

Época de aplicación del primer riego y densidad de plantas en el cultivo de trigo

Óscar H. Moreno-Ramos¹

Julio Rodríguez-Casas²

Eduardo P. Canseco-Vichis²

Eduard C. Martin³

Hermelinda Herrera-Andrade¹

Antonio Turrent Fernández⁴

RESUMEN

El noroeste (NO) de México es una zona árida-semiárida y la tendencia actual es disminuir la cantidad de agua utilizada en la producción de cultivos. Para determinar la densidad de plantas óptima y las mejores prácticas de manejo de riego, se realizó un estudio para cuantificar la respuesta del trigo a la época de aplicación del primer riego, utilizando diferentes densidades de plantas y niveles de N. El estudio consistió en 25 experimentos en serie, formados por las cinco fechas de aplicación del primer riego: 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la siembra (DDS) y cinco niveles de N (0, 60, 120, 180 y 240 kg ha⁻¹). Cada experimento consistió en seis densidades de plantas (DP): 34, 42, 54, 77, 125 y 250 mil plantas por hectárea (MPPH), en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El trigo (Altar C85) fue sembrado en surcos a 0.50 m entre surcos. Los resultados indicaron que los rendimientos de trigo

disminuyeron 400 kg ha⁻¹ cuando el primer riego fue retrasado hasta los 70 DDS. La aplicación del primer riego a los 50 DDS le causó algo de daño físico radicular al cultivo. La respuesta del rendimiento de grano a la DP se incrementó hasta alcanzar un máximo a DP moderadas y se redujo a DP muy altas. Finalmente, es posible producir rendimientos de grano adecuados con solo tres riegos, uno antes de la siembra y dos más durante el ciclo del cultivo, en lugar de los cuatro riegos que actualmente son aplicados en la región.

Palabras clave: *Triticum aestivum*, irrigación, densidad de plantas.

ABSTRACT

The northwest (NW) of Mexico is an arid-semiarid zone and the current trend is decreasing the quantity of water used in crops production. In order to determine the best management practices

¹ Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Block 611. Bácum, Sonora, México.

² Universidad de Sonora, Depto. Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: jrdguez@guaymas.uson.mx

³ University of Arizona, Dept. Agricultural & Biosystems Engineering. Tucson, AZ, USA.

⁴ INIFAP, C.E. Valle de México. Carr. Los Reyes-Lechería km 18.5, Texcoco, Edo. Mex.

for irrigation and the optimum plant density, a study was carried out to quantify the wheat response to the time of application of the first irrigation at different plant densities and N levels. The study consisted of 25 experiments in series, formed by five dates to apply the first irrigation: 30, 40, 50, 60 and 70 days after sowing (DAS), and five N levels (0, 60, 120, 180 y 240 kg ha⁻¹). Each experiment consisted of six plant densities (PD): 34, 42, 54, 77, 125 and 250 thousand plants per hectare (TPPH), in a randomized complete block design with four replications. Wheat (Altar C85) was sown on raised beds at 0.50 m between beds. The results indicated that wheat yields decreased 400 kg ha⁻¹ when the first irrigation was delayed until 70 DAS. The application of the first irrigation at 50 DAS caused some physical roots damage to the crop. The grain yield response to PD showed an increase up to a maximum at moderate PD, and a reduction in production at very high PD. Finally, it is possible to produce adequate grain yields with only three irrigations, one before sowing and two more during the crop season, instead of the four irrigations that currently are applied in the region. *Keywords:* *Triticum aestivum*, irrigation, plant density.

INTRODUCCIÓN

Existe suficiente evidencia para demostrar que el uso de la actual tecnología para la producción de trigo se está descuidando en el noroeste (NO de México. Recientemente, Moreno-Ramos y col. (2004; 2005a) han encontrado que las densidades de plantas de trigo usadas actualmente en el NO de México son excesivamente altas. Los autores recomendaron que el número óptimo de plantas esté

cercano a las 170 mil plantas por hectárea (MPPH) (17 plantas m⁻²). Sin embargo, la recomendación no ha tomado en cuenta los requerimientos de riego del cultivo. La densidad de plantas en uno de los factores principales que determinan la capacidad del cultivo de captar recursos, y es importante porque es un factor controlado por el agricultor (Satorre, 1999). Las densidades de planta óptimas varían según las condiciones de clima, suelos, época de siembra y variedad usada (Douglas y col., 1994; Qi-Yuan y col., 1994; Salazar y col., 1998; Lloveras y col., 2004; Moreno-Ramos y col., 2005a; Rodríguez-Casas y col., 2005;). En el NO de México, las reducciones en la densidad de plantas para trigo han sido propuestas por Moreno-Ramos y col., (2004), observándose un retraso asociado con el ciclo fenológico. Debido a este hecho, la época de mayores necesidades de los factores de la producción (agua, fertilizantes, etc.) presenta un retraso, lo cual le da al suelo la oportunidad de recuperar parte de su fertilidad natural; por lo que la cantidad necesaria de los factores de producción también se verá afectada (Moreno y col., 1993).

En oposición al método convencional de siembra (melgas y/o corrugaciones), la característica principal del sistema de siembra del trigo en surcos es dejar espacios de modo que los hombres y las máquinas tengan acceso al campo durante el ciclo del cultivo. Este método de siembra también ha reducido los requerimientos de agua al no requerir del riego por inundación bajo el sistema tradicional (Sayre y Moreno Ramos, 1997; Aquino, 1998). Es posible realizar operaciones mecánicas,

en asociación con la época (fecha) y las etapas fenológicas del cultivo, que podrían condicionar su uso.

El método de siembra en surcos se ha propuesto con dos variantes; surcos angostos (50-60 cm), con una sola hilera de trigo en la parte superior del surco, o surcos anchos (80-100 cm) con dos hileras en la parte superior del surco. El uso de una u otra variante depende de la rotación de cultivos y de la disponibilidad de maquinaria e implementos (Moreno y col. 1980; Moreno-Ramos y col., 2004).

El cultivo de trigo tiene la capacidad de llenar los espacios entre plantas y surcos, y puede compensar deficiencias de población de plantas. Sin embargo, la distribución espacial (distancia entre surcos y entre plantas) es un factor que podría influenciar el manejo del sistema de producción. La información disponible indica que las producciones óptimas de trigo son alcanzadas cuando la distancia entre surcos es menor de 0.60 m (Moreno y col., 1980).

La respuesta a la densidad de plantas es gobernada por una curva de ascenso rápido a bajas DP, hasta llegar a un valor máximo a DP moderadas,

después, la curva se estabiliza o declina lentamente conforme las DP siguen aumentando (Donald, 1963). La variación en los resultados es causada por otros factores que limitan la producción, tales como la capacidad de amacollamiento y la altura de planta, que son regidos por efectos genotípicos (Harper, 1961).

La preparación de la cama de siembra fue la convencional para la región (barbecho y rastreo). Después, el cultivo fue sembrado en suelo húmedo, aplicando un riego de presiembra. Cuando el suelo llegó a capacidad de campo (dio punto), se realizó otro rastreo para eliminar la primera generación de malezas. Luego, fueron formados los surcos; y finalmente, el trigo fue sembrado usando una sembradora manual para cultivos en hileras.

La altura de planta se incrementa con el aumento en la DP, mientras que el número de hijuelos por planta aumenta al disminuir la DP, y al parecer, los requerimientos de agua y nutrientes también se incrementan al incrementarse la DP (Wallace y Menger, 1966).

La densidad de siembra promedio usada en Sonora es de alrededor de 160 kg ha⁻¹ de semilla (Mendoza-Mendoza, 1979; Meisner y col., 1992), aun cuando la información experimental ha indicado que no es muy probable una respuesta positiva en el rendimiento con tasas de siembra mayores a 40 kg ha⁻¹. Sin embargo, debido al bajo costo de la semilla, los productores normalmente exceden dichas tasas de siembra.

Cano-Ávila (1991) y Moreno-Ramos y col (2005b), encontraron que la densidad de plantas interacciona con la fecha de siembra y que en siembras tempranas se requiere de una DP de 130

MPPH, en fechas intermedias de 160 MPPH, y en fechas tardías de 350 MPPH. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la época de aplicar el primer riego en el rendimiento y componentes de rendimiento de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue conducido en el Campo Experimental del Valle de Yaqui, en Sonora, México, (27.33°N, 109.09°W; 38 m.s.n.m.), durante el ciclo otoño-invierno 1999-2000, en un suelo de barrial compactado (mixed montmorillonitic Typic Calciorthid), bajo en materia orgánica y ligeramente alcalino (pH 7.7). Este estudio consistió de 25 experimentos en las serie, formados por las combinaciones de cinco tratamientos para el primer riego: 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la siembra (DDS), y cinco niveles de la fertilización con N (0, 60, 120, 180 y 200 kg ha⁻¹). Cada experimento consistió en seis densidades de plantas (34, 42, 54, 77, 125 y 250 mil plantas por la hectárea (MPPH) en un diseño en bloque completos al azar con cuatro repeticiones.

La preparación de la cama de siembra fue la convencional para la región (barbecho y rastreo). Después, el cultivo fue sembrado en suelo húmedo, aplicando un riego de presiembra. Cuando el suelo llegó a capacidad de campo (dio punto), se realizó otro rastreo para eliminar la primera generación de malezas. Luego, fueron formados los surcos; y finalmente, el trigo fue sembrado usando una sembradora manual para cultivos en hileras. La fecha de siembra fue el 10 de diciembre de 1999, con una tasa de siembra inicial de 60 kg ha⁻¹ de semilla. La variedad usada fue Altar C85. El aclareo para establecer la densidad de plantas prevista fue realizado al inicio de la etapa

de amacollamiento. El manejo agronómico fue el tradicional, con el trigo sembrado en surcos a una distancia de 50 cm entre surcos, y solo una hilera de plantas por surco. El área total fue fertilizada con 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. El N fue aplicado 2/3 con el primer riego y 1/3 con el segundo riego. Los experimentos fueron mantenidos libres de malezas mediante dos labores mecánicas y varios deshierbes manuales.

Las variables cuantificadas fueron: Rendimiento de grano (ton ha⁻¹); Altura final de plantas (cm); Número de hijuelos por planta (HPP); Número de espigas por metro cuadrado (EPMC); Densidad de grano (kg hL⁻¹). Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico SAS (SAS Inst., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano

El rendimiento promedio de grano fue afectado por la DP, con un aumento abrupto de 3.271 a 6.064 ton ha⁻¹ cuando la DP se incrementó de 34 a 125 MPPH. A mayores DP, los incrementos fueron menores, obteniéndose un promedio máximo de 7.194 kg ha⁻¹ con una DP de 250 MPPH (Tabla I, Fig. 1).

La producción promedio de grano alcanzó su valor máximo cuando el primer riego fue aplicado en una época temprana (40 DDS), con 5.883 ton ha⁻¹, y después disminuyó a 5.282 ton ha⁻¹ cuando el riego fue aplicado más tarde (70 DDS).

Para todos los tratamientos de riego, hubo un aumento notable en el rendimiento de grano a bajas

Tabla 1. Respuesta del trigo a diferentes fechas de aplicación del primer riego y densidades de plantas en el Noroeste de México.

DDS	DP	Grano ton ha ⁻¹	Altura cm	HPP	EPMC	DG kg hL ⁻¹
30	34	3.013	70	34	116	80.6
30	42	4.181	70	40	168	80.6
30	54	5.972	72	43	235	80.6
30	77	6.924	71	31	239	80.6
30	125	7.060	70	25	313	80.6
30	250	7.035	70	11	431	80.6
40	34	3.360	73	39	134	79.3
40	42	4.659	71	38	161	79.3
40	54	5.733	72	40	216	79.3
40	77	6.563	71	30	234	79.3
40	125	7.462	73	23	292	79.3
40	250	7.523	74	8	301	79.3
50	34	3.626	73	41	139	78.5
50	42	4.706	72	45	188	78.5
50	54	5.491	73	37	201	78.5
50	77	5.942	72	31	236	78.5
50	125	6.200	73	22	271	78.5
50	250	6.695	72	12	476	78.5
60	34	3.299	69	39	132	77.7
60	42	4.232	69	37	156	77.7
60	54	5.076	69	32	175	77.7
60	77	6.458	68	28	214	77.7
60	125	7.438	68	22	274	77.7
60	250	7.695	70	10	380	77.7
70	34	3.059	70	35	120	80.0
70	42	3.735	71	35	147	80.0
70	54	5.057	69	34	181	80.0
70	77	5.860	67	28	216	80.0
70	125	6.659	68	18	229	80.0
70	250	7.024	69	10	384	80.0
DMS (0.05) DDS		0.215	1	1	3	0.4
DP		0.357	2	2	5	0.7
DDS x DP		0.493	4	3	8	0.9

DDS: días después de la siembra. DP: densidad de plantas. HPP: hijuelos por planta. EPMC: espigas por metro cuadrado. DG. Densidad de grano.

DP (de 34 a 77 MPPH), pero a DP mayores, el incremento fue cada vez menor, y los valores mínimos fueron alcanzados cuando el primer riego fue aplicado a los 50 DDS. De nuevo, esto parece más consecuencia de un daño físico a la corona de las raíces. Estos daños fueron reportados anteriormente por Moreno (1970), los cuales ocurrieron cuando se regó entre los 35 y 40 DDS para el trigo sembrado bajo el sistema tradicional. Además, este fenómeno fue observado de nuevo por Moreno y col., (1980) al regarse entre los 40 y 45 DDS, cuando el trigo fue sembrado bajo sistema de surcos. Se observó un retraso fenológico conforme la DP se redujo, y en este experimento, este fenómeno se presentó alrededor de los 50 DDS (Tabla I, Fig. 1).

La interacción entre la DP y la época de aplicación del primer riego fue significativa, y esta fue más evidente en la parte inferior de la función de producción. Como se observa en la curva de respuesta para 30 DDS, el cambio en la pendiente fue extremadamente abrupto y además, frecuentemente se asoció con limitaciones en los factores de producción. En este caso, podría ser la alta humedad en las etapas iniciales que produjo plantas más altas y después insuficiencias en la parte final del ciclo del cultivo. Las curvas que representan la respuesta a la DP cuando el primer riego fue aplicado a los 40 y 60 DDS parecen ser muy similares (Fig. 1). Sin embargo, la aplicación del riego a los 40 DDS pudo representar un riego adicional al final del ciclo. Aparentemente, el primer riego debe ser aplicado después de 60 DDS, cuando se manejan bajas DP y consecuentemente, es posible reducir un riego en el calendario de riegos propuesto.

Altura final. La altura final de planta no se vio modificada significativamente por los tratamientos de DP. La altura final de planta se incrementó conforme la época de aplicar el primer riego fue retrasada hasta los 50 DDS (Tabla I), pero cuando el primer riego fue aplicado después de 50 DDS, la altura final disminuyó, sin embargo, las diferencias fueron pequeñas y no significativas. Hubo una respuesta no muy clara a la DP o a la época de aplicar el primer riego, aunque la mayor altura fue obtenida cuando el primer riego fue aplicado a los 40 DDS. Moreno-Ramos y col., (2005^a) y Rodríguez-Casas y col., (2005) obtuvieron resultados similares respecto a la DP. Podemos decir que la altura final de planta de trigo no fue influenciada por los tratamientos probados en este estudio, y que esta variable es controlada principalmente por factores genéticos.

Densidad de grano. Los resultados mostraron que los cambios en la DP no afectaron significativamente los valores de la densidad del grano (DG) de trigo, y la cual promedió 79.2 kg hL⁻¹. Lloveras y col., (2004) obtuvieron resultados muy similares para trigo en sistemas de producción mediterráneos bajo riego, pero Moreno-Ramos y col., (2005b) observaron un incremento en la DG al incrementar la DP hasta alcanzar un máximo a DP moderadas. El efecto de la época de aplicar el primer riego demostró que la DG alcanza su valor promedio máximo (80.6 kg hL⁻¹) cuando el primer riego fue aplicado temprano (30 DDS), después, el valor disminuyó alcanzando su mínimo (77.7 kg hL⁻¹) cuando el primer riego fue aplicado a los 60 DDS, y posteriormente se incrementó de nuevo (Tabla I).

Figura 1. Efecto de la densidad de plantas y la época de aplicación del primer riego sobre el rendimiento de grano de trigo en el NO de México.

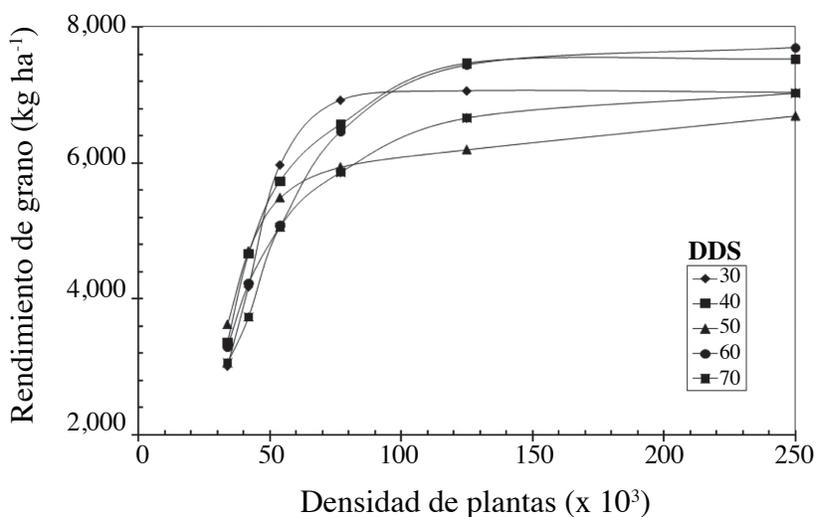
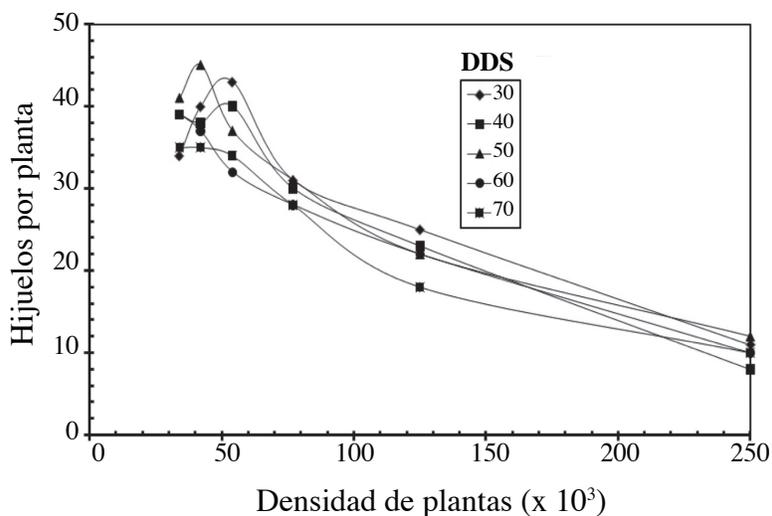


Figura 2. Efecto de la época de aplicación del primer riego y la densidad de plantas sobre el número de hijuelos por planta de trigo en el NO de México.



La interacción de los factores bajo estudio no fue significativa para esta variable (Tabla I). La DG más baja fue obtenida cuando el primer riego fue aplicado 60 DDS para todas las DP probadas.

Hijuelos por planta. Los resultados indicaron que el promedio de HPP fluctuó de 38 con la DP más baja (34 MPPH) a 10 HPP con la DP más alta (250 MPPH). El retraso en la época de aplicar el

primer riego afectó negativamente la producción de hijuelos por planta, de 31 HPP con el tratamiento más temprano (30 DDS), a 27 HPP con el tratamiento más retrasado (70 DDS).

La producción de hijuelos por planta disminuyó conforme la DP aumentó, de aproximadamente 38 hijuelos por planta con la DP más baja (34 MPPH), a ocho hijuelos por planta con la DP más alta (250 MPPH) (Tabla I). Resultados similares fueron encontrados por Moreno-Ramos y col., (2004, 2005a, 2005b, y Rodríguez-Casas y col., 2005). En general, las plantas compensan las bajas DP aumentando la producción de HPP (Gooding y col., (2002).

La interacción de riego y DP resultó significativa, debido principalmente al número de hijuelos por planta en los tratamientos que fueron regados a los 30 y 50 DDS.

Espigas por metro cuadrado. El número promedio de espigas por metro cuadrado (EPMC) fue afectado por la DP, y los resultados indicaron que esta variable se incrementó casi linealmente cuando se incrementó la DP. El número de EPMC fluctuó de 128 a 395 (Tabla I). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Lloveras y col., (2004). El promedio de EPMC fue afectado para la época de aplicación del primer riego, pero el número de EPMC disminuyó conforme el primer riego se fue retrasando.

En general, el número de EPMC aumentó cuando la DP se incrementó para todos los tratamientos de época de aplicación del primer riego, pero a DP de más de 125 MPPH, cuando se aplicó el primer rie-

go a los 40 DDS no se modificó significativamente el número de EPMC.

CONCLUSIONES

El retraso en la aplicación del primer riego afectó el rendimiento de grano de trigo solamente con la aplicación más tardía (70 DDS). La presencia de daño físico fue observada en la corona de las raíces, probablemente porque este riego coincidió con cierta etapa fenológica de máxima producción de hijuelos, donde la aplicación del riego asfixió o retrasó su producción.

Desde el punto de vista de la eficacia en el uso del agua, el tratamiento lógico parece ser aplicar el primer riego en etapas posteriores a los 60 DDS. Sin embargo, esto dependerá de la fecha de siembra. Estos resultados demuestran la posibilidad de reducir un riego en el calendario de riegos propuesto. La respuesta a la DP fue óptima alrededor de las 250 MPPH, que está de acuerdo con información previa.

Debido al retraso fenológico observado a bajas DP, es posible, producir rendimientos aceptables de trigo con tres riegos en suelos de barrial compactado; con dos riegos en la zona de barrial profundo; y con solamente un riego en las zonas de aluvión. Evidentemente, con un manejo adecuado de las interacciones con la DP. Se requiere de mayor información al respecto dada la importancia de las implicaciones de estos resultados.

REFERENCIAS

Aquino, P. 1998. The adoption of bed planting of wheat in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico.

- Wheat Program Special Report No. 17. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Cano-Avila, M. 1991. La interacción entre fecha de siembra y densidad de población en relación a la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Valle del Yaqui, Son. Tesis Lic., Inst. Tec. de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, Mexico.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15:1-118.
- Douglas, C.L., D.E. Wilkins, and D.B. Churchill. 1994. Tillage, seed size and seed density effects on performance of soft white winter wheat. *Agron. J.* 86:707-711.
- Gooding, M.J., M.J. Pinyosinwat, and R.H. Ellis. 2002. Responses of wheat grain yield and quality to seed rate. *J. Agr. Sc.* 138:317-331.
- Harper, J.L. 1961. Approaches to the study of plant competition. *Symposium Soc. Exp. Biol.* 15:1-39.
- Lloveras, J., J. Manent, J. Viudas, A. López, and P. Santiveri. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. *Agron. J.* 96:1258-1265.
- Meisner, C.A., E. Acevedo, D. Flores, K. Sayre, I. Ortiz M., D. Byerlee, and A. Limon. 1992. Wheat production and grower practices in the Yaqui Valley. Wheat Special Report No.6. CIMMYT, El Batán, Mexico.
- Mendoza-Mendoza, S.J. 1979. Rendimiento de cultivos y necesidades de información técnica de ejidatarios, colonos y pequeños propietarios del Valle del Yaqui, Sonora. Tesis M.C., Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Moreno R., O.H. 1970. Efecto del tiempo de aplicación del primer riego de auxilio en la producción de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. Tesis Lic. Esc. Nal. de Agricultura, Chapingo, Méx.
- Moreno R., O.H., J.M. Salazar-Gómez y S.J. Mendoza-Mendoza. 1980. La siembra del trigo en surcos. Publ. Esp. No. 35. INIFAP-CIANO-CAEVY. Cd. Obregón, Sonora, Mex.
- Moreno R., O.H., J.M. Salazar-Gómez, L.M. Tamayo-Esquer y J.L. Martínez-Carrillo. 1993. Tecnología para producir trigo en surcos. Folleto Técnico No. 22. SARH-INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, Mex.
- Moreno-Ramos, O.H., J. Rodríguez-Casas, D. Johnson, and T.L. Thompson. 2004. Wheat response to population density and bed spacing in northwest Mexico. *Cereal Res. Comm.* 32:273-279.
- Moreno-Ramos, O.H., J. Rodríguez-Casas, D. Johnson, E.P. Canseco-Vilchis, T.L. Thompson, and J.M. Salazar-Gómez. 2005a. Irrigated wheat response to population density and number of rows per bed in northwest Mexico. *Cereal Res. Comm.* 33:595-602.
- Moreno-Ramos, O.H., J. Rodríguez-Casas, D. Johnson, E.P. Canseco-Vilchis, T.L. Thompson, and J.M. Salazar-Gómez. 2005b. Irrigated wheat response to population density and planting date in bed planting in northwest Mexico. *Cereal Res. Comm.* 33:603-610.
- Qi-Yuan, P., D.J. Sammons, and R. Kratochvil. 1994. Optimizing seeding rate for late-seeded winter in the Middle Atlantic Region. *J. Prod. Agric.* 7:221-224.
- Rodríguez-Casas, J., O.H. Moreno-Ramos, D. Johnson, E.P. Canseco-Vilchis, T.L. Thompson, and J.M. Salazar-Gómez. 2005. Effect of population density and variety on irrigated wheat yield and components when grown on

- beds in northwest Mexico. *Cereal Res. Comm.* 33:611-618.
- Salazar, G.M., R.O. Moreno, M.R. Cruz, and G.R. Salazar. 1998. Plant population density x sowing date interaction in wheat. *Cereal Res. Comm.* 26:225-232.
- Satorre, E.H. 1999. Plant density and distribution as modifiers of growth and yield. p. 141-159. *In.* E.H. Satorre and G.A. Slafer (ed.) *Wheat: Ecology and physiology of yield determination*. Food Products Press. New York.
- SAS Institute. 1990. *SAS/STAT: User's Guide*, Version 6, 4th. Ed. Vol. 1. SAS Inst. Cary, NC.
- Sayre, K.D., and O.H. Moreno Ramos. 1997. Applications of raised bed planting system to wheat. *Wheat Program Special Report No. 31*. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Wallace D.H. and H.M. Menger. 1966. Studies in the physiological bases for yield differences II. Variations on dry matter distribution among several organs for several dry bean varieties. *Crop Sci.* 6:503-507.