

# CALENDARIOS DE RIEGO SOBRE LA EXPRESIÓN DEL RENDIMIENTO EN DIEZ GENOTIPOS DE TRIGO

## IRRIGATION CALENDARS ON THE EXPRESSION OF YIELD IN TEN GENOTYPES OF WHEAT

Luis A. Noriega-González<sup>1\*</sup>; Ma. Cristina Vázquez-Hernández<sup>1</sup>; Carlos A. Flores-Gómez<sup>1</sup>; Alfredo J. Gámez-Vázquez<sup>2</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/I.T. de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 30110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. \*Autor responsable: [luis.ng@roque.tecnm.mx](mailto:luis.ng@roque.tecnm.mx)

Recibido: 21 feb 2022. Aceptado: 24 jul 2022

Artículo científico

### RESUMEN

La mayor producción de trigo en México, se concentra en la región Noroeste y El Bajío mexicano, zonas que dependen del agua de riego y donde el recurso hídrico es cada vez más limitado. Debido a lo anterior el objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento del rendimiento en diez genotipos de trigo en tres calendarios de riego (CR). Los genotipos utilizados fueron Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán y Cortázar; y se establecieron en un diseño de parcelas divididas con parcelas grandes arregladas como un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los riegos se aplicaron de acuerdo a lo siguiente: el calendario de riego 1, se realizó a los 0-43 dds (días después de la siembra-A1; 43 dds etapa de embuche) y se aplicó en total una lámina (LT) de 25 cm. El segundo calendario se desarrolló a los 0-43-70 dds (A2; 70 dds etapa de floración); se aplicó una LT de 37 cm y el tercer calendario aplicado a los 0-43-70-105 (A3; 105 dds etapa de llenado de grano); se obtuvo una LT de 48 cm. La reducción en el CR de A3 a A2 generó una disminución del rendimiento promedio de 5.4 a 4.7 t ha<sup>-1</sup>, esta diferencia representó un 12.9%. El promedio del rendimiento de grano en el experimento fue de 4.86 t ha<sup>-1</sup>, y solo fue superado por el rendimiento promedio del CR 3; la interacción genotipo/ambiente determinó que el mejor calendario de riego fue el 3 y el genotipo con mejor expresión fue Faisán con 6.1 t ha<sup>-1</sup>. Bajo condiciones limitantes de humedad (CR 1), el genotipo Valles respondió satisfactoriamente para rendimiento con 4.14 t ha<sup>-1</sup> y para el calendario de riego 2, la mejor expresión se presentó en el genotipo Elia con 5.78 t ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de grano y sus componentes se afectaron en mayor medida cuando se suspendió el riego en la etapa de espigamiento (floración).

*Palabras clave:* Genotipo, calendario de riego, lamina de riego, rendimiento, interacción genotipo x ambiente.

### ABSTRACT

Wheat production in Mexico is concentrated in the Northwest and Bajío zones of the country. These areas depend on irrigation, and water is increasingly limited. This research evaluated yield behavior in ten wheat genotypes with

three irrigation calendars (CR). The genotypes used were Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán, and Cortázar. The experimental setup consisted of a split-plot design with large areas arranged with a complete randomized block design and three replicates. The irrigations were applied on different days after transplanting (DDS): CR1 at 0 and 43 DDS (A1-vegetative stem extension stage), where these two irrigations added 25 cm of total lamella (LT); CR2 at 0, 43, and 70 DDS (A2-flowering stage), where these three irrigations resulted in an LT of 37 cm; and CR3 at 0-43-70-105 DDS (A3-grain filling), where these four irrigations provided an LT of 48 cm. The reduction in CR from A3 to A2 decreased the average yield from 5.4 to 4.7 t ha<sup>-1</sup> (12.9%). The average grain yield in the experiment was 4.86 t ha<sup>-1</sup>, only exceeded by CR3. The genotype/environment interaction determined that the best irrigation schedule was CR3, and the genotype with the best expression was Pheasant with 6.1 t ha<sup>-1</sup>. Under limited water availability (CR1), Valles genotype responded satisfactorily with a yield of 4.14 t ha<sup>-1</sup>. For CR2, the best result was found in the Elia genotype with a yield of 5.78 t ha<sup>-1</sup>. Grain yield and other important variables were affected to a greater extent when irrigation was suspended at the flowering stage.

**Keywords:** *Genotype, irrigation calendar, yield, genotype/environment interaction*

## INTRODUCCIÓN

La mayor producción de trigo se concentra en la región Noroeste y El Bajío mexicano con 55 y 28%, respectivamente (OEIDRUS-BC, 2014). Sin embargo, en estas regiones se presenta baja disponibilidad del recurso hídrico; especialmente en Guanajuato donde existen alrededor de 16,500 pozos, que representan aproximadamente un 12% del total nacional. Se estima que el 84% del agua extraída se utiliza en actividades agrícolas y son extraídos 2,818 millones de m<sup>3</sup> anuales, contra una recarga estimada de 1,979 millones de m<sup>3</sup>, lo que arroja un déficit anual de 839 millones de m<sup>3</sup>, que está ocasionando un abatimiento de 3 a 6 m/año (Bolaños, 2001). En el ciclo O-I 2019-2020 en Guanajuato se sembraron 147,522 hectáreas de trigo en condiciones de riego, lo cual representa cerca del 99% de la superficie total sembrada en el estado. A nivel nacional represento el cuarto lugar en la producción de este cereal, después de Sinaloa, Sonora y Tamaulipas. El rendimiento promedio de trigo en Guanajuato fue de 6.71 t ha<sup>-1</sup>, cifra superior en un 11% al promedio nacional (SIAP, 2020). En este sentido Xu *et al.* (2018) y Solís *et al.* (2019), plantean que se debe promover el uso eficiente del agua evaluando el rendimiento de trigo con respecto al número de riegos aplicados en el ciclo del cultivo, para tener un parámetro para poder seleccionar materiales genéticos para diversos escenarios. De acuerdo con López *et al.* (2007) quienes localizaron los efectos del déficit hídrico en el rendimiento del trigo en 3 estadios fenológicos, mencionan que: 1) El cultivo es sensible al déficit de agua en la etapa de los órganos reproductivos y en el momento de la floración. 2) El déficit de agua en la etapa de crecimiento reduce significativamente el rendimiento del grano debido a la reducción en el número de granos de pico. 3) Los tejidos de los órganos reproductivos son susceptibles al daño por déficit de agua, lo que afecta la formación de polen, así como la fertilización. También otros autores han reportado el efecto del déficit hídrico en genotipos en diferentes etapas del cultivo aplicando diferente número de riegos (Shirazi *et al.*,

2014), con suministro de riego y bajo sequía (Li et al., 2011), por su parte Moreno et al. (2010) indican que es posible producir adecuados rendimientos de grano con solo 3 riegos: uno en la fecha de siembra y dos más a lo largo de la temporada de cultivo, en lugar del régimen de 4 riegos que se aplican actualmente en las regiones Noroeste y Bajío de México. Lo anterior nos brinda un panorama para que la selección de genotipos de trigo debiera basarse en la evaluación de materiales ante diversos grados de estrés hídrico (Li et al., 2011). Lo anterior permitirá identificar genotipos con mayor tolerancia a la sequía, así como variables asociadas al rendimiento que contribuyan a disminuir el efecto desfavorable de la falta de agua. Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento del rendimiento en diez genotipos de trigo en tres calendarios de riego.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio de campo se estableció en la comunidad de La Tijera del municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato. De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), el clima de esta región es semicálido BS1Hw(e), con una precipitación media anual de 550 a 710 mm. El régimen térmico medio anual es de 18.4 °C. Con base en la clasificación de los suelos de la FAO-UNESCO, es un suelo del tipo Vertisol Pélico. El suelo donde se desarrolló el presente estudio se preparó con base a un barbecho a 30 cm de profundidad, dos pasos de rastra; y posteriormente se realizó una formación de camas de siembra de 1.60 m. La fertilización de fondo consistió de una dosis de 36N-92P-25K + microelementos, el re-abone se realizó 44 días posteriores a la siembra con una dosis de 197N-0P-0K, generando una dosis total de 233N-92P-25K en el ciclo completo del cultivo. La siembra del material genético se desarrolló el 14 de diciembre de 2020 en forma manual, a chorrillo, sobre suelo seco, a tres hileras por cama de siembra de 1.60 m; y se aplicó el mismo día el riego de germinación. Se utilizaron 120 kg ha<sup>-1</sup> de semilla para realizar la siembra del germoplasma. La semilla se inoculó previo a la siembra con *Trichoderma harzianum* y Micorrizas. Los genotipos establecidos fueron: Conacist, Ibis, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Valles, Noreste, Faisán y Cortázar (Figura 1). Se utilizaron los registros de clima de la estación climática más cercana de la Fundación Guanajuato Produce, ubicada en el TecNM-Roque, en la comunidad de La Cueva del municipio de Apaseo el Alto.



Figura 1. Genotipos de trigo manejados con tres calendarios de riego. Izquierda A3 y derecha A1. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas con parcelas grandes arregladas como un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron de 1 cama con tres hileras de siembra cada una de 20 metros de largo (Figura 2).

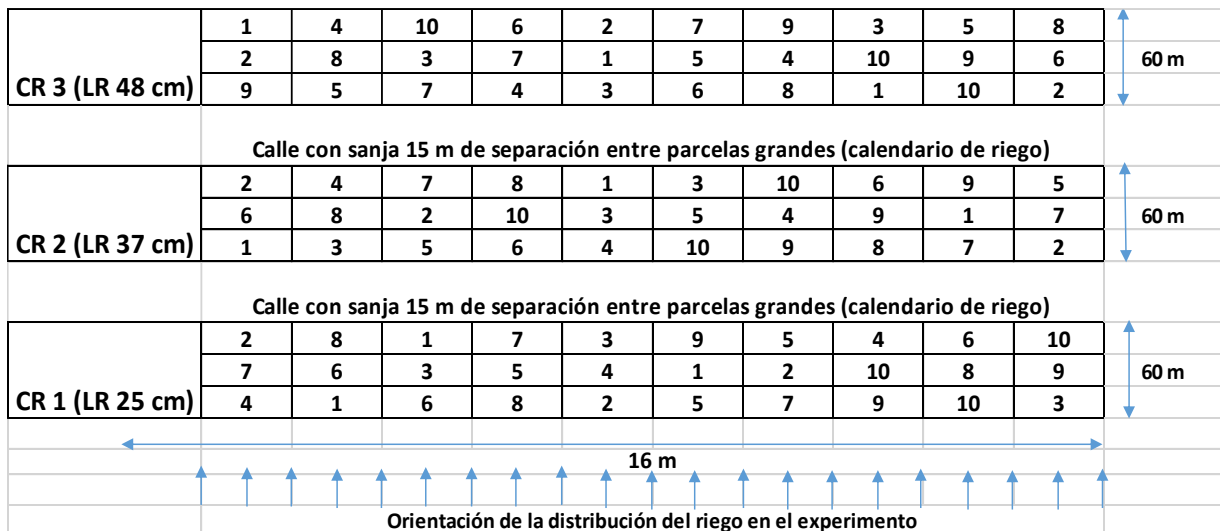


Figura 2. Croquis del diseño experimental en campo con la distribución de genotipos de trigo manejados con tres calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-I 2020-21.

Los riegos se aplicaron de acuerdo a lo siguiente: el calendario de riego 1 fue aplicado a los 0-43 dds (días después de la siembra-A1; 43 dds etapa de embuche). Estos dos riegos sumaron una lámina total (LT) de 25 cm. El segundo calendario se desarrolló a los 0-43-70 dds (A2; 70 dds etapa de floración); los tres riegos aplicados resultaron en una LT aplicada de 37 cm y el tercer calendario aplicado a los 0-43-70-105 (A3; 105 dds etapa de llenado de grano); los cuatro riegos aplicados en este calendario aportaron una LT de 48 cm. El número cero indica el riego de siembra y los números siguientes los días a los cuales se aplicaron los riegos de auxilio; la letra A indica el ambiente

(calendario de riego). Las malezas se controlaron con la aplicación de Amber (Triasulfuron) y Sigma (Mesosulfuron-metil/Iodosulfuron-sodio) a los 50 días después del riego de siembra. Se realizó una aplicación a los 59 días con Imidacloprid para combatir el pulgón verde en el cultivo. Las variables medidas fueron altura de planta, días a espigamiento, longitud de espiga, número de granos por espiga, biomasa, peso de mil granos, rendimiento de grano, número de granos por metro cuadrado, índice de cosecha y número de espigas por metro cuadrado. Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS Institute, 2002) y se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para identificar las diferencias entre calendarios de riego y variedades. Adicionalmente se realizó la prueba de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI) en GEA-R.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El clima es un factor que influye fuertemente sobre el comportamiento del cultivo de trigo; en la Figura 3, se observa el comportamiento de la temperatura y la precipitación durante la fenología del cultivo. Durante la fase vegetativa se registraron 4.6 mm de precipitación en la etapa de siembra a embuche y posteriormente en la etapa de espigamiento a madurez fisiológica 2 mm. Estas precipitaciones no son significativas, por lo cual, se puede confirmar que los resultados son atribuibles a los tratamientos. Con respecto a los promedios de temperatura máxima y mínima por etapa, se observa que en la primera de ellas se presentó una temperatura máxima de 23.7° C y una mínima de 3.6° C; sin embargo, estas fueron incrementándose conforme avanzó la fenología del cultivo, llegando a registrarse hasta 29° y 8.7 °C; respectivamente, en la última etapa del cultivo de espigamiento a madurez fisiológica.

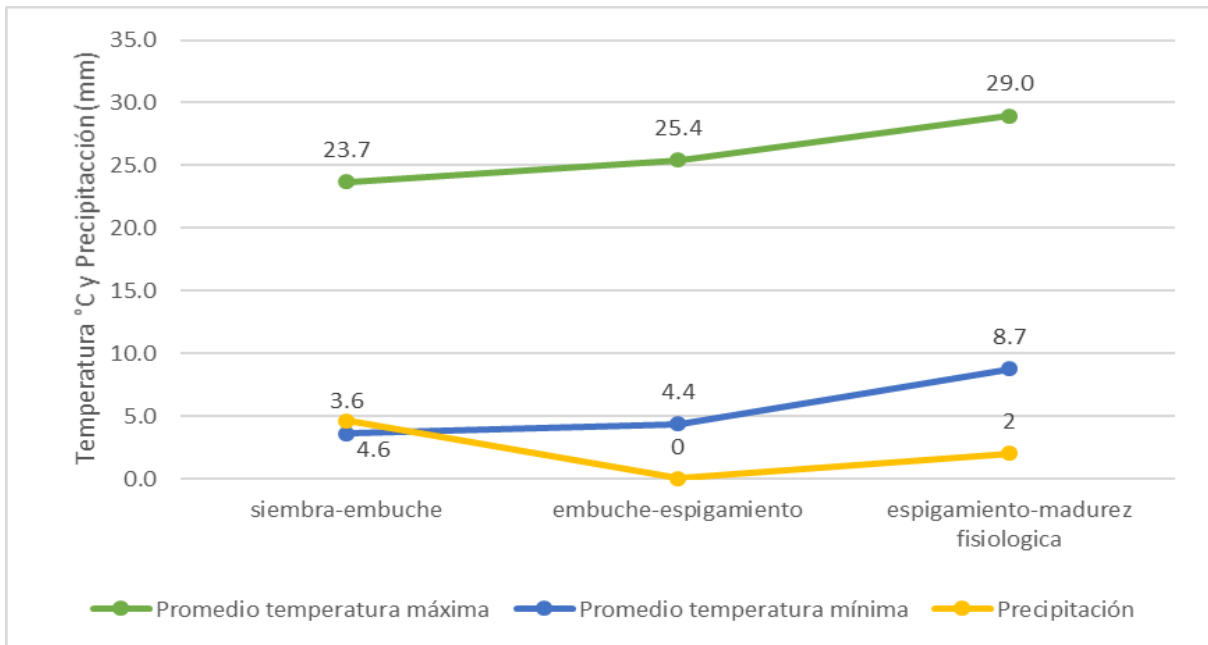


Figura 3. Precipitación y promedio de la temperatura máxima y mínima, en la localidad de la Tijera, Apaseo el Alto. Etapa de siembra-embuche (0-40 dds), embuche-espigamiento (40-80 dds) y espigamiento a madurez fisiológica (80-125 dds).

Los años son atípicos en esta región del sureste del estado de Guanajuato, en el ciclo O-I 2019-2020, la precipitación fue elevada en los mismos periodos analizados en este estudio; en los primeros 40 días se presentaron 14.4 mm, de los 40-80 días 23.2 mm y de los 80 a 125 días 36 mm, con temperaturas máximas en estos mismos periodos de 22, 24.1 y 28.9 °C y mínimas de 4.6, 5.86 y 10.6 °C. Sin embargo, en el ciclo O-I 2018-2019, la precipitación fue menor al ciclo descrito anteriormente y muy parecido al analizado en este trabajo, se presentaron en la primera etapa de crecimiento 0.6 mm, en la segunda no hubo presencia y en la tercera 6.8 mm de precipitación, con respecto a las temperaturas máximas fueron del orden de 22.3, 24.6 y 27.7 °C, y las mínimas de 3.7, 5.3 y 8.59 °C. La temperatura máxima de este ciclo productivo presentó superioridad en 2.2 °C en la primera etapa, de siembra a embuche, con respecto al promedio de la temperatura máxima de los dos ciclos productivos anteriores. En la segunda etapa de embuche a espigamiento también fue superior en 1 °C y en la de espigamiento a madurez fisiológica de 0.7 °C. Esta condición climática impacta de manera notable el comportamiento del cultivo y la expresión del rendimiento. Con respecto a las temperaturas mínimas se pudo observar que este ciclo productivo fueron inferiores en cada etapa analizada en promedio 0.87 °C, con respecto a los dos ciclos anteriores.

Se encontraron diferencias significativas en las variables altura de planta, peso de mil granos, rendimiento de grano e índice de cosecha para el calendario de riego; este comportamiento se atribuye a que la disponibilidad del agua de riego afecta la productividad del cultivo de trigo y coincide con Gizaw *et al.* (2016), quienes indicaron que la

disponibilidad de humedad en el suelo y la temperatura ambiental explicaron 86% de la variación del rendimiento en diferentes años y localidades. Así mismo este comportamiento concuerda con Hussain (2018) quien encontró que el rendimiento de grano es afectado por el riego, genotipo y aplicación de nitrógeno. Para el caso de genotipos la mayoría de variables presentaron diferencias significativas, excepto para biomasa, granos y espigas por metro cuadrado. En el factor calendario de riego, no se lograron identificar diferencias significativas para longitud y número de granos de espiga, biomasa, número de granos y espigas por metro cuadrado; lo que indica probablemente que estas variables se incrementaron paralelamente en todos los genotipos en función de este factor; este comportamiento fue observado también por Martínez *et al.* (2020), donde no se presentaron diferencias estadísticas para espigas por metro cuadrado para genotipos, pero sí para el índice de cosecha y para el caso de la lámina de riego no localizaron diferencias para el peso de mil granos. En la interacción calendario de riego por genotipo no se localizaron diferencias estadísticas para ninguna variable estudiada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios y grados de libertad de variables agronómicas en diez genotipos de trigo con tres calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-1 2020-21.

FV	g.l	AP	ESPIG	L.ESP	GRA/ESP	BIOMASA	PMG	RG	GPMC	IC	EPMC
<b>Bloques</b>	2	13.26	9.95	0.8	151.82	54.79	4.28	11.68	36061541	0.117	23659
<b>Calendario de riego ( C )</b>	2	42.46*	11.35 <sup>ns</sup>	2.68 <sup>ns</sup>	233.88 <sup>ns</sup>	20.57 <sup>ns</sup>	44.82**	14.20**	3758096 <sup>ns</sup>	0.1387**	8784 <sup>ns</sup>
<b>Error (a)</b>	4	24.26	6.04	5.5	245.91	85.8	3.37	16.73	146436302	0.1699	37206
<b>Genotipos ( G )</b>	9	179.87*	1634.26**	227.04**	1109.78*	59.05 <sup>ns</sup>	46.62**	16.18**	92192652 <sup>ns</sup>	0.1618**	25578 <sup>ns</sup>
<b>C * G</b>	18	44.42 <sup>ns</sup>	53.53 <sup>ns</sup>	12.13 <sup>ns</sup>	538.11 <sup>ns</sup>	66.02 <sup>ns</sup>	15.17 <sup>ns</sup>	6.01 <sup>ns</sup>	101435104 <sup>ns</sup>	0.0617 <sup>ns</sup>	28693 <sup>ns</sup>
<b>Error (b)</b>	54	341.8	138	61.11	2941.6	223.33	47	33.46	294364588	0.3369	97265
<b>Total</b>	89	646.1	1853.15	309.29	5221.12	509.58	161.28	98.29	674248285	0.9863	221188
<b>Media</b>		29.1	79	9.88	48	12.71	7.91	16.19	12968	0.48	265
<b>% CV</b>		8.6	2	10.8	15.3	16	11.8	4.9	18	16	16

\*, \*\*= significativas con  $p \leq 0.05$  y  $p \leq 0.01$ ; FV= fuente de variación; g.l= grados de libertad; % CV= coeficiente de variación; AP= altura de planta; ESPIG= días a espigamiento; L.ESP= longitud de espiga; GRA/ESP= granos por espiga; BIOM= biomasa; PMG= peso de mil granos; RG= rendimiento de grano; GPMC= granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= espigas por metro cuadrado



En la Figura 4, se presenta la interacción genotipo x ambiente y se aprecia que el mejor ambiente fue el A3-llenado de grano, y el genotipo que expresó mayor productividad en este fue Faisán (9), con un rendimiento promedio de 6.1 t ha<sup>-1</sup>, este comportamiento fue superior al promedio de rendimiento del experimento de 4.86 t ha<sup>-1</sup>. En el ambiente A2-floración, el genotipo Elia (3) presentó un rendimiento promedio de 5.78 t ha<sup>-1</sup>, el cual también fue superior que el promedio del experimento. Finalmente, en el ambiente A1-embuche, se presentó menor respuesta para rendimiento, pero el genotipo con mejor expresión fue Valles (7) con 4.14 t ha<sup>-1</sup>, pero este no superó el rendimiento promedio del experimento; El modelo AMMI explicó con el primer eje (CP1) el 76.63 % y con el CP2 el 23.37 % de la variación total del rendimiento, por lo que el biplot generado con el modelo AMMI explicó el 100% de la variación total. El genotipo con mayor estabilidad fue Cortázar y el de mayor inestabilidad Faisán (Figura 5). Los genotipos con rendimientos promedios superiores a la media del experimento fueron Conacist (5.38 t ha<sup>-1</sup>), Elia (5.38 t ha<sup>-1</sup>), Cortázar (5.16 t ha<sup>-1</sup>), Faisán (5.14 t ha<sup>-1</sup>), Cisne (5.10 t ha<sup>-1</sup>) y Alondra (4.98 t ha<sup>-1</sup>).

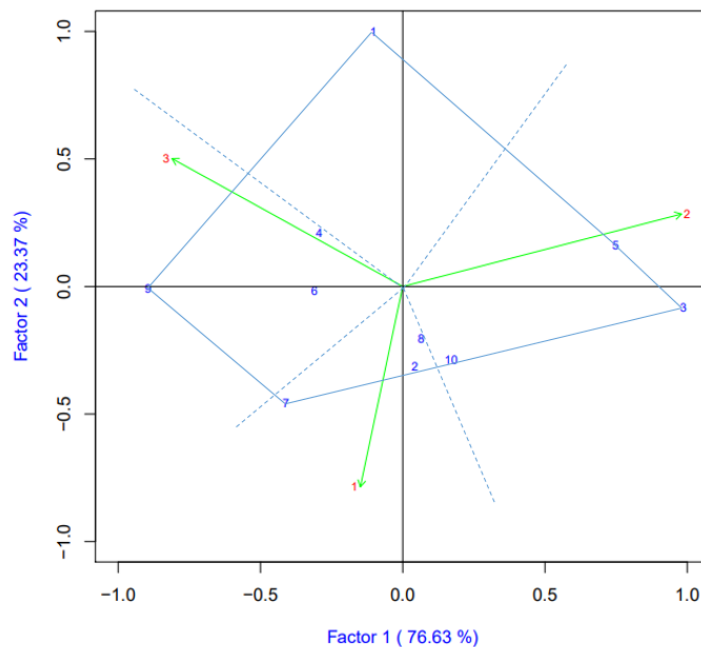


Figura 4. Interacción genotipo – ambiente de 10 genotipos de trigo, evaluados en 3 calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo OI 2020-21

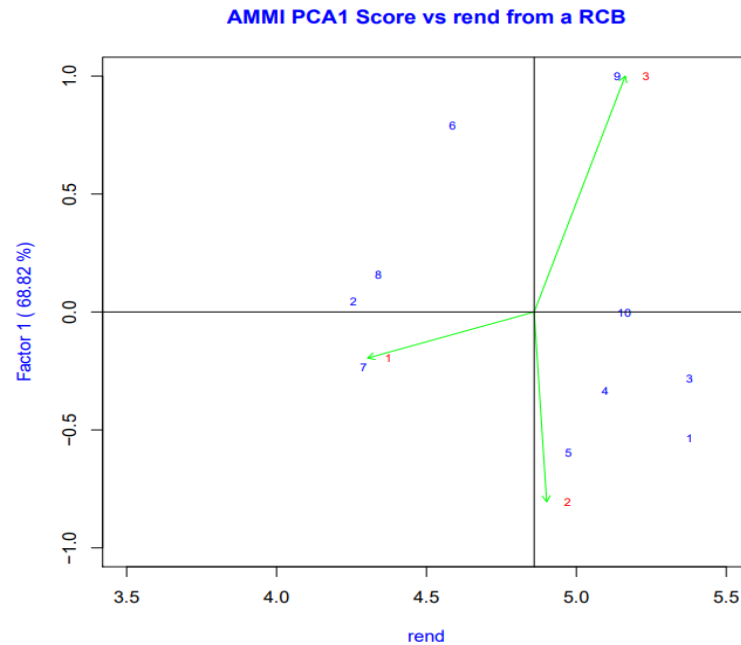


Figura 5. Patrón de respuesta de genotipos de trigo evaluados con tres calendarios de riego (ambientes). La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-I 2020-21.

En el Cuadro 2, se presentan los promedios por calendario de riego de las variables analizadas. El ambiente A3, se asoció con los valores mayores de rendimiento, peso de mil granos e índice de cosecha. Estas variables mostraron una disminución en el ambiente A2 en un 13, 15.4 y 13%, respectivamente; esta disminución en rendimiento es similar a la reportada por Martínez *et al.* (2020), en estudio con láminas de riego donde se encontró una reducción del 14.4%, al reducir de 1 a 0.8 m. También Paquini *et al.* (2016) reportaron porcentajes de 12.4 y 17.9 para la primera y segunda fecha de siembra, respectivamente, al pasar de riego normal a riego restringido en Celaya, Guanajuato. Lo anterior concuerda con lo indicado por Ayed *et al.* (2017); Valdés *et al.* (2017) y Thapa *et al.* (2019) quienes manifestaron que el rendimiento y algunos componentes disminuyen con la aplicación de menor agua de riego.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento y sus componentes en trigo con tres calendarios de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-I 2020-21.

Calendario de riego	AP	ESPIG	L. ESP	GRA/ESP	BIOMASA	PMG	RG	GPMC	IC	EPMC
3	29.8 a	80a	9.8a	49a	13.2a	8.90a	5.4a	12808a	0.54a	275a
2	29.3ab	79a	10.1a	49a	12.8a	7.53b	4.7b	13256a	0.47b	268a
1	28.2b	79a	9.7a	46a	12.1a	7.30b	4.5b	12839a	0.45b	252a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $p=0.05$ ). CR= Calendario de riego; AP= altura de planta (cm); ESPIG= días a espigamiento; L. ESP= longitud de espiga (cm); PMG= peso de mil granos (g); RG= rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ ); GPMC= Numero de granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= Número de espigas por metro cuadrado.

En el Cuadro 3, se observa que los genotipos Conacist, Elia, Cisne, Alondra, Fuerte Mayo, Faisán y Cortázar, presentaron rendimientos estadísticamente iguales con un rango de valores de 4.58 a 5.37  $t\ ha^{-1}$ . Sin embargo, para el peso de mil granos sobresalen los genotipos Alondra, Faisán y Cortázar, con valores de 8.77, 8.55 y 9.11 g, respectivamente. Para la longitud de espiga el mejor comportamiento se observó en Valles, con un valor de 12.58 cm y en precocidad sobresalió Cisne con 72 días a floración. Los genotipos sobresalientes en rendimiento de grano presentan el mismo patrón de comportamiento para la variable de índice de cosecha.

Cuadro 3. Comparación de medias del rendimiento y sus componentes, por genotipo de trigo bajo condiciones de riego. La Tijera, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo O-I 2020-21.

GENOTIPO	AP	ESPIG	L. ESP	GRA/ESP	BIOM	PMG	RG	GPMC	IC	EPMC
<b>Conacist</b>	28.66abc	80c	6.18e	47abc	13.71a	8bc	5.37a	14073a	0.54a	286a
<b>Ibis</b>	28.11bc	78d	10.77bc	51ab	12.30a	7d	4.26c	12868a	0.43b	256a
<b>Elia</b>	27.88bc	78d	11.42b	53a	14.08a	7.44cd	5.37a	15302a	0.54a	294a
<b>Cisne</b>	3.31a	72e	10.04cd	43bc	12.72a	8bc	5.09abc	13290a	0.51a	265a
<b>Alondra</b>	30.11ab	77d	10.10cd	50ab	13.10a	8.77ab	4.97abc	12142a	0.50a	273a
<b>Fuerte Mayo</b>	26.77c	87a	9.27d	47abc	12.81a	8bc	4.58abc	12019a	0.46b	267a
<b>Valles</b>	28.11bc	84b	12.58a	52a	11.95a	6.77d	4.29c	13233a	0.43b	249a
<b>Noreste</b>	28.77abc	85b	9.26d	46abc	11.23a	7.44cd	4.34bc	12227a	0.43b	234a
<b>Faisán</b>	30.22ab	77d	9.82cd	51ab	13.11a	8.55ab	5.13ab	12623a	0.51a	273a
<b>Cortázar</b>	31a	76d	9.36d	42c	12.07a	9.11a	5.16ab	11901a	0.52a	252a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $p=0.05$ ). AP= altura de planta; ESPIG= días a espigamiento; L.ESP= longitud de espiga; GRA/ESP= granos por espiga; PMG= peso de mil granos; RG= rendimiento de grano; GPMC= granos por metro cuadrado; IC= índice de cosecha; EPMC= espigas por metro cuadrado.

## CONCLUSIONES

El rendimiento de grano y sus componentes se afectaron en mayor medida cuando se suspendió el riego en la etapa de espigamiento. El mejor calendario de riego fue el 3 y el genotipo con mejor expresión fue Faisán, este presenta un excelente peso de mil semillas. Bajo condiciones limitantes de humedad (Calendario de riego 1), el genotipo Valles responde satisfactoriamente para rendimiento. Para el Calendario de riego 2, la mejor expresión se presentó en el genotipo Elia, además presenta excelente precocidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayed, S.; Rezgui, M.; Othmani, A.; Rezgui, M.; Trad, H.; Silva, J. A. y Kharrat, M. 2017. Respuesta al estrés hídrico de trigos duros (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) y harineros (*Triticum aestivum* L.) de Túnez. *Agrociencia*. 51(1):13-26.
- Bolaños-González, M.; Palacios-Vélez, E.; Scott, C. y Exebio-García, A. 2001. Estimación del volumen de agua usado en una zona de riego mediante una imagen de satélite e información complementaria. *Agrociencia*. 35(6):589-597.
- Gizaw, S. A.; Garland-Campbell, K. and Carter, A. H. 2016. Evaluation of agronomic traits and spectral reflectance in Pacific Northwest winter wheat under rain-fed and irrigated conditions. *Field Crops Res*. 196(9):168-179.
- Hussain, M. 2018. Improving the performance of bread wheat genotypes by managing irrigation and nitrogen under semi-arid conditions. *Archives Agron. Soil Sci*. 64(12):1678-1689.
- Khakwani, A. A.; Dennett, M. D.; Munir, M. and Abid, M. 2012. Growth and yield response of wheat varieties to water stress at booting and anthesis stages of development. *Pak. J. Bot*. 44(3):879-886.
- Li, P.; Chen, J. and Wu, P. 2011. Agronomic characteristics and grain yield of 30 spring wheat genotypes under drought stress and nonstress conditions. *Agron. J*. 103(6):1619-1628.
- López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., Benítez-Vega, J., and López-Bellido, F.J. 2007. Tillage system, preceding crop, and nitrogen fertilizer in wheat crop: II. Water utilization. *Agronomy Journal* 99:66-72
- Martínez, C. E.; Espitia, R. E.; Villaseñor, M. H. E.; Hortelano, S. R. y Muñiz, R. E. 2020. La productividad del trigo harinero bajo diferentes condiciones de riego. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(6):1349-1360.
- Moreno-Ramos, O.H., Rodríguez-Casas, J., Canseco-Vichis, E.P., Martín, E., Herrera-Andrade, H., y Turrent, A. 2010. Época de aplicación del primer riego y densidad de plantas en el cultivo de trigo. *Biotecnia* 12(3):32-41.

OEIDRUS-BC, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Baja California (2014) Trigo Situación Nacional. Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Baja California. Mexicali, B.C. <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Mundial/Nacional2.pdf> (Noviembre, 2015).

Paquini-Rodríguez, S. L.; Benítez-Riquelme, I.; Villaseñor-Mir, H. E.; Muñoz-Orozco, A. and Vaquera-Huerta, H. 2016. Incremento en el rendimiento y sus componentes bajo riego normal y restringido de variedades mexicanas de trigo. *Rev. Fito. Mex.* 39(4):367-378.

SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide, Software versión 9.0. Cary, N. C., USA. 4424 p.

Shirazi, S. M.; Zardari, N. H.; Yusop, Z.; Ismail, Z. and Othman, F. 2014. Performance of wheat crop under different irrigation regimes and nitrogen levels. A field experiment. *J Environ. Protec. Eco.* 15(3):973-982.

SIAP. 2021. Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx).

Solís-Moya, E.; Huerta-Espino, J.; Villaseñor-Mir, H. E.; Mariscal-Amaro, L. A.; Ledesma-Ramírez, L. y Pérez-Herrera, P. 2019. Elia m2016, nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en el Bajío, México. *Rev. Fito. Mex.* 42(1):79-81.

Thapa, S.; Xue, Q.; Jessup, K. E.; Rudd, J. C.; Liu, S.; Marek, T. H.; Devkota, R. N.; Baker, J. A. and Baker, S. 2019. Yield determination in winter wheat under different water regimes. *Field Crops Res.* 233(3):80-87. Ul-Allah, S.; Iqbal, M.; Maqsood, S.; Naeem, M.; Ijaz, M.; Ashfaq, W. and

Xu, X.; Zhang, M.; Li, J.; Liu, Z.; Zhao, Z.; Zhang, Y.; Zhou, S. and Wang, Z. 2018. Improving water use efficiency and grain yield of winter wheat by optimizing irrigations in the North China Plain. *Field Crops Res.* 221(5):219-227