

Características forrajeras de variedades de triticale en condiciones de sequía*

Forage characteristics of triticale varieties under drought

Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez^{1§} y Héctor Gutiérrez Bañuelos²

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V. R. Zacatecas, México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas México. 98500. (gtzbahector@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: sanchez.ricardo@inifap.gob.mx.

Resumen

En Zacatecas se desconocen características forrajeras de variedades de triticale que pudieran ser una alternativa para las zonas de baja precipitación. El objetivo fue determinar la producción y componentes de rendimiento de cuatro variedades de triticale en condiciones de temporal en Zacatecas. Los experimentos se evaluaron durante los años 2010 y 2012 en el Campo Experimental Zacatecas. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones, la densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹, las fechas de siembra fueron el 14 de julio de 2010 y el 18 de julio de 2012 y la fertilización fue 6040-00 de N-P₂O₅-K. La cosecha se realizó en lechoso-masoso. En la producción de forraje verde y seco, la variedad que sobresalió fue Secano con 4685.3 y 1876.7 kg ha⁻¹, respectivamente, únicamente Pollmer presentó rendimientos similares ($p > 0.05$). En hoja y espiga se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre las variedades, Secano sobresalió con 307.5 y 867.3 kg Ms/ha respectivamente, Pollmer tuvo rendimientos similares. En tallo no se observaron diferencias ($p > 0.05$) entre las variedades. Las variables que tuvieron una relación positiva ($p < 0.001$) con el rendimiento de forraje seco, fueron los kilogramos de hoja ($r = 0.85$), tallo ($r = 0.77$) y espiga ($r = 0.91$). Las variedades que sobresalieron en la producción de forraje seco fue Secano y Pollmer, también éstas mismas presentaron los más altos rendimientos de hoja y espiga,

Abstract

In Zacatecas forage characteristics of triticale varieties that could be an alternative for low rainfall areas are unknown. The objective was to determine the production and yield components of four varieties of triticale under rainfed conditions in Zacatecas. The experiments were evaluated during 2010 and 2012 in the Experimental Field Zacatecas. The experimental design was a complete randomized block with three replications, planting density was 120 kg ha⁻¹, planting dates were July 14, 2010 and July 18, 2012 and fertilization was 6040-00 of N-P₂O₅-K. Harvest was made at milky-doughy. In the production of green and dry fodder, the variety that stood out was Secano with 4685.3 and 1876.7 kg ha⁻¹, respectively, only Pollmer presented similar yields ($p > 0.05$). Leave and spike showed differences ($p < 0.05$) between varieties, Secano stood out with 307.5 and 867.3 kg Ms/ha respectively, Pollmer had similar yields. There were no differences in stem ($p > 0.05$) between varieties. The variables that had a positive relationship ($p < 0.001$) with dry forage yield, were kilograms of leave ($r = 0.85$), stem ($r = 0.77$) and spike ($r = 0.91$). Varieties that excelled in the production of dry fodder was Secano and Pollmer, also, these had the highest yields of leaf and spike, therefore these varieties are a good alternative to make more efficient the production of dry matter in areas with low agricultural potential.

* Recibido: septiembre de 2014
Aceptado: enero de 2015

por lo tanto estas variedades son una buena alternativa para eficientizar la producción de materia seca en zonas con baja aptitud agrícola.

Palabras clave: *X Triticosecale* Wittmack, ciclo temporal, componentes de rendimiento, producción de forraje.

El término de sequía se describe como un periodo significativo sin lluvias, incluso existe un tipo de sequía llamada agrícola, y se refiere a los impactos de ésta sobre los cultivos establecidos (Abdul *et al.*, 2009; Conaza, 2010). El triticale es una especie que se ha adaptado a regiones con poca lluvia, éste surgió como resultado del cruzamiento entre el trigo (*Triticum* sp.) y centeno (*Secale* sp.), su intención fue combinar los mejores atributos entre estas dos especies (Ammar *et al.*, 2004). En México, la superficie que se dedicó a la siembra de triticale en condiciones de temporal durante los años 2004 a 2009, no superaron las 300 ha (SIAP, 2012).

A partir de 2011 comenzó la siembras para la producción de forraje en 70 ha, y para 2012 se incrementó a 2 765 ha (SIAP, 2012). Con el mismo régimen de humedad, en el estado de Zacatecas las siembras se iniciaron hasta el año 2012 con 1 805 ha (SIAP, 2012). Actualmente en Zacatecas se está recomendando la siembra de cereales con fines forrajeros en suelos agrícolas que presentan limitantes para la siembra de frijol (Vallejo, 2012). El triticale tiene un sistema radicular muy agresivo, lo que lo hace adaptarse a diferentes suelos y ambientes, incluso bajo condiciones de baja fertilidad de suelo, estrés hídrico, o algún otro factor que pudiera limitar la producción, demostrando ventajas comparadas con otros cereales (Gelalcha *et al.*, 2007).

Tomando en cuenta las ventajas que caracterizan al triticale, éste promete ser una buena especie para uso forrajero en zonas de baja aptitud agrícola. Sin embargo, a la fecha se desconocen características forrajeras de variedades que pudieran ser una alternativa para las zonas de baja precipitación donde la variación climática ha estado presente en los últimos años. El objetivo del presente trabajo fue determinar la producción de materia seca del forraje, así como los componentes de rendimiento de cuatro variedades de triticale en condiciones de temporal en Zacatecas.

Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones de temporal durante los años 2010 y 2012, en el Campo Experimental Zacatecas, localizado en las coordenadas geográficas de 102° 39' longitud oeste y 23° 36' latitud norte a una altitud de 2 192 msnm. El tipo de suelo es un

Keywords: *X Triticosecale* Wittmack, forage production, rainfed, yield components.

The term drought is described as a significant period without rain, there is even a type of drought called agricultural drought, and refers to the impact of this on established crops (Abdul *et al.*, 2009; Conaza, 2010). Triticale is a species that has adapted to regions with little rain; this was a result of a cross between wheat (*Triticum* sp.) and rye (*Secale* sp.), the intention was to combine the best attributes of these two species (Ammar *et al.*, 2004). In Mexico, the surface devoted to the cultivation of triticale under rainfed conditions from 2004 to 2009, did not exceed 300 ha (SIAP, 2012).

From 2011 began planting for forage production on 70 ha, and in 2012 increased to 2 765 ha (SIAP, 2012). With the same moisture regime in the state of Zacatecas plantings began until 2012 with 1 805 ha (SIAP, 2012). Currently in Zacatecas cereals plantings are being recommended for forage purposes in agricultural soils that have restrictions to plant bean (Vallejo, 2012). Triticale has a very aggressive root system, which allows it to adapt to different soils and environments, even under conditions of low soil fertility, water stress, or some other factor that could limit production, showing advantages compared to other cereals (Gelalcha *et al.*, 2007).

Considering the advantages that characterizes triticale, promise to be a good species for forage use in areas with low agricultural suitability. However, to date features of forage varieties that could be an alternative for low rainfall areas where climate change has been in recent years are unknown. The aim of this study was to determine the production of forage dry matter and yield components of four varieties of triticale under rainfed conditions in Zacatecas.

The experiments were conducted under rainfed conditions from 2010 and 2012 in the Campo Experimental Zacatecas, located at the geographic coordinates of 102° 39' W and 23° 36' N at an altitude of 2 192 masl. The soil type is a Kastanozems with pH of 7.5, and a depth higher to 1.5 m. The climate is semiarid, and the highest concentration of rainfall is recorded in the months of July and August. The average (42 years from 1961 to 2003) of annual rainfall during the growing season is 340 mm (Medina and Ruiz, 2004).

The varieties used were: Secano, Pollmer, R. Nazas and Eronga; seeding density was 120 kg ha⁻¹. Planting dates were July 14, 2010 and July 18, 2012. The chemical

Kastanozem con pH de 7.5, y una profundidad mayor a 1.5 m. El clima es semiárido, y la mayor concentración de lluvias se registra en los meses de julio y agosto. El promedio (de 42 años de 1961 a 2003) de la precipitación anual durante el ciclo de cultivo es de 340 mm (Medina y Ruiz, 2004).

Las variedades que se utilizaron fueron, Secano, Pollmer, R. Nazas y Eronga. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹. Las fechas de siembra fueron el 14 de julio de 2010 y el 18 de julio de 2012. La fertilización química, la cual se aplicó al momento de la siembra fue de 60 kg de N a través de urea y 40 kg de P₂O₅ mediante el producto comercial 18-46-00. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 0.76 m de ancho por 7 m de largo, en la parcela útil se utilizaron los dos surcos centrales con 6 m de largo. La cosecha de las plantas se realizó manualmente en el estadio de desarrollo de lechoso-masoso.

La parcela se cortó a diez centímetros del suelo y con eso se estimó la producción de forraje verde, posteriormente, se obtuvo una muestra de 0.5 kg en peso verde y llevó a una estufa a 60 °C hasta llegar a peso constante, con estos datos se determinó el porcentaje y el rendimiento de materia seca. De una muestra tomada al azar de cada parcela se separaron las partes vegetativas de la planta: tallo, hoja y espiga, se secaron por separado en la estufa hasta que llegaron a peso constante. Con el peso calculado del forraje seco y el porcentaje de cada proporción de la biomasa, se estimó la producción de materia seca del tallo, hoja y espiga. Las variables medidas fueron: rendimiento de forraje verde (FV) y seco (FS), porcentaje de materia seca (MS), altura de planta (AP), producción de materia seca de hoja (HJ), de tallo (T) y espiga (E). El análisis estadístico que se utilizó fue un análisis de varianza combinado, y se separaron las medias utilizando el paquete estadístico (SAS). Se utilizó un análisis de coeficiente de correlación de Pearson, y se eligieron aquellas que fueron significativas por lo menos al 5%.

En el presente experimento, en el año 2010 las medias de la producción de forraje verde y seco fueron superiores ($p < 0.05$) con 4 806.74 y 1 739.58 kg ha⁻¹ respectivamente en comparación al año 2012. En la acumulación de materia seca, el año 2012 registró los más altos valores ($p < 0.05$) con una media de 43.29% (Cuadro 1). No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en las interacciones año*variedad. En altura de planta y contenido de materia seca, las variedades no presentaron diferencias ($p > 0.05$), se registraron portes de 48.47 a 57.9 cm y acumulaciones de 38.4 a 41%.

fertilization, which was applied at planting, was 60 kg of N through urea and 40 kg P₂O₅ through a commercial product 18-46-00. The experimental design was a complete randomized block with three replications. The experimental unit consisted of four rows 0.76 m wide and 7 m long, the useful plots were the two central rows with 6 m long. Harvest was performed manually at the developmental stage of milky-doughy.

The plot was cut ten cm off the ground and with this, green forage production was estimated, then, a sample of 0.5 kg fresh weight was placed in an oven at 60 °C to constant weight, with this data the percentage and dry matter yield was determined. A random sample taken from each plot, the vegetative parts of the plant were separated: stem, leaf and spike, dried separately in the oven to constant weight. With the calculated weight of dry fodder and the percentage of each proportion of the biomass, dry matter production of stem, leaf and spike was estimated. The variables measured were: fresh forage yield (FV) and dry (FS), percentage of dry matter (MS), plant height (AP), dry matter production of leaf (HJ), stem (T) and spike (E). The statistical analysis used was a combined analysis of variance, and means were separated using the statistical package (SAS). Pearson correlation coefficient was used, and chosen those that were significant by at least 5%.

In the present experiment, in 2010 the mean production of fresh and dry forage were higher ($p < 0.05$) with 4 806.74 and 1 739.58 kg ha⁻¹ respectively compared to 2012. In the accumulation of dry matter, 2012 recorded the highest values ($p < 0.05$) with an average of 43.29% (Table 1). No differences ($p > 0.05$) in year * variety interactions were found. In plant height and dry matter content, varieties did not differ ($p > 0.05$); recording heights of 48.47 to 57.9 cm and accumulations of 38.4 to 41%.

In the production of fresh and dry forage, the variety that stood out was Secano with 4 685.3 and 1 876.7 kg ha⁻¹, respectively, only Pollmer had similar yields ($p > 0.05$); while the other two varieties were statistically lower than Secano (Table 1). The statistical difference in mean forage production that occurred between years can be attributed to the amount of accumulated rainfall, since 2010 recorded higher with 53 mm (Figure 1). The results obtained in the first year are similar to those published in suboptimal potential of some cereals of small grain for forage purposes in the

Cuadro 1. Altura de planta, porcentaje de materia seca y rendimiento de forraje verde y seco de las variedades de triticale evaluadas en el Campo Experimental Zacatecas.

Table 1. Plant height, dry matter percentage and yield of fresh and dry forage for triticale varieties evaluated in the Experimental Field Zacatecas.

Año	AP (cm)	Fv (kg ha ⁻¹)	MS (%)	FS (kg ha ⁻¹)
2010	56.04	4 806.74 a	36.78 b	1 739.58 a
2012	53.7	2 826.04 b	43.29 a	1 205.83 b
Variedades				
Secano	57.95	4 685.3 a	41	1 876.67 a
Pollmer	48.47	3 952.8ab	40.3	1 586.67 ab
R Nazas	56.06	3 338.2 b	38.4	1 164.17 b
Eronga	57.14	3 289.2 b	39.8	1 263.33 b
CV	11	25.7	16	17.6

AP= altura de planta; Fv= rendimiento de forraje verde; MS= porcentaje de materia seca; Fs= rendimiento de forraje seco; CV= coeficiente de variación.

En la producción de forraje verde y seco, la variedad que sobresalió fue secano con 4685.3 y 1876.7 kg ha⁻¹, respectivamente, únicamente Pollmer presentó rendimientos similares ($p > 0.05$), mientras que las otras dos variedades estadísticamente fueron inferiores a secano (Cuadro 1). La diferencia estadística en las medias de la producción de forraje que se presentó entre los años, se pueden atribuir a la cantidad de precipitación acumulada, ya que 2010, registró fue mayor con 53 mm (Figura 1). Los resultados obtenidos en el primer año son similares a los publicados en el potencial subóptimo de algunos cereales de grano pequeño con fines forrajeros para el estado de Zacatecas (Medina *et al.*, 2001). Durante los dos periodos de evaluación, el mes de agosto presentó un periodo de sequía, ya que registró baja precipitación, solo se acumuló 12% y 44.6% de lo esperado para 2010 y 2012, respectivamente (Medina *et al.*, 2010; Medina *et al.*, 2012). En este estudio las variedades Secano y Pollmer sobresalieron en la producción de forraje seco, por lo que son una alternativa para aquellas zonas donde es frecuente la presencia de sequía agrícola.

Los componentes de rendimiento fueron mayores ($p < 0.05$) en el año 2010, se registraron producciones de 293, 679.7 y 765.7 kg de materia seca de hoja, tallo y espiga, respectivamente. Tampoco se presentaron diferencias en las interacciones año*variedad ($p > 0.05$). En hoja y espiga se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre las variedades, Secano sobresalió con 307.5 y 867.3 kg Ms/ha respectivamente, únicamente Pollmer tuvo rendimientos similares. En tallo no se observaron diferencias ($p > 0.05$) se presentaron valores de 501 a 699 kg Ms/ha (Figura 2). Uno de

state of Zacatecas (Medina *et al.*, 2001). During the two evaluation periods, August had drought period, as it recorded low rainfall, only 12% and 44.6% of expected for 2010 and 2012 respectively (Medina *et al.*, 2010; Medina *et al.*, 2012). In this study Secano and Pollmer excelled in the production of dry fodder, so these varieties are an alternative for those areas where the presence of agricultural drought is common.

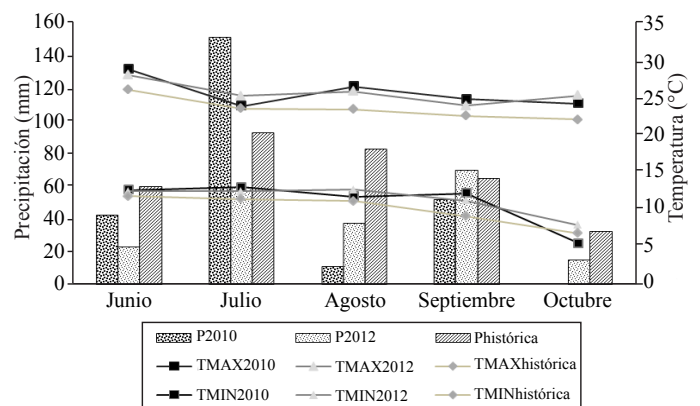


Figura 1. Precipitación mensual (mm) y temperaturas (°C) máximas y mínimas) en el Campo Experimental Zacatecas en los años 2010 y 2012.

Figure 1. Monthly rainfall (mm) and temperature (°C) maximum and minimum) in the Experimental Field Zacatecas from 2010 and 2012.

Yield components were higher ($p < 0.05$) in 2010, production of 293, 679.7 and 765.7 kg of dry matter of leaf, stem and spike respectively, were recorded. There were no differences in year * variety interactions ($p > 0.05$). There were differences in leaf and spike ($p < 0.05$) between varieties, Secano excelled with 307.5 and 867.3 kg Ms/ha respectively, only Pollmer

los factores que afecta el rendimiento de los componentes de las plantas es el estrés por sequía. Éste estrés no permite llegar al llenado de grano adecuado, por lo que los rendimientos de espiga son bajos (Giunta *et al.*, 1993) y también provoca la reducción del peso del tallo y hojas, debido a que el número y tamaño disminuye (Ahmad *et al.*, 2011).

Las variables que tuvieron una relación positiva ($p < 0.001$) con el rendimiento de forraje seco, fueron los kilogramos de hoja ($r = 0.85$), tallo ($r = 0.77$) y espiga ($r = 0.91$). La hoja se asoció positivamente ($p < 0.05$) con tallo ($r = 0.67$) y espiga ($r = 0.65$). El tallo se relacionó positivamente ($p < 0.05$) con la espiga ($r = 0.46$) (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los reportados por Giunta *et al.* (1999), mencionan que en triticale existe una correlación del rendimiento y toda las partes que conforman la biomasa. Estos resultados muestran que las variedades que más se adaptaron al ciclo de temporal de Zacatecas y sobre todo a la sequía, fueron las que produjeron la mayor cantidad de kilogramos de cada componente de la biomasa, y por lo tanto, mayor producción de forraje.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación entre las variables agronómicas y morfológicas de variedades de triticale (2010 y 2012).
Table 2. Correlation coefficient between agronomic and morphological variables from triticale varieties (2010 and 2012).

	Fs	AP	MS	Hoja	Tallo	Espiga
Fs	1					
AP	0.084	1				
MS	-0.156	0.046	1			
Hoja	0.846**	-0.152	-0.073	1		
Tallo	0.771**	0.056	-0.258	0.67*	1	
Espiga	0.907**	0.165	-0.088	0.649*	0.464*	1

Fs= forraje seco; AP= altura de planta; MS= materia seca. *($p < 0.05$); **($p < 0.001$).

Conclusiones

A pesar que en los dos años de evaluación la precipitación fue más baja que lo esperado y hubo presencia de sequía en el mes de agosto, las variedades que sobresalieron en la producción de forraje seco fue Secano y Pollmer, también éstas mismas presentaron los más altos rendimientos de hoja y espiga, por lo tanto estas variedades son una buena alternativa para eficientizar la producción de materia seca en zonas con baja aptitud agrícola.

had similar yields. In stem there were no differences ($p > 0.05$) having values of 501 to 699 kg MS/ha (Figure 2). One factor that affects yield components of the plant is drought stress. This stress does not allow an adequate grain filling, so yields spike are low (Giunta *et al.*, 1993) and also causes weight reduction of stem and leaves, because the number and size decreases (Ahmad *et al.*, 2011).

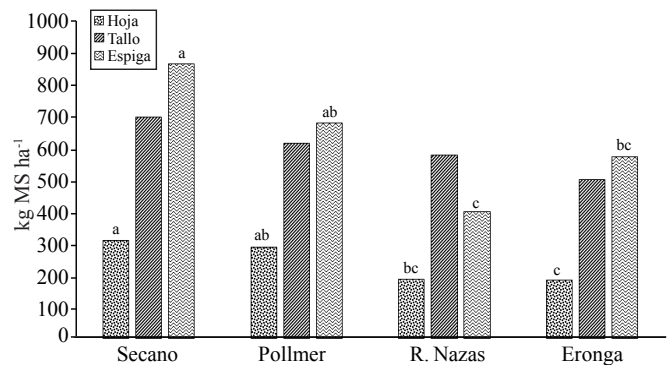


Figura 2. Componentes de rendimiento de las variedades de triticale.

Figure 2. Yield components of triticale varieties.

The variables that had a positive relationship ($p < 0.001$) with dry forage yield were kilograms of leaf ($r = 0.85$), stem ($r = 0.77$) and spike ($r = 0.91$). The leaf was positively associated ($p < 0.05$) with stem ($r = 0.67$) and spike ($r = 0.65$). The stem is positively associated ($p < 0.05$) with spike ($r = 0.46$) (Table 2). These results agree with those reported by Giunta *et al.* (1999) mentions that in triticale there is a correlation from yield and all the parts comprising biomass. These results show that varieties that adapted better to rainfed conditions from Zacatecas and especially to drought were those producing the largest number of kilograms of each component of biomass, and therefore greater forage production.

Literatura citada

- Abdul, J. Ch.; Manivannan, P.; Wahid, A.; Farooq, M.; Al-Juburi, H. J.; Somasundaram, R. and Pannerselvam, R. 2009. Drought stress in plant: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Bio.* 11:100-105.
- Ahmd, A. S.; Xie, X.; Wang, L.; Farrukh, S. M.; Man, Ch. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *Afr. J. Agric. Res.* 9:2026-2032.
- Ammar, K.; Mergoum, M. and Rajaram, S. 2004. The history and evolution of triticale. *In: triticale improvement and production*. Mergoum, M. and Gómez-Macherson, E. (Eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 1-9 p.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) 2010. Unidad de sequía, desertificación y proyectos estatales. Boletín divulgativo Núm. 2.
- Gelelcha, S.; Fantahun, B.; Yaie, B. and Girma, B. 2007. Triticale (X *Triticosecale wittmack*) - a new addition to the Ethiopian cereals. *Afr. Crop Sci. Conf. Proc.* 8:1991-1995.
- Giunta, F.; Motzo, R. and Deidda, M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean Environment. *Field Crops Res.* 33:399-409.
- Giunta, F.; Motzo, R. and Deidda, M. 1999. Grain yield analysis of a triticale (x *Triticosecale* Wittmack) collection grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 63:199-210.
- Medina, G. G.; Salinas, G. H. y Rubio, A. F. A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Libro técnico Núm. 1.
- Medina, G. G. y Ruiz, C. A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Libro técnico Núm. 3. 40-41.

Conclusions

Despite the two-year of assessment, precipitation was lower than expected and there was presence of drought in August, the varieties that excelled in the production of dry fodder was Secano and Pollmer, also these varieties had the highest leaf and spike yield, therefore these varieties are a good alternative to make more efficient the production of dry matter in areas with low agricultural suitability.

End of the English version



- Medina, G. G.; Ramírez, C. N. Y. Z. y Báez, G. A. D. 2010. Reporte agrometeorológico, septiembre 2010. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Folleto informativo Núm. 84.
- Medina, G. G. y Ramírez, C. N. Y. Z. 2012. Reporte agrometeorológico, septiembre 2012. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Folleto informativo Núm. 108.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2002. SAS user's guide. Statistics. Version 8. SAS Inst., Cary, NC. USA. Quality, and elemental removal. *J. Environ. Qual.* 19:749-756.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola.
- Vallejo, D. J. 2012. Orígenes de la estrategia de reconversión productiva en Zacatecas y acciones complementarias. *In: Simposio reconversión productiva*. Serna, P. A. y Echavarría, Ch. F. G. (Eds.). XXXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas. 3-16 p.