIC), 380 (TRT-70), 400 (TRT-90), 515 (TRT-DS) y 415 (TRT-O) plantas m⁻².

Las densidades logradas en la FS2 fueron 298 (AV-E), 300 (AV-S), 330 (C 7-99), 380 (CDE), 330 (CDJ), 340 (CE), 340 (TRIC), 280 (TRT-70), 300 (TRT-90), 340 (TRT-DS) y 285 (TRT-O) plantas m⁻².

También se registró la acumulación de temperatura media diaria sobre la temperatura base (0°C para las especies utilizadas), conocido como tiempo térmico o grados-días (GD). Este método permite comparar entre distintas localidades o años. El método de GD es más apropiado para describir el desarrollo, ya que es independiente del medio ambiente o año (Salazar-Gutierrez et al., 2013). La propuesta, sin embargo, de esta publicación es mostrar los resultados en tiempo cronológico y en GD.

En la Figura 1a se observa la duración de cada etapa fenológica (días) para cada especie sembrada en FS1. La duración total de ciclo para cada especie fue de 162, 208, 208,5 y 211 para centeno, avena, triti-

Algunos conceptos antes de pasar a los resultados relevados de fenología: El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico (Torres, 1995).
El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas se denomina fenología (Volpe, 1992; Villalpando y Ruiz, 1993; Schwartz, 1999).
Fase: La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase. La emergencia, el macollaje, la antesis, son verdaderas fases fenológicas.
Etapas: Una etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas (Torres, 1995).

Tabla 1. Variables climáticas registradas en la EEA de General Villegas durante el año 2020 y valores Históricos (1974-2020)= Hist. Prec.= precipitaciones en milímetros (mm), Temp.= temperatura en grados (°C) y N° de heladas a 5 cm sobre el nivel del suelo.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prec. 2020	163	74	188	42	4	0	1	0	54	41	41	31
Prec. (Hist)	134	98	123	76	39	21	17	19	49	102	98	109
Temp. media (2020)	24	23	23	18	13	10	8	11	14	17	23	24
Temp. media (Hist)	23	22	20	16	12	9	8	10	13	16	19	22
Heladas (2020)	0	0	0	1	5	16	21	21	9	1	0	0
Heladas Hist	0	0	0	2	5	15	20	17	8	2	0	0

cale (con un rango entre 206 y 211 días), y tricepuro, respectivamente. La etapa desde la siembra a la emergencia tuvo una duración promedio de 7 días, mientras que la etapa desde emergencia a primer macollo tuvo una duración promedio de 19 días para todas las especies. En la etapa de macollaje a encañado las especies y variedades comenazaron a diferenciarse. En el grupo de las avenas, strigosa fue afectada por heladas, por lo que se dio de baja el seguimiento fenológico y cortes de biomasa aérea. Las variedades AV-E, TRT-O y TRIC tuvieron en promedio una duración de 90 días en esta etapa. En la especie centeno (4 variedades), en promedio tuvo una duración de 37

de 104 a 109 días. La etapa de hoja bandera a espigado tuvo una duración promedio de 14 días para todas las especies. La última etapa de espigado a antesis fue variable, la especie centeno fue la que presentó mayor duración, 26 días en promedio. En el resto de las especies se observó un rango de duración de 6 a 15 días.

En la Figura 1b se observa la duración de cada etapa fenológica (días) para cada especie en la FS2. La duración total de ciclo fue de 154 días para las especies centeno y avena y de 172 días para triticale y tricepuro. En promedio, para todas las especies, la etapa desde la siembra

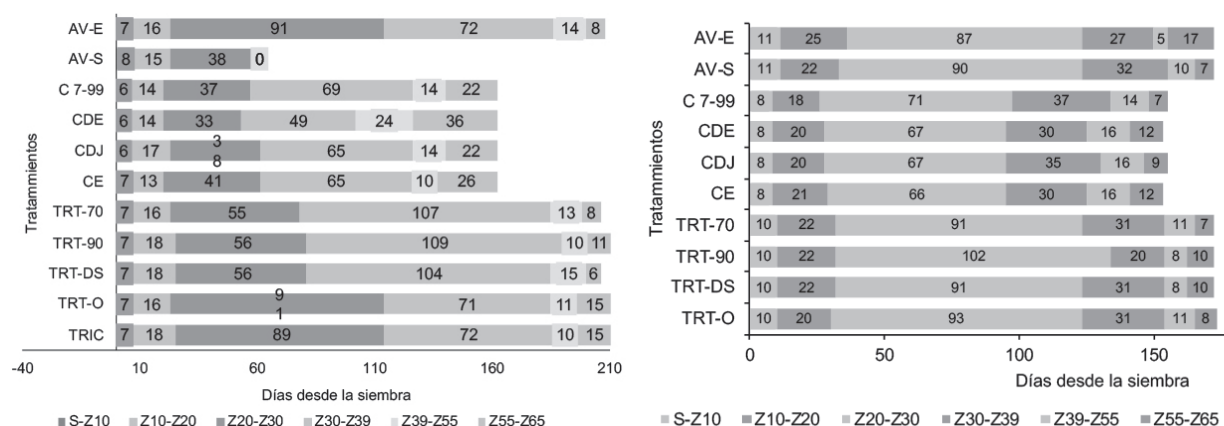


Figura 1. Fenología de la FS1 (a) y FS2 (b), duración en días de cada etapa desde la siembra de los distintos tratamientos.

Tabla 2. Grados-días de las etapas fenológicas de las distintas variedades utilizadas en dos FS y su respectiva suma térmica del ciclo total.

Variedades	FS	S-Z10	Z10-Z20	Z20-Z30	Z30-Z39	Z39-Z55	Z55-Z65	Suma térmica
AV-E	1	126	305	998	932	280	280	2922
	2	179	286	895	395	72	342	2169
AV-S	1	142	290	489	x	x	x	921
	2	179	244	937	467	212	131	2169
C 7-99	1	111	269	504	715	134	268	2001
	2	122	228	729	435	219	94	1827
CDE	1	111	269	470	465	285	402	2001
	2	122	247	697	329	229	175	1797
CDJ	1	111	321	489	678	134	268	2001
	2	122	247	697	388	254	120	1827
CE	1	126	253	541	678	82	320	2001
	2	122	256	687	329	229	175	1797
TRT-70	1	126	305	686	1227	260	146	2751
	2	159	254	948	451	228	131	2169
TRT-90	1	126	337	677	1292	209	200	2842
	2	159	254	1102	297	152	206	2169
TRT-DS	1	126	337	677	1205	296	109	2751
	2	159	254	948	451	152	206	2169
TRT-O	1	126	305	998	916	228	269	2842
	2	159	228	973	451	228	150	2189
TRIC	1	126	337	966	932	212	269	2842
	2	159	254	1102	297	228	131	2169

días. El resto de las variedades, TRT-70, TRT-90 y TRT-DS presentaron un periodo intermedio entre macollaje y encañado con una duración de 56 días. La duración de la etapa desde el primer nudo visible (inicio de encañado) a hoja bandera tuvo una duración promedio de 72 días para AV-E, TRIC y TRT-O, mientras que, para la especie centeno tuvo un rango de duración de 49 a 69 días. Las variedades de mayor largo en esta etapa fueron TRT-70, TRT-90 y TRT-DS con un rango de duración

de 9 a 21 días. En la etapa de emergencia a primer macollo tuvo una duración promedio de 21 días. En la etapa de macollaje a encañado las especies y variedades se empiezan a diferenciar; en el grupo de las avenas y las variedades TRT-70, TRT-DS y TRT-O esta etapa duró en promedio 89 días. En la especie centeno, las 4 variedades en promedio esta etapa presentó una duración de 68 días. TRIC y TRT-90 son los que mostraron un periodo

más largo entre macollaje y encañado con una duración de 102 días. La duración en días, de la etapa desde encañado a hoja bandera, en promedio fue de 20 días para TRIC y TRT-90, mientras que para el resto de las variedades la duración fue de 32 días en promedio. La etapa de hoja bandera a espigado fue variable con un rango de 5 a 16 días, las especies que presentan menor duración de esta etapa se compone por avena, triticale y tricepiro con un promedio de 9 días. En la especie centeno, la etapa de hoja bandera a espigado tiene una duración de 15 días en promedio. La última etapa de espigado a antesis en promedio tuvo una duración de 10 días.

En la Tabla 2 se pueden comparar las distintas etapas fenológicas medidas en GD de las distintas variedades.

La especie que necesita menos GD para completar su ciclo fue centeno con 2001 GD para la FS1 y 1812 GD para la FS2. Dentro de la especie triticale en la FS1 se destacan dos variedades con 2751 GD que corresponden a TRT-70 y TRT-DS y dos de mayor requerimiento térmico con 2842 GD necesarios para completar su ciclo (TRT-90 y TRT-O) y TRIC que tuvo el mismo comportamiento. En cambio, en la FS2 los triticales, tricepiro y avenas completaron su ciclo con los mismo GD, aunque, se diferenciaron TRT-O del grupo. La especie de mayor requerimiento térmico fue AV-E con 2922 GD para completar su ciclo. Los datos de la Tabla 2 muestran que una siembra más tardía produce un acortamiento del ciclo productivo en todas las variedades.

La acumulación de MS en la FS1 no presentó diferencias entre especies en antesis ($P < 0,05$) con un valor promedio de 11656 kg MS ha⁻¹. Los centenos alcanzaron una producción promedio de 11771 kg MS ha⁻¹ a los 162 días desde la siembra, avena alcanzó 10106 kg MS ha⁻¹ a los 208 días desde la siembra, triticale tuvo una producción de 11511 kg MS ha⁻¹ y tricepiro 13329 kg MS ha⁻¹ (ambos a los 211 días desde la siembra Figura 2 a). Estos resultados muestran altos valores de producción en todas las especies, pero obtenidas bajo ciclos de producción diferentes.

La FS2 tuvo 32 % menos producción de MS promedio que la FS1 con 7883 kg MS ha⁻¹ con un acortamiento en los ciclos de todas las especies. La especie centeno rindió en promedio 8101 kg MS ha⁻¹ con un rango entre variedades de 6194 a 9795 kg MS ha⁻¹ y con un largo de ciclo de 154 días desde la siembra. Las variedades de avena difirieron en su rendimiento, AV-E fue la que mejor desempeño alcanzó con una producción de 10623 kg MS ha⁻¹, mientras que AV-S tuvo una producción de 3966 kg MS ha⁻¹ con 172 días desde la siembra. El promedio de las variedades de triticale fue de 8026 kg MS ha⁻¹ con un rango de 5367 a 9722 kg MS ha⁻¹, siendo las variedades TRT-90 y

TRT-DS de mayor producción. Tricepiro tuvo una producción de 7616 kg MS ha⁻¹ (Figura 2 b).

CONCLUSIONES

Es importante destacar el avance de nuevos genotipos "variedades" con alto potencial de producción y con marcadas diferencias en sus tasas de crecimiento, estado fenológico y grados días. Resulta esencial seguir investigando y caracterizando el potencial de los nuevos materiales y contrastarlos con los de mayor uso y adaptación. Las conclusiones de este estudio fueron que, dentro de las avenas, AV-S resultó ser sensible a las heladas en la FS1, mientras que, en la FS2 no resultó ser afectada. No hubo diferencias de producción de MS en la FS1 hasta estado de espigazón, pero diferencias significativas en cuanto al momento de ocurrencia de este estado fenológico lo que podría condicionar la fecha de secado. En ambas FS la especie centeno fue la más precoz. Atrasar la FS resultó en un acortamiento del ciclo de todas las especies y una menor producción de MS. El uso de GD puede ser de utilidad en la toma de decisiones en la elección de los materiales más adecuados para independizarse de la localidad (latitud y altitud). Estos resultados abren nuevas oportunidades de uso según manejo/cultivo/ fecha de siembra de las distintas especies de gramíneas utilizadas y con potencial uso como CC.

BIBLIOGRAFIA

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Salazar-Gutierrez MR, Johnson J, Chaves-Cordoba B, Hoogenboom G. 2013. Relationship of base temperature to development of winter wheat. *Int J Plant Prod.*;7(4):741-762.
- Schwartz, M. D. 1999. Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century. 42:113-118.
- Torres R., E. 1995. Agrometeorología. Editorial Trillas, S.A. de C. V. México, D.F. p. 154.
- Villalpando, J. y A. Ruiz, 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Lumusa, México. p. 133.
- Volpe, C. A. 1992. Citrus Phenology. In: Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology, p. 103-122.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415–421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>.

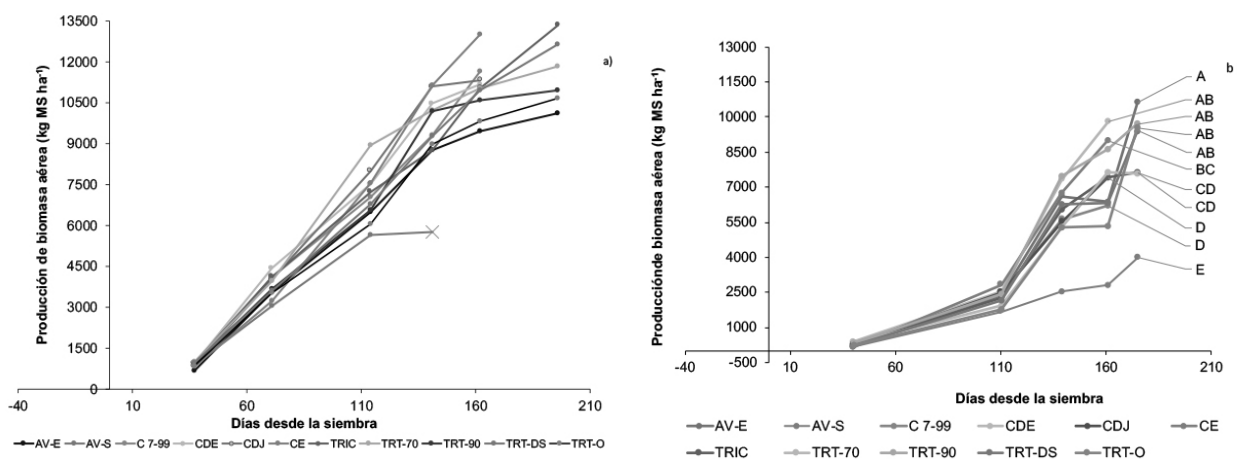


Figura 2. Dinámica de acumulación de biomasa aérea en FS1 (a) y FS2 (b) para los tratamientos avena, centeno, triticale y tricepiro. Distintas letras indican diferencias significativas entre la MS acumulada en antesis ($p < 0,05$).