

Respuesta de variedades de trigo harinero en tres tipos de suelo del norte de México

Response of wheat flour varieties in three types of soils in northern Mexico

Juan Pedro Flores-Margez¹ , Baltazar Corral-Díaz¹ ,
Pedro Osuna-Ávila¹  y Joel A. Hernández-Escamilla¹ 

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ. Av. Plutarco Elías Calles 1210 Fovissste Chamizal 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

‡ Autor para correspondencia (juflores@uacj.mx)

RESUMEN

Es necesario actualizar la tecnología sobre la respuesta agronómica de nuevas variedades de trigo con relación a condiciones agroclimáticas con el fin de dar alternativas de mayores rendimientos y calidad de grano. El objetivo del estudio consistió en probar en tres tipos de suelo en el noroeste del estado de Chihuahua para las siguientes semillas de trigo: Rayón-F89, Roelfs-F2007, Norteña-F2007, Cachanilla-F2000, Delicias-F81, Kronstad-F2004 y Luminaria-F2012. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones; donde la unidad experimental fue de 1 m² y las medias fueron separadas con la comparación múltiple con la prueba de Tukey al 0.05. Las prácticas agronómicas fueron conforme las del manejo del agricultor. Se registraron los datos de las siguientes variables: contenido de proteína en grano, altura de la planta, humedad de grano, peso hectolítrico, longitud de la espiga, granos por espiga, rendimiento grano y biomasa total. Resultados relevantes en cuanto a rendimiento de grano por tipo de suelo, fueron: la variedad Rayón F-89 con 9.32 Mg ha⁻¹ en sitio El Camello (suelo Calcisol); la variedad Kronstad con 7.9 Mg ha⁻¹ en el sitio El Capulín (suelo Vertisol); y la variedad Roelfs con 11.3 Mg ha⁻¹ en el sitio Placitas (suelo Fluvisol). No se detectó efecto significativo entre variedades para peso hectolítrico. La proteína en grano fluctuó de 10.4 a 16.7% y el mayor contenido fue en la variedad Delicias en suelo Fluvisol; es decir, el efecto genotípico fue más significativo que la localidad para la variable proteína de grano. Se recomiendan

las variedades Kronstad, Roelfs y Rayón para las zonas productoras del noroeste del estado de Chihuahua.

Palabras clave: *alto rendimiento, riego, suelos áridos, Triticum spp.*

SUMMARY

It is necessary to update the technology on the agronomic response of new wheat varieties in relation to agro climatic conditions in order to provide alternatives with higher yields and grain quality. The objective of the study was to test three types of soil in the northwest of the state of Chihuahua for the following wheat seeds: Rayon-F89, Roelfs-F2007, Norteña-F2007, Cachanilla-F2000, Delicias-F81, Kronstad-F2004 and Luminaire-F2012. The experimental design was completely randomized with five replications; where the experimental unit was one m² and the means were separated with the multiple comparison by Tukey test at 0.05. The agronomic practices were in accordance with those of the farmer's management. The data registered of the following variables were protein content in grain, plant height, grain moisture, test weight, ear length, and grains per ear, grain yield and total biomass. Relevant results regarding grain yield by soil type were the Rayón F-89 variety with 9.32 Mg ha⁻¹ at El Camello site (Calcisol soil); the Kronstad variety with 7.9 Mg ha⁻¹ at the El Capulin site (Vertisol soil); and the Roelfs variety with 11.3 Mg ha⁻¹ at the Placitas site (Fluvisol soil). No significant effect was detected between varieties for test weight. Grain protein content

Cita recomendada:

Flores-Margez, J. P., Corral-Díaz, B., Osuna-Ávila, P. y Hernández-Escamilla, J. A. (2021). Respuesta de variedades de trigo harinero en tres tipos de suelo del norte de México. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-13. e817. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.817>

Recibido: 30 de junio de 2020. Aceptado: 27 de abril de 2021.
Artículo. Volumen 39, junio de 2021.

varied from 10.4 to 16.7%, where the Delicias variety had the highest content in Fluvisol soil, that is, the effect of the variety was more important than the locality for protein, while for humidity the locality influenced more. The Kronstad, Roelfs and Rayon varieties are suggested for the production areas in the northwestern part of the state of Chihuahua.

Index words: *irrigation, high yield, arid soils, Triticum spp.*

INTRODUCCIÓN

El grano de trigo a nivel mundial se destaca entre otros cereales por su importancia en producción y como alimento como el maíz, arroz y sorgo; y en países en desarrollo se dedican a este cultivo más de 80 millones de agricultores (CIMMYT, 2018). La proyección de la demanda de trigo, se estima que para el 2050, aumente 70% sobre el nivel actual debido al aumento de la población y cambio de costumbre alimenticia. A nivel global el trigo suministra el 20% en calorías. Se anotan entre los principales problemas del cultivo de trigo daños por plagas y enfermedades, falta de variedades más productivas, estrés por sequía, reducción en tierra cultivable y condiciones climáticas adversas atribuidas al efecto invernadero y cambio de clima (Solís *et al.*, 2016, 2017).

El trigo en países subdesarrollados con déficit de producción, duplicarán la cantidad importada de este cereal en tanto no implementen y adopten nuevas tecnologías (Martínez *et al.*, 2017). El rendimiento de trigo aumentó sustancialmente desde 1940, cuando sólo se obtenían 740 kg ha⁻¹, mientras que del 2004 al 2017, el rendimiento pasó de 4480 a 5241 kg ha⁻¹ y con potencial de alcanzar hasta 10 Mg ha⁻¹. Estos saltos de incrementos en promedio se deben en gran parte a la generación de genotipos con mayor potencial de rendimiento y resistentes a enfermedades, así como a la adopción de las mejores prácticas agronómicas (CIMMYT, 2018; SAGARPA-SIAP, 2018).

En México, las entidades que sobresalen en producción de trigo son: Sonora (43%), Baja California (11%) Guanajuato (9.3%), Sinaloa (8.2%), Michoacán (9.3%) y Chihuahua (2.3%), con una superficie de 669 948 ha a nivel nacional, donde se han obtenido 3 511 192 toneladas y un rendimiento promedio de 5.241 Mg ha⁻¹ (SAGARPA-SIAP, 2018). El estado de Chihuahua el rendimiento promedio de grano de

trigo ha sido 5.02 Mg ha⁻¹ durante el periodo de 2008 a 2018. La superficie sembrada en este estado fue de 32 292 ha en 2008, de las cuales 65% se cultivaron en los municipios El Carmen y Nuevo Casas Grandes en el noroeste del estado. La superficie aumentó a 49 377 ha en 2009 y se redujo a 42 532 ha en 2016 y siguió su descenso hasta alcanzar 18 749 ha en 2018 (SAGARPA-SIAP, 2018). Estas estadísticas muestran que el cultivo es aun importante en la región, y se explica la situación de la reducción en área cultivada se debe por la falta de interés de los agricultores debido a bajos precios de garantía, el elevado costo de combustibles, fertilizantes, semilla de baja calidad y falta de agua de riego (Moreno, Valenzuela, González, Zayre y Ortiz, 1998; Guzmán, Báez, Rodríguez, Ramos y Reyes, 2006). El logro de cosecha rentable debe incluir otros componentes de la producción como la aplicación oportuna y apropiada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, cantidad de semilla optima, manejo eficiente del agua de riego, control de plagas, enfermedades y malezas (Hernández y Guzmán, 2010; Palomo, Flores, Espinosa, Martínez y Figueroa, 2007; Camacho, Figueroa, Huerta, Martínez y Félix, 2001).

En Chihuahua, el trigo se produce principalmente en Buenaventura (3465 ha) Villa Ahumada (3324 ha), Ascensión (2155 ha), Janos (2136 ha), Nuevo Casas Grandes (1148 ha) Juárez, Guadalupe y Práxedes G. Guerrero. (1705 ha); donde el rendimiento de grano promedio es 6.2 Mg ha⁻¹ (SAGARPA-SIAP, 2018). El historial en esta zona productora indica que las variedades más productivas en el Valle de Juárez han sido Anáhuac F-75, Delicias F-81, Gálvez S-87, Oasis F-86, Seri M-82 y Zaragoza S-75, mientras que en Nuevo Casas Grandes las variedades principales fueron Opata M-85, Genaro T-81, Seri-M82 y Ures T-81 (Flores, 1994).

Recientemente, Palomo *et al.* (2007) compilaron los antecedentes de investigación en este cereal para el noroeste del estado, y encontraron que los tipos de trigo cultivados son desde gluten suave a medio fuerte, fuerte y cristalinos. En la parte norte de Chihuahua para los genotipos de Ocoroni F-86, Anáhuac F-75, Aconchi C-89, Rayón F-89, Delicias S-73, Oasis F-86, Delicias F-81, Seri M-81, Papago M-86 y Opata M-85; la floración es del rango de 83 a 90 días, la madurez del grano entre 120 y 130 días y altura de planta de 67 a 90 cm. La industria para producción de harina aprecia por la calidad de grano asociadas a propiedades de panificación desde hace tres décadas a

las siguientes variedades: Anáhuac F-75, Delicias S-73 y Delicias F-81.

Las variedades más tolerantes a suelos salinos y alcalinos han sido Anáhuac F-75, Ocoroni F-86, Tonichi S-81 y Salamanca S-75 (Palomo y Figueroa, 1992¹; Figueroa, Flores y Palomo, 2004). Los genotipos comerciales más recientes en el norte de México son Atil C2000, Palmerin F2004, Roelfs F-2007, Bataquez C2004, Kronstad F2004, Cachanilla F2000, Río Colorado F2000 y CEMEXI C2008.

Un aspecto interesante en trigo es considerar la interacción variedad/nitrógeno, expresado por el carácter “panza blanca”, lo cual puede ser más eficiente mediante el uso apropiado de nitrógeno en la fertilización al suelo (Camacho, Félix, Huerta y Martínez, 1998); o bien tenerse en cuenta cuando se siembra este cereal en suelos irrigados con aguas residuales altas con este nutriente como en el Valle de Juárez (Palomo *et al.*, 2007). Dada la demanda de variedades recientes de trigo expresada por los agricultores y de las cuales pueda disponerse de semilla en el mercado, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de evaluar nuevas variedades de trigo en tres zonas productoras del noroeste del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de Estudio

Las localidades del estudio fueron dos comunidades de agricultores menonitas “El Camello”, municipio de Ascensión (31° 27' 30.37" N y 108° 9' 39.48" O) con tipo de suelo Calcisol, y “El Capulín”, municipio de Nuevo Casas Grandes (30° 47' 35.28" N y 107° 57' 16.64" O) con suelo Vertisol, mientras que la otra fue “Placitas” ubicada en el municipio de Guadalupe D.B. (31° 22' 17.55" N y 106° 1' 34.56" O) en la vega del río Bravo, Valle de Juárez, Chihuahua, con tipo de suelo Fluvisol (Figura 1). Estos grupos taxonómicos de suelo se basaron en el sistema de clasificación WRB-2008, (FAO, 2014) y la localización fue conforme el mapa edafológico reportado por el INEGI (2020) confirmado con las observaciones del ecosistema en cada sitio.

Las variedades incluidas en cada localidad fueron:
1.- Sitio “Placitas”, suelo Fluvisol: Rayón F89, Cachanilla F2000, Kronstad F2004, Norteña F2007, Roelfs F2007 y Delicias F81.
2.- Sitio “El Camello”, suelo Calcisol: los genotipos de trigo harinero fueron Roelfs F2007, Kronstad F2004, Rayón F89, Cachanilla F2000, Norteña F2007 y Delicias F81.



Figura 1. Localización de los sitios de evaluación de los genotipos de trigo en el noroeste de Chihuahua, 2017, (INEGI, 2020).

Figure 1. Location of wheat genotype evaluation sites in northwest Chihuahua, 2017, (INEGI, 2020).

¹ Palomo-Rodríguez, M., & Figueroa-Viramontes, U. (1992). *Tolerancia a salinidad de variedades elite de trigo en etapa de germinación y plántula para el Valle de Juárez, Chihuahua*. En Memorias XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro., México: SMCS.

3.- Sitio “El Capulín”, suelo Vertisol: Rayón F89, Cachanilla F2000, Norteña F2007, Luminaria F2012, Roelfs F2007, Delicias F81 y Kronstad F2004. Este predio también tuvo una superficie de 4 ha y el sistema de riego fue en melgas utilizando agua de pozo.

Los suelos de cada sitio fueron colectados un mes antes de la siembra a profundidad de 0 a 30 cm y 30 a 60 cm. Las muestras de suelo fueron secadas, molidas y tamizadas a 2 mm de diámetro. Se realizaron los siguientes análisis físico y químicos en laboratorio de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002): textura, densidad aparente, nitrógeno inorgánico, fósforo Olsen, alcalinidad y salinidad (Aguilar, Etchevers y Castellanos, 1987; Bremner, 1996).

Clima Registrado por Sitios de Estudio

Las condiciones meteorológicas donde se realizó el estudio se muestran en la Figura 2.

Variables Agronómicas Medidas

Las variables agronómicas que se registraron fueron altura de planta, longitud de la espiga, número de granos por espiga, densidad de población (tallos / m²),

humedad en grano al final, proteína cruda en grano, peso hectolítrico, rendimiento de biomasa (parte aérea) y de grano. Además del rendimiento estimado experimental, también se consideró el rendimiento comercial del agricultor al evaluar la cosecha del lote completo de cuatro hectáreas. El área de muestreo experimental fue de 1 m² y cinco repeticiones mediante selección aleatoria, donde el área fue señalada con estacas de madera para el registro de plantas hasta el momento de la cosecha. El porcentaje de humedad en grano fue estimado mediante el método de secado en estufa a 65 °C hasta peso constante que se obtuvo entre 4 y 5 días; el peso hectolítrico (kg hL⁻¹) fue obtenido al llenar un recipiente de 1 L con grano de trigo y de esta manera se pesó la muestra; el análisis de proteína en grano fue estimado a través del análisis del N total mediante el método Kjeldahl (Aguilar *et al.*, 1987).

Análisis Estadístico

Los datos de las variables agronómicas obtenidas para los genotipos de trigo harinero se analizaron con base en un diseño experimental completamente al azar y una comparación múltiple de promedios con la técnica Tukey al 0.05 de significancia, al considerar

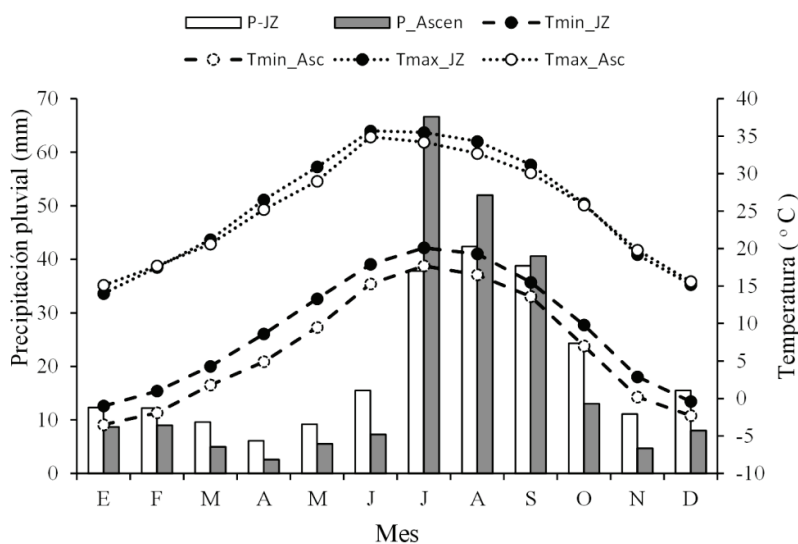


Figura 2. Precipitación pluvial, temperaturas mínimas y máximas registradas en los sitios de estudio. P_JZ (sitio Placitas), P_Asc (sitios El Camello y El Capulín).
Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica> (consultada el 14 de marzo, 2021).

Figure 2. Rainfall, minimum and maximum temperatures recorded at the study sites. P_JZ (Placitas site), P_Asc (El Camello and El Capulín sites).
Source: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica> (accessed March 14, 2021).

los muestreos en cada parcela útil como repeticiones dentro de cada variedad y localidad estudiada, mediante el programa SPSS versión 24.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos

Al tratarse de áreas de estudio separadas con condiciones edafoclimáticas variables en el noroeste del estado de Chihuahua, resulto evidente que las propiedades edáficas fueron diferentes, aspecto que puede influir en la respuesta agronómica de las variedades de trigo. La densidad aparente estuvo entre 1.13 y 1.27 g cm⁻³, y la textura fue desde franco a arcilloso (Cuadro 1). El nivel de alcalinidad del suelo fue medianamente alcalino en el rango 7.3 a 8.2, mientras que el contenido de sales solubles fue baja y fluctuó

de 0.9 a 1.6 dS m⁻¹. La concentración de nitrógeno inorgánico fue bajo a medio de 26 a 43 mg kg⁻¹ suelo, el contenido de fósforo fue de medio a alto con 13 a 26 mg kg⁻¹ suelo. El contenido de N total es un indicador de fertilidad del suelo debido a que se asocia en su mayoría a la concentración de N orgánico y al contenido de materia orgánica, en este caso se detectó entre 870 y 1165 mg kg⁻¹ suelo, es decir el contenido bajo a medio (NOM-021-SEMARNAT-2000, 2002). El sitio Placitas con suelo Fluvisol tuvo los valores más altos de fósforo, atribuido a que los riegos son generalmente con aguas residuales de tratamiento secundario. En particular es notorio que la concentración de N total e inorgánico fue mayor en la profundidad de suelo 0 a 30 cm, lo cual puede ser explicado por acumulación de residuos orgánicos en la capa arable superficial (Castellanos, Uvalle y Aguilar, 2000).

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del suelo para los sitios evaluados con genotipos de trigo en el noroeste de Chihuahua, 2017. Table 1. Soil physicochemical characteristics for the sites evaluated with wheat genotypes in northwest Chihuahua, 2017.

Variable	Profundidad del suelo	El Camello	El Capulín	Placitas
		(Calcisol)	(Vertisol)	(Fluvisol)
	cm			
Da (g cm ⁻³) [†]	0 a 30	1.203±0.16	1.131±0.02	1.167±0.05
Arena (%)	0 a 30	57.24±5.2	29.64±1.6	36.49±1.9
	30 a 60	42.45±2.0	26.72±2.2	42.72±1.9
Limo (%)	0 a 30	17.94±2.3	24.78±1.5	25.33±0.9
	30 a 60	15.16±1.4	18.57±0.7	20.71±0.8
Arcilla (%)	0 a 30	24.8±2.9	45.57±3.1	38.26±1.1
	30 a 60	42.38±1.2	54.71±2.9	36.57±7.1
Clase textural	0 a 30	Franco-arcillo-arenoso	Arcilloso	Franco-arcilloso
	30 a 60	Arcilloso	Arcilloso	Franco-arcilloso
pH	0 a 30	7.66±0.1	7.49±0.1	7.33±0.1
	30 a 60	7.49±0.1	8.24±0.3	7.33±0.1
C.E. (dS m ⁻¹)	0 a 30	0.87±0.1	1.22±0.17	1.57±0.39
	30 a 60	1.30±0.32	1.96±0.18	3.76±2.14
N (mg kg ⁻¹ suelo)	0 a 30	35.47±4.4	26.86±0.13	35.47±15.9
	30 a 60	55.42±12.3	20.0±0.1	24.38±2.2
P (mg kg ⁻¹ suelo)	0 a 30	12.77±1.8	22.08±1.87	23.79±1.86
	30 a 60	3.1±0.3	16.22±3.47	25.77±15.9
NTK (mg kg ⁻¹ suelo)	0 a 30	870±150	1165±55	954±133
	30 a 60	633±18	863±26	607±83

[†] Da = densidad aparente; C.E. = conductividad eléctrica; N = nitrógeno (NH₄+NO₃); P = fósforo Olsen; NTK = nitrógeno total Kjeldahl.

[†] Da = apparent density; C.E. = electrical conductivity; N = nitrogen (NH₄ + NO₃); P = Olsen phosphorus; NTK = total nitrogen Kjeldahl.

Respuesta Agronómica de las Variedades

La variable biomasa que incluyó la suma del peso de los tallos, hojas y espiga, presentó efecto significativo ($P < 0.05$) entre variedades en las tres localidades del estudio (Cuadro 2). Así mismo se detectó diferencia estadística para densidad poblacional y producción de grano en las localidades del suelo Calcisol y Fluvisol, excepto en la localidad El Capulín con suelo Vertisol. Conviene aclarar que la densidad de plantas en este estudio fue basada en tallos o hijuelos con espiga por metro cuadrado, es decir el rango de 473.8 a 722.6 m² (Cuadro 2) es superior al reportado por Moreno *et al.* (2010) para el noroeste de México, quienes indican un rango de 116 a 476 plantas m², y con densidad óptima de 170 000 plantas ha⁻¹.

Altura de planta, número de granos por espiga y longitud de espiga resultaron con diferencia significativa ($P < 0.01$) entre variedades para las tres localidades. El mayor rendimiento de grano significativamente fue detectado en las variedades Roelfs, Delicias, Rayón y Kronstad ($P < 0.05$), la cual estuvo entre 9.1 a 11.3 Mg ha⁻¹ en el suelo Fluvisol (Cuadro 3). La producción de biomasa (tallos, hojas y espiga) varió de 17 a 24.5 Mg ha⁻¹ y fue mayor significativamente ($P < 0.05$) en las variedades Roelfs, Delicias, Rayón y Cachanilla.

Al realizar la comparación del rendimiento evaluado con criterio experimental en comparación con el obtenido a nivel comercial por el productor cooperante en el mismo sitio de estudio, se observó que la variedad Roelfs mostró el mayor rendimiento

Cuadro 2. Niveles de significancia observado (valor P) para las variables agronómicas evaluadas en las variedades de trigo harineros.

Table 2. Levels of significance observed (P -value) for the agronomic variables evaluated in the varieties wheat flour.

Variable	Placitas	El Camello	El Capulín
Biomasa	0.000 †	0.033	0.002
Densidad de plantas	0.000	0.01	0.128
Rendimiento de grano	0.000	0.004	0.135
Altura de planta	0.000	0.000	0.000
Longitud de espiga	0.000	0.000	0.000
Granos por espiga	0.000	0.000	0.000

† Nivel de significancia observado (valor P) del ANOVA. $P < 0.05$ es significativo y $P < 0.01$ es altamente significativo.

† Level of significance observed (P -value) of the ANOVA. $P < 0.05$ is significant and $P < 0.01$ is highly significant.

de grano (Cuadro 4). La heterogeneidad edáfica puede influir en las respuestas de las variedades, en este sitio se observó que ligeros incrementos del contenido de arcilla en las áreas donde estuvieron las variedades Cachanilla y Norteña podría haberles reducido su respuesta en menor densidad de plantas y rendimiento de grano.

La variable longitud de espiga tuvo una variación de 9.12 a 9.69 cm (Cuadro 5), donde los materiales Cachanilla, Kronstad, Roelfs, y Delicias presentaron la longitud de espiga mayor significativamente ($P < 0.05$) en suelo Fluvisol (Placitas), mientras que

Cuadro 3. Promedios de biomasa de trigo, densidad poblacional y rendimiento de grano en el sitio Placitas (suelo Fluvisol).

Table 3. Averages of wheat biomass, population density and grain yield at the Placitas site (Fluvisol soil).

Variedad	Biomasa (parte aérea planta)	Densidad Plantas (tallos m ⁻²)	Rendimiento de grano
	Mg ha ⁻¹	plantas × 103 ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹
Cachanilla F2000	17.016±1.17† a	4738±209 c	8.824±0.40 bc
Delicias F81	23.652±0.72 a	6424±226 a	11.192±0.43 a
Kronstad F2004	20.096±2.07 ab	6308±556 ab	9.132±0.84 abc
Norteña F07	15.912±1.20 b	4876±202 bc	7.804±0.38 c
Rayón F89	23.328±1.19 a	7266±457 a	10.912±0.60 ab
Roelfs F07	24.548±0.81 a	5932±235 abc	11.34±0.41 a

† Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

† Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Cuadro 4. Rendimiento en parcela completa y experimental de trigo en la localidad Placitas, suelo Fluvisol.
Table 4. Yield in complete and experimental wheat plot in Placitas locality, Fluvisol soil.

Variedad	Superficie	Producción	Rendimiento comercial	Rendimiento experimental
	m ²	kg	Mg ha ⁻¹	
Cachanilla F2000	3920	3000	7.653	8.824 ± 0.40 [†] bc
Delicias F-81	3720	2830	7.608	11.192 ± 0.43 a
Kronstad F2004	3640	1580	4.341	9.132 ± 0.84 ab
Norteña F-07	2328	1680	7.216	7.804 ± 0.38 c
Rayón F-89	3360	2550	7.589	10.912 ± 0.60 ab
Roelfs F-07	11 017	8980	8.164	11.34 ± 0.41 a
Suma	31 085	23 190	7.264 (promedio)	

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Rayón y Norteña mostraron menores respuestas. Un componente del rendimiento es el número de granos por espiga, la variedad Cachanilla fue significativamente mayor ($P < 0.05$), pero estuvo en el mismo grupo que las variedades Delicias, Kronstad y Roelfs con variación 47 y 52 granos por espiga. La altura de planta fue mayor en la variedad Roelfs al mostrar 100.5 cm al momento de la cosecha, mientras que el genotipo Cachanilla tuvo la menor altura. Estos resultados son similares a los indicados por Hernández, Alvarado y Valenzuela (2011); Villaseñor *et al.* (2012); SARH (1984).

La mejor respuesta observada en la localidad El Camello (suelo Calcisol), fue para el genotipo Rayón que mostró una producción de 9.25 Mg ha⁻¹ significativamente mayor ($P < 0.05$) a Norteña pero significativamente igual al resto de los materiales evaluados (Cuadro 6). Además, con excepción de la variedad Delicias, el resto de los materiales fueron significativamente iguales a la variedad Rayón con la mayor densidad de plantas. El rendimiento de grano coincide con la producción de biomasa, pues todas en este sitio de estudio fueron mayores al genotipo Norteña.

Cuadro 5. Promedios de longitud de espiga, altura de planta y granos por espiga de trigo en la localidad Placitas (suelo Fluvisol) 2017.
Table 5. Averages of spike length, plant height and grains per wheat spike in Placitas locality (Fluvisol soil) 2017.

Variedad	Longitud de espiga	Granos por espiga	Altura de planta
	cm		cm
Cachanilla F2000	9.14±0.12 a	51.8±1.00 a	79.9±0.81 [†] d
Delicias F-81	9.39±0.21 a	50.5±1.38 ab	93.5±1.31 bc
Kronstad F2004	9.12±0.12 a	49.1±1.54 ab	94.3±1.59 b
Norteña F-07	8.16±0.17 b	38.0±1.30 c	81.6±0.97 d
Rayón F-89	8.30±0.13 b	45.8±1.17 b	89.1±1.16 c
Roelfs F-07	9.69±0.14 a	47.5±1.16 ab	100.5±1.41 a

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Cuadro 6. Promedio de producción de biomasa, densidad de plantas y producción de grano de trigo en sitio El Camello (suelo Calcisol).
Table 6. Average biomass production, plant density and wheat grain production at El Camello site (Calcisol soil).

Variedad	Biomasa	Densidad	Rendimiento
	Mg ha ⁻¹	plantas × 103 ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹
Cachanilla F2000	22.764±0.93 ab	6728±202 ab	9.092±0.45 [†] ab
Delicias F-81	20.976±0.65 ab	5688±207 b	7.728±0.38 ab
Kronstad F2004	24.764±1.77 a	7206±627 ab	9.324±0.70 ab
Norteña F-07	19.768±1.04 b	6040±364 ab	7.308±0.42 b
Rayón F-89	22.564±0.50 ab	7654±414 a	9.256±0.20 a
Roelfs F-07	21.016±0.73 ab	6506±243 ab	7.602±0.27 ab

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Las variedades Roelfs y Delicias tuvieron longitud de espiga entre 9.4 y 9.9 cm, que resultaron superior significativamente ($P < 0.05$) en el sitio El Camello con suelo Calcisol (Cuadro 7), en tanto la menor longitud fue detectada en el genotipo Rayón. En promedio, Kronstad tuvo el número de granos por espiga mayor, siendo estadísticamente similar a los materiales Delicias, Roelfs y Rayón, en un rango de 38 a 43 granos por espiga. Las variedades Delicias y Kronstad mostraron la altura de planta mayor significativamente ($P < 0.05$) de 106 a 109 cm, en tanto la menor altura de planta de 89 cm fue detectada en el genotipo Rayón. Aun cuando las condiciones climáticas (Figura 2) y

el manejo agronómico afectan la expresión del cultivo, estas características fenológicas de las variedades de trigo harinero evaluadas están en el rango de lo reportado por Hernández *et al.* (2011), Villaseñor *et al.* (2012) y SARH (1984).

La producción de grano fue mayor significativamente ($P < 0.05$) en el genotipo Kronstad con 7.89 Mg ha⁻¹ en el suelo Vertisol de la localidad El Capulín (Cuadro 8), lo cual resultó estadísticamente igual a los genotipos Norteña, Delicias y Roelfs, mientras que Cachanilla tuvo la producción menor significativamente. La variable de cantidad de plantas no fue diferente entre genotipos, lo cual podría explicar que la productividad

Cuadro 7. Promedios de longitud de espiga, altura de planta y granos por espiga en sitio El Camello (suelo Calcisol).
Table 7. Averages of spike length, plant height and grains per spike at El Camello site (Calcisol soil).

Variedad	Longitud de espiga	Granos por espiga	Altura de planta
	cm		cm
Cachanilla F2000	9.06±0.29 b	33.2±1.59 b	92.1±1.05 [†] cd
Delicias F-81	9.44±0.14 ab	37.9±1.12 ab	108.6±0.97 a
Kronstad F2004	9.11±0.10 b	42.9±1.25 a	106.5±0.86 a
Norteña F-07	9.03±0.10 bc	34.0±0.92 b	95.0±1.06 bc
Rayón F-89	8.38±0.14 c	39.8±1.31 a	89.4±0.99 d
Roelfs F-07	9.94±0.15 a	42.8±1.32 a	98.3±1.18 b

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Cuadro 8. Promedios de producción de biomasa, densidad de plantas y producción de grano de trigo en la localidad El Capulín (suelo Vertisol) 2017.**Table 8. Averages of biomass production, plant density and wheat grain production in the El Capulín locality (Vertisol soil) 2017.**

Variedad	Biomasa	Densidad	Rendimiento
	Mg ha ⁻¹	plantas × 103 ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹
Cachanilla F2000	12.880±1.19 c	4094±325 a	5.992±0.62 [†] c
Delicias F-81	18.242±0.22 ab	5178±148 a	7.604±0.11 ab
Kronstad F2004	19.392±1.01 a	5100±311 a	7.896±0.33 a
Luminaria F2012	14.656±1.41 abc	5302±426 a	6.604±0.92 bc
Norteña F-07	16.90±1.14 abc	5542±491 a	7.164±0.55 ab
Rayón F-89	13.808±0.44 bc	5044±181 a	6.128±0.27 bc
Roelfs F-07	16.214±1.64 abc	5260±361 a	6.996±0.49 ab

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

de grano en este sitio no fue correlacionado o afectado por esta variable. La mayor producción de biomasa fue registrada en la variedad Kronstad con 19.4 Mg ha⁻¹.

Las variedades Luminaria y Delicias tuvieron la longitud de espiga significativamente mayor ($P < 0.05$) entre 9.2 y 9.7 cm para la localidad El Capulín (Cuadro 9), mientras que las variedades Rayón y Cachanilla expresaron las longitudes menores (8.5 a 8.7 cm). Con relación al número de granos por espiga,

Delicias y Kronstad presentaron significativamente mayor promedio ($P < 0.05$) de 48 a 51 granos, en tanto el genotipo Luminaria presentó la menor cantidad de granos por espiga. Con relación a la altura de planta, las variedades Kronstad y Delicias presentaron el mayor valor significativamente en la etapa de cosecha (97 y 100 cm), en tanto que las variedades Cachanilla y Luminaria presentaron la menor altura de planta (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedios de la longitud de espiga, altura de planta y granos por espiga en sitio El Capulín (suelo Vertisol) 2017.**Table 9. Averages of spike length, plant height and grains per spike in El Capulín site (Vertisol soil) 2017.**

Variedad	Longitud de espiga	Granos por espiga	Altura de planta
	cm		cm
Cachanilla F2000	8.50±0.14 c	38.6±1.11 bc	73.1±1.16 [†] d
Delicias F-81	9.17±0.18 ab	50.6±2.46 a	96.7±1.06 ab
Kronstad F2004	9.05±0.11 b	48.1±1.07 a	100.5±0.73 a
Luminaria F2012	9.66±0.12 a	31.2±1.00 e	74.8±2.07 d
Norteña F-07	8.71±0.09 bc	31.6±0.97 de	91.8±0.73 b
Rayón F-89	8.35±0.10 c	42.5±0.96 b	84.0±0.84 c
Roelfs F-07	9.12±0.10 b	36.5±1.14 cd	97.5±1.50 ab

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Humedad, Peso Hectolítrico y Proteína del Grano

Al cosecharse el grano, la humedad del grano fluctuó de 3.46 a 8.13% entre variedades y sitios, el contenido de humedad menor en promedio fue observado en el genotipo Rayón cultivado en el suelo Vertisol del sitio Capulín (Cuadro 10), mientras que el mayor contenido de humedad fue detectado en la misma variedad, pero en la localidad del suelo Fluvisol, lo cual resulta evidente que las condiciones edafoclimáticas (Figura 2) y de manejo del cultivo influyen en la humedad del grano significativamente ($P < 0.05$). En relación con el peso hectolítrico del grano, este no fue diferente significativamente entre variedades (Cuadro 10), en promedio las variedades tuvieron 87.1 kg hL⁻¹ pero se puede resaltar que el rango observado fue de 93 kg hL⁻¹ para la variedad Cachanilla y el peso menor fue de 83 kg hL⁻¹ en la variedad Norteña. Estos resultados son mayores a los indicados por Villaseñor *et al.* (2012) y Hernández *et al.* (2011) de 77 y 81 kg hL⁻¹ para los materiales Luminaria y Norteña. La proteína del grano de trigo es una variable de trascendencia alimenticia, el rango fue de 10.4 a 16.7% en este estudio (Cuadro 11). La variedad Norteña presentó el menor contenido de proteína cruda, mientras que Delicias tuvo la mayor en la localidad Placitas con suelo Fluvisol, en parte atribuido al riego con aguas residuales altas en nitrógeno amoniacal (Palomo *et al.*, 2007). De tal forma que tanto la humedad del grano como el contenido

de proteína, son variables agronómicas afectadas por las condiciones del sitio y su manejo, más que de la variedad.

El análisis integral de la respuesta agronómica de las variedades de trigo por localidad (tipo de suelo) y condiciones de manejo por el agricultor en cada parcela, permite dilucidar que los genotipos Kronstad y Rayón mostraron la producción de grano mayor (9.3 Mg ha⁻¹) en el suelo Calcisol con textura franco-arcillo-arenoso, en tanto el genotipo Norteña presentó una producción menor. En el suelo Vertisol del sitio El Capulín, la máxima proteína detectada fue de 14% en la variedad Roelfs, la producción de trigo mayor fue en Kronstad (7.9 Mg ha⁻¹) y menor en Norteña y Roelfs (7.1 M ha⁻¹), en tanto que por concentración de proteína en grano hasta un 14.5% fue detectado superior en los materiales Luminaria y Roelfs. En el suelo Fluvisol, el genotipo Roelfs mostró la producción mayor (11.3 Mg ha⁻¹), este sitio se caracteriza por el sistema de irrigación en melgas por inundación usando agua residual tratada que se genera en Ciudad Juárez y que es alta en nitrógeno amoniacal, lo cual también influyó en el contenido de proteína máximo observado en este estudio que fue de 16.5% en la variedad Delicias.

Al estimar el promedio general entre variedades y localidades, se encontró que las variedades Roelfs, Kronstad y Delicias mostraron consistentemente el mayor rendimiento de grano en las tres localidades. Sin embargo, dado que ya no se tiene semilla de

Cuadro 10. Promedios de humedad del grano y peso hectolítrico para las variedades de trigo y sitios de estudio.
Table 10. Averages of grain moisture and test weight for wheat varieties and study sites.

Variedad	Humedad del grano			Peso hectolítrico
	El Camello	El Capulín	Placitas	
	----- % -----			kg hL ⁻¹
Cachanilla F2000	7.86±0.75 a	6.99±0.13 a	4.26±0.08 [†] c	87.7±2.3 [†] a
Delicias F-81	5.61±0.09 ab	7.02±0.79 a	6.59±0.74 ab	87.4±0.60 a
Kronstad F2004	5.78±0.99 ab	4.31±0.21 b	4.62±0.12 c	87.3±6.6 a
Luminaria F2012	N.A.	4.36±0.30 b	N.A.	86.6±0.5 a
Norteña F-07	5.28±0.09 c	3.71±0.09 b	5.1±0.74 cb	86.4±2.6 a
Rayón F-89	5.56±0.16 c	3.46±0.14 b	8.13±0.11 a	87.6±8.7 a
Roelfs F-07	5.83±0.18 ab	4.83±0.49 b	5.61±0.23 cb	86.6±3.8 a

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

Cuadro 11. Proteína en el grano de trigo de las variedades y sitios de estudio.
Table 11. Protein in the wheat grain of the varieties and study sites.

Variedad	Proteína en grano		
	El Camello	El Capulín	Placitas
	- - - - - % - - - - -		
Cachanilla F2000	14.2±0.3 a	11.3±0.6 c	11.9±0.21 [†] bc
Delicias F-81	12.4±0.3 bc	10.9±0.3 c	14.6±1.9 a
Kronstad F2004	13.4±0.8 ab	12.4±0.4 bc	12.9±0.4 ab
Luminaria F2012	N.A.	14.5±0.9 a	N.A.
Norteña F-07	11.2±0.4 c	12.0±0.2 bc	10.4±0.2 c
Rayón F-89	12.1±0.2 bc	12.1±0.3 bc	11.0 ±0.4 bc
Roelfs F-07	14.5±0.2 a	13.8±0.3 ab	11.5±0.1 bc

[†] Promedio y error estándar (n = 5); promedios con la misma letra en misma columna no son diferentes significativamente (prueba Tukey, $P < 0.05$).

[†] Average and standard error (n = 5); means with the same letter in the same column are not significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

la variedad Delicias, una aportación clave del presente estudio es haber detectado que esta respuesta es atribuible a la adaptación edafoclimática en la región del Valle de Juárez, Chihuahua, que es un Distrito de riego con aguas residuales (Palomo *et al.*, 2007). Con respecto al rango de las demás variables agronómicas, la mayor altura de planta fue detectada en Delicias y Roelfs (100 cm). La mayor longitud de espiga en las variedades Roelfs y Luminaria (9.7 cm), número mayor de granos por espiga en las variedades Delicias y Krostand (47 granos), mientras que Luminaria tuvo la menor cantidad de granos. La densidad de plantas dada en tallos con espiga (hijuelos) a la cosecha fluctuó entre 324 y 972 plantas m⁻², de tal manera que la producción de biomasa para todas las variedades y localidades mostró un rango entre 9.22 y 29.82 Mg ha⁻¹, lo cual es de relevancia para el manejo agronómico y producción de este cereal estratégico para la alimentación mundial.

CONCLUSIONES

La respuesta agronómica de las variedades de trigo fue diferente en cada localidad del noroeste del estado de Chihuahua, atribuido a las condiciones edafoclimáticas y de manejo por los agricultores, lo cual fue la meta principal de detectar estas diferencias en productividad de los genotipos para cada región. Los genotipos Rayón

y Kronstad mostraron la producción de grano mayor significativamente, en tanto que Norteña presento una producción más baja. De tal manera que la variedad Kronstad fue mejor en El Capulín con suelo Vertisol, seguida de Norteña y Roelfs. La variedad Roelfs mostró el mayor rendimiento en Placitas con suelo Fluvisol. En conjunto es posible concluir que los genotipos Rayón y Kronstad resultaron con más consistencia en respuesta agronómica en las áreas evaluadas. Aunque peso hectolítrico no tuvo diferencia significativa entre genotipos, Cachanilla mostró el valor máximo de esta variable, en tanto que el máximo contenido de proteína en el grano fue para la variedad Delicias en el suelo Fluvisol.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplica.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplica.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Todos los datos generados o analizados durante este estudio se incluyen en este artículo publicado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia en esta sección.

FONDOS

El apoyo financiero fue del Instituto de Innovación y Competitividad, Secretaría de Economía, Gobierno del Estado de Chihuahua, través del convenio Institucional con UACJ clave: AFIPIT 2016, 274-16-12-Trigo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización del estudio, adquisición de fondos, dirección y administración del proyecto, organización del grupo de trabajo, análisis de datos, escritura del informe: J.P.F.M. Metodología, muestreos de campo, análisis de muestras, análisis de datos, revisión del manuscrito: B.C.D. Muestreos de campo, análisis de muestras, revisión del escrito: P.O.Á. Muestreos de campo y análisis de muestras: J.A.H.E.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al apoyo financiero del Instituto de Innovación y Competitividad, AFIPIT 2016-2018, Secretaría de Economía, Gobierno del Estado de Chihuahua, través del convenio Institucional con UACJ clave: AFIPIT 2016, 274-16-12-Trigo. Se agradece a los estudiantes del Programa de Biología de la UACJ Mayra Gabriela Lujan Fonseca, Jesús Alonso Alvarado Pineda, Priscila Ramos Tena, Cyntia Soledad González Talamantes, Elizabeth Ávila Chel e Itzayana López Ramos.

LITERATURA CITADA

- Aguilar S., A., Etchevers B., J. D., & Castellanos R., J. Z. (1987). *Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Bremner, J. M. (1996) Nitrogen total. In D. L. Sparks (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods* (pp. 1085-1122). Madison, WI, USA: SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America.
- Camacho C., M. A., Figueroa L., P., Huerta E., J., Martínez S., J. J., & Félix V., P. (2001). *Tarachi F2000 y Atil C2000 nuevas variedades de trigo para el noroeste de México*. Folleto Técnico Núm. 43. Cd. Obregón, Sonora, México: INIFAP.
- Camacho C., M. A., Félix V., P., Huerta E., J., & Martínez S., J. J. (1998). *RAFIC97 y NÁCORIC97 variedades de trigo cristalino para el noroeste de México*. Folleto Técnico Núm. 34. Cd. Obregón, Sonora, México: INIFAP.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., & Aguilar-Santelises, A. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. (2ª ed.) México: Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2018). Wheat research. Consultado el 18 de mayo, 2018, desde, <https://www.cimmyt.org/work/wheat-research/>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2014). *World reference base for soil resources 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports No. 106. Rome: FAO.
- Flores Margez, J. P. (1994). *Esto es el campo Experimental Valle de Juárez. Vigésimo aniversario de su fundación*. Folleto Informativo Núm. 1. Campo Experimental Valle de Juárez. Práxedes G. Guerrero, Chihuahua, México: INIFAP.
- Figueroa-Viramontes, U., Flores-Ortiz, M. A., & Palomo-Rodríguez, M. (2004). Metodología para evaluar la tolerancia a salinidad de cultivos en etapas tempranas de desarrollo. En J. J. Martínez R., S. Berúmen P., J. Martínez T., & A. Martínez R. (pp. 556-561). *Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía*. Gómez Palacio, Dgo., México: FAZ-UJED. ISBN: 968-6404-821.
- Guzmán-Ruiz, S. C., Báez-González, A. D., Rodríguez-Moreno, V. M., Ramos-González, J. L., & Reyes-Muro, L. (2006). *Predicción de cosecha: Metodología y resultados para trigo en Baja California. Ciclo OI 2005-2006*. Publicación especial Núm. 2. Campo Experimental Valle de Mexicali. Mexicali, B. C.: INIFAP.
- Hernández-Vázquez, B., & Guzmán-Ruiz, S. C. (2010). *Trigo en el Valle de Mexicali, B.C. y San Luis Rio Colorado, Sonora*. Desplegable para productores Núm. 27. Campo Experimental Valle de Mexicali. Mexicali, B. C. INIFAP.
- Hernández-Vázquez, B., Alvarado-Padilla, J. I., & Valenzuela-Palafox, J. A. (2011). Trigos harineros. En SAGARPA-INIFAP (Eds.). *Descripción de las variedades de trigo para el Valle de Mexicali, B.C. y Norte de Sonora* (pp. 15-20). Folleto Técnico Núm. 18. Mexicali, B. C., México: Talleres Gráficos de Aplicaciones Gráficas. ISBN: 978-607-425-674-1
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2020). Imágenes del territorio. Mapa digital de México. Consultado el 21 de abril, 2020, desde <https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/imgLANDSAT/>. <http://gaia.inegi.org.mx/>.
- NOM-021-SEMARNAT-2000 (Norma Oficial Mexicana). (2002). Antes NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. *Diario Oficial de la Federación*. D. F.: SEGOB.
- Martínez-Cruz, E., Espitia-Rangel, E., Villaseñor-Mir, H. E., Hortelano-Santa Rosa, R., Muñoz-Reyes, E., & Zamudio-Colunga, A. (2017). Calidad industrial del trigo harinero en función del número de riegos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1497-1508.

- Moreno-Ramos, O. H., Valenzuela-Cornejo, E., González-Riande, A., Zayre, K., & Ortiz-Monasterio, I. (1998). *Tecnología de alta eficiencia para la producción de trigo* [Folleto Técnico Núm. 28]. SAGAR-INIFAP-CIRNO-CEVY.
- Moreno-Ramos, O. H., Rodríguez-Casas, J., Canseco-Vichis, E. P., Martín, E. C., Herrera-Andrade, H., & Turrent-Fernández, A. (2010). Época de aplicación del primer riego y densidad de plantas en el cultivo de trigo. *BIOtecnica*, 12(3), 32-41. <https://doi.org/10.18633/bt.v12i3.102>
- Palomo-Rodríguez, M., Flores-Ortíz, M. A., Espinosa-Arellano, J. J., Martínez-Rodríguez, J. G., & Figueroa-Viramontes, U. (2007). *Tecnología para la producción de trigo en el norte y noroeste de Chihuahua*. (pp. 4-5). México: INIFAP.
- SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2018). *Avance de siembras y cosechas, estadísticas de producción agrícola nacional en México*. Consultado el 20 de mayo, 2020, desde, https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.) (1984). *Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo agrícola experimental "Delicias"* [Folleto, guía técnica]. SARH-INIAP.
- Solís M., E., Huerta E., J., Pérez H., P., Villaseñor M., H. E., Ramírez R., A., & Ledesma R., L. (2017). Cisne F2016: nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte para El Bajío, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(12), 1911-1917. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.715>
- Solís M., E., Huerta E., J., Pérez H., P., Villaseñor M., H. E., Ramírez R., A., & De la Cruz G., M. L. (2016). Alondra F2014: nueva variedad de trigo harinero para El Bajío, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1225-1229. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i5.248>
- Villaseñor M., H. E., Huerta E., J., Solís M., E., Espitia R., E., Ireta M., J., & Galván L., R. (2012). Norteña F2007, nueva variedad de trigo para siembras de riego en la región norte y El Bajío de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 207-211.