

Rendimiento por hectárea de sorgo grano y de frijol en México: riego vs temporal

Performance per hectare of grain sorghum and bean in Mexico: irrigated vs rainfed

José Luis Montesillo-Cedillo *

Resumen

En México, solo la producción de sorgo grano y de frijol (alubia) en los distritos de riego en el año 2014 consumió el equivalente al 85.45% del agua destinada al uso público urbano en todo el país. El objetivo de la presente investigación fue comprobar si el rendimiento en toneladas por hectárea de los cultivos mencionados producidos en los distritos de riego es superior –hasta en 3.3 veces, como se afirma– al obtenido en condiciones de temporal. La comprobación se llevó al cabo con base en un análisis de varianza del rendimiento promedio en toneladas por hectárea de ambos productos obtenidos en los distritos de riego, y en temporal al nivel nacional; se utilizó información agrupada por distritos de riego para los años agrícolas desde el 2001-2002 hasta el 2013-2014. Se concluyó que en cada uno de los años agrícolas considerados el rendimiento promedio por hectárea de frijol (alubia) y de sorgo grano obtenido en temporal fue igual al obtenido en los distritos de riego, con un nivel significancia del 95%.

Abstract

In Mexico, the production of grain sorghum and bean in irrigation districts in 2014, consumed the equivalent of 85.45% of water intended for the urban public use in all over the country. The aim of this research was to test whether the performance of tons per hectare of the mentioned crops produced in irrigation districts is higher -up to 3.3 times, as affirmed- than the obtained

* Es doctor en problemas económico agroindustriales por el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Es PTC en el Instituto de Estudios sobre la Universidad (IESU) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).
jlmontesillo@uaemex.mx

Palabras clave

Producción, Análisis de oferta y demanda, Análisis de varianza, Costos sociales

Key words

Production, Aggregate Supply and Demand Analysis, Analysis of the Variance, Social Cost

JEL

O13, Q11, R14, Q14

under rainfed conditions. The testing was carried out based on an analysis of variance of the average performance in tons per hectare of both obtained products in irrigation districts and rainfed at the national level; for this was used information grouped by irrigation districts of the crop years from 2001-2002 to 2013-2014. It was concluded that in each one of the considered crop years, the average performance per hectare of beans and grain sorghum obtained in rainfed was equal to the obtained in irrigation districts, with a significance level of 95%.

Introducción

México cuenta con alrededor de 6.4 millones de hectáreas con infraestructura para riego. De estas, 3.4 millones corresponden a 85 distritos de riego, y los tres millones de hectáreas restantes, a 39 000 unidades de riego (Conagua, 2014: 89).

De acuerdo con los datos disponible en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), en el año agrícola 2014 en México la superficie sembrada ascendió a 15 720 035.56 de ha. La superficie sembrada bajo la modalidad riego fue de 4 183 080.94 ha (siap.gob.mx); en consecuencia, 11 536 954.56 ha corresponden a la modalidad de temporal.

En México, en el año agrícola 2014 se sembraron 2 078 496.98 de ha de sorgo grano, y 1 773 996.85 de ha de frijol (siap.gob.mx). Por su parte, la Comisión Nacional del Agua

(Conagua, 2015: 188) informa que en los distritos de riego se sembraron 534 895 ha de sorgo grano, y 139 727 ha de frijol (alubia).

Actualmente, el volumen de agua concesionado para usos consuntivos es de 82 734 millones de metros cúbicos (m^3) –Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018, 2014: 40–. El riego consume 63 350 millones de $m^3/año$, esto equivale al 77 por ciento del total nacional concesionado y asignado.

Si bien en México se cuenta con infraestructura para regar 6.4 millones de hectáreas, como ya se apuntó, de acuerdo con la información disponible para el periodo 2001-2014, en ningún año se han sembrado más de 4.7 millones de hectáreas, y si la agricultura bajo la modalidad de riego consume 63 350 millones de $m^3/año$, se puede concluir que el volumen promedio de agua aplicado por hectárea es de 15 144.34 $m^3/año$, tal y como se puede constatar en el Cuadro 1.



Cuadro 1

Superficie sembrada bajo la modalidad de riego, volumen de agua concesionado a los distritos de riego y miles de metros cúbicos de agua consumidos por hectárea, 2001-2014

Año	Superficie sembrada bajo la modalidad de riego (Ha)*	Miles de millones de m ³ **	m ³ por hectárea
2001	3 494 243.93	52.64	15 064.78
2002	3 571 179.61	56.07	15 700.69
2003	3 601 966.45	56.89	15 794.15
2004	3 619 227.09	57.46	15 876.32
2005	3 908 036.95	58.73	15 028.01
2006	3 845 504.62	59.40	15 446.61
2007	3 910 171.96	60.57	15 490.37
2008	4 044 333.22	61.21	15 134.76
2009	4 074 927.80	61.79	15 163.46
2010	4 095 728.29	61.49	15 013.20
2011	4 602 318.31	62.09	13 491.03
2012	4 082 142.96	63.35	15 518.81
2013	4 092 280.52	61.82	15 106.49
2014	4 183 080.94	63.35	15 144.34

Fuente: *Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca). En <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> Fecha de consulta: 12/12/2015. **Del año 2001 al 2008 Conagua. (2010). *Estadísticas del agua en México: 67*, y del 2009 al 2013 Conagua. (2013). *Estadísticas del agua en México: 68*.

Si se asume que en la producción de sorgo grano y de frijol (alubia) durante el año 2014 se aplicaron 15 144.34 m³/año por hectárea (534 895 ha de sorgo grano), entonces la producción de sorgo consumió 8 100 631 744.30 m³/año, y el frijol grano (139 727 ha) 2 116 073 195.18 m³/año. Entonces, la producción de estos dos bienes agrícolas en los distritos de riego consumió 10.22 km³/año de agua.

El consumo de agua en los distritos de riego para la producción de sorgo grano y de frijol (alubia) durante el año agrícola 2014 equivale al 85.45% del volumen de agua suministrado durante dicho año al abastecimiento público en México. El abastecimiento público durante el año 2014 fue de 11.96 km³ (Conagua, 2014: 60).

Por los niveles de consumo de agua en la producción bajo riego de sorgo grano y de frijol (alubia) en los distritos de riego se debe es-

perar un mayor rendimiento en toneladas por hectárea en este tipo de producción respecto del obtenido en los mismos terrenos antes de contar con infraestructura para el riego. El resultado esperado, por supuesto, es confirmado por el mayor rendimiento obtenido por hectárea. Sin embargo, no existe información pública que permita comparar el rendimiento antes y después para poder cuantificar la contribución del agua en la producción agrícola.

No obstante, al rendimiento por hectárea de riego se le compara con el que se obtiene en condiciones de temporal, propiamente dicho. Así, se tiene que:

“Cabe destacar que el rendimiento de la superficie bajo régimen de irrigación es superior al correspondiente a la agricultura de temporal. En 2013, para los principales cultivos por superficie cosechada –maíz grano, sorgo grano y

frijol—, el rendimiento de los cultivos de riego, medido en ton/ha, fue de 2.2 a 3.3 veces mayor que el de los cultivos de temporal” (Conagua, 2014: 89).

Al realizar dicha comparación, entre el rendimiento obtenido por hectárea de riego respecto del de temporal, aparte de pasar por alto principios de la teoría económica de la producción, se obvia que “en general, puede observarse que la productividad [de los distritos de riego], ton/ha, por regiones es muy baja, y serían comparables estos resultados a los obtenidos en varias zonas de buen temporal” (Soto, 2003: 185).

Al respecto es necesario tener presente que el 60% del territorio de México es árido (Cerrutti, 2013: 3), y que el 63% de la superficie destinada al cultivo requiere del riego (Soto, 2003: 173). Porque en México predominan los climas áridos y semiáridos (51.7%), principalmente debido a que el norte del país está en la franja desértica mundial, —desiertos del Sahara

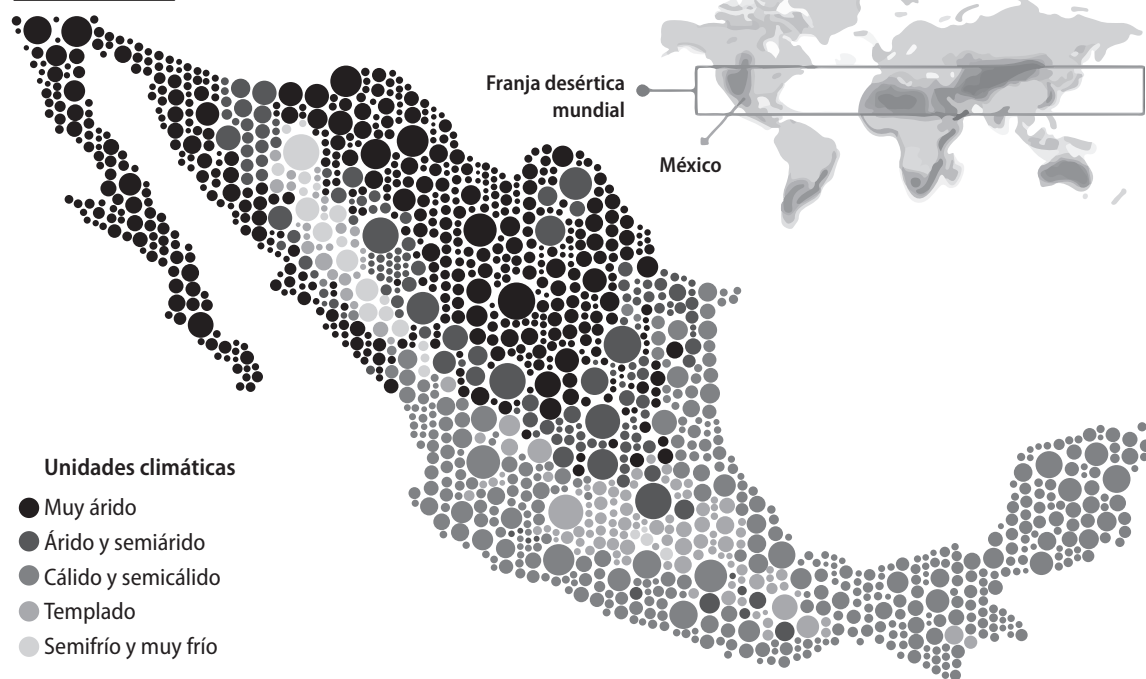
No existe información pública que permita comparar el rendimiento antes y después para poder cuantificar la contribución del agua en la producción agrícola

en África, Nefud y Rub al-Jali en la península arábiga y de Thar en la India— (<http://abakmatematicamaya.blogspot.mx/2014/09/abak2014-mexico-gran-riedad-de-climas.html>).

94

Ilustración 1

Distribución del clima en México



Fuente: Tomado de <http://abakmatematicamaya.blogspot.mx/2014/09/abak2014-mexico-gran-variedad-de-climas.html>, el 22 de enero de 2016.

En suma, la mayoría de los distritos de riego se abrieron en regiones áridas y semiáridas y precisan de grandes volúmenes de agua, como ya se apuntó líneas arriba.

Con lo argumentado hasta el momento no se propone ni se insinúa bajo ninguna circunstancia dejar de producir, o reducir la producción, de sorgo grano y frijol (alubia), sino poner en su justa dimensión el rendimiento por hectárea en los distritos de riego, y dejar de considerarlo superior al obtenido en el “buen temporal”. Sobre todo porque “La problemática del agua de riego y en general del agua es, no sólo un problema técnico a resolver, es también un problema social, de cultura y del poder que detentan los distintos actores en la apropiación y gestión del agua” (Palmer, *et al.*, s.f: 5).

Se debe tener presente que en la producción mundial de leguminosas, el frijol ocupar el tercer lugar, solo después de la soya y del cacahuate; “En México..., es la leguminosa de mayor consumo humano y representa el 36% de la ingesta diaria de proteínas” (Lara Flores, Miguel, 2015: 3). Además, “México, como parte de Mesoamérica, es considerado el centro de origen y domesticación más importante (primario) de varios tipos de frijol, ..., el frijol recibe también otros nombres como: poroto, alubia, caraota y judía” (Gálvez, Amanda y Salinas Gabriela, 2015: 4).

En relación con el sorgo, “se tiene que es el quinto cereal más utilizado en la alimentación a nivel mundial; es especialmente resistente a condiciones áridas y al calor” (Juan Carlos Surco Almendras, Juan Antonio Alvarado Kirigin, 2010: 19).

El objetivo del presente trabajo de investigación es comparar el rendimiento por hectárea obtenido en condiciones de temporal respecto del de los distritos de riego en la producción de sorgo grano y de frijol (alubia)

para los años agrícolas de 2001-2002 hasta el 2013-2014; bajo la hipótesis de que tienen rendimiento iguales.

1. Método y materiales

Antes de describir el método y la información utilizados se torna necesario aclarar un principio económico referente a la teoría de la producción.

La comparación del rendimiento por hectárea del sorgo grano y del frijol (alubia) en los distritos de riego respecto del de temporal se realiza desde el punto de vista estadístico. Comparación que desde la perspectiva de la teoría de la producción es incorrecta.

De acuerdo con los principios de la teoría de la producción, solo se puede decir que un proceso de producción es superior a otro cuando utilizan los mismos insumos, pero uno de dichos procesos utiliza al menos una menor cantidad de uno de ellos. Bajo estas condiciones, y solo bajo ellas, se puede afirmar que un proceso productivo es más eficiente que otro (Koutsoyianes, 2002: 79). Por lo tanto, las afirmaciones acerca de la mayor eficiencia de los distritos de riego respecto del temporal no tienen soporte teórico alguno ni factual, como quedará demostrado en el presente trabajo.

Desde la perspectiva de la teoría de la producción es pertinente esperar un mayor rendimiento cuando se incrementa el número de insumos. Así, cuando se construye la infraestructura para riego en las zonas áridas y semiáridas de México –las cuales no son de temporal, sino zonas desérticas– la expectativa de un mayor rendimiento está soportada por la teoría de la producción. Pero los procesos productivos con sistemas de riego y antes de ellos ya no son comparables, por lo apuntado líneas arriba.

En términos formales, el conjunto de cantidades necesarias de factores $[V(y)]$ para la producción en las zonas áridas con instalación de infraestructura para riego puede representarse como: $V(y) = \{x \text{ en } R_+^n: (y, -x) \in Y\}$ y, para las mismas zonas antes de la instalación de dicha infraestructura para riego como: $V(y') = \{x \text{ en } R_+^n: (y', -x) \in Y\}$ En donde, de acuerdo con Varian (1992: 4-6), x es un vector de factores que pueden producir y unidades, y ambos están contenidos en el conjunto de posibilidades de producción (Y). De aquí se desprende que si $x \neq x'$, tal que $x > x'$, se espere $y > y'$. Expectativa factible, pero no extrapolable a la producción de temporal propiamente dicho.

El solo hecho de que $x > x'$ implica la no comparabilidad de ambos procesos de producción, y obliga a que la producción de sorgo grano y de frijol (alubia) con agua para riego sea superior a la obtenida en las mismas tierras áridas antes de contar con infraestructura para riego.

Por supuesto que para cuantificar los beneficios de la inversión pública en los distritos de riego, es deseable comparar el rendimiento

de las mismas tierras antes y después de instalar la infraestructura para riego. Sin embargo, no existen los datos necesarios para realizar dicha labor.

Los datos utilizados en la presente investigación se tomaron del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php>>, y comprende los años agrícolas desde el 2001-2002 hasta el 2013-2014. La comparación del rendimiento por hectárea de sorgo grano y de frijol (alubia) se realizó con base en el análisis de varianza y se utilizaron los valores medios nacionales para cada uno de los años agrícolas mencionados tanto en condiciones de temporal como de riego, ambos agrupados por distrito de riego.

Para que los resultados obtenidos tengan sentido estadístico, el análisis de varianza debe cumplir los siguientes principios: i) las muestras son independientes y aleatorias; ii) las muestras deben provenir de poblaciones normales y, iii) las poblaciones deben tener varianzas iguales (Wackerly, *et al.*, 2002: 635).

Con relación a la independencia entre las muestras podemos decir que sí lo cumplen: una muestra es de los distritos de riego y la otra de temporal. Respecto de la aleatoriedad también lo cumplen: el resultado observado (Wackerly, *et al.*, 2002: 629) en el año agrícola g de producción es uno de un conjunto infinito.

La prueba de normalidad de las muestras se presenta en los cuadros 2 y 3, y el de la igualdad entre las varianzas en los cuadros 4 y 5 –se recurre al convencionalismo de poner la varianza mayor en el numerador–. Respecto de la normalidad de las muestras debemos tener presente que si las distribuciones a partir de las cuales se obtienen dichas muestras no son altamente asimétricas, no será necesario apearse al principio de normalidad (Steven-son, 2002: 322).



Cuadro 2

Prueba de normalidad por año agrícola de las muestras del rendimiento promedio nacional por hectárea de temporal y de riego, agrupados por distritos de riego, toneladas de frijol (alubia) por hectárea.

Año agrícola	Temporal			Riego		
	Asimetría	Curtosis	Probabilidad de normalidad	Asimetría	Curtosis	Probabilidad de normalidad
2001-2002	0.57	2.09	0.80	1.03	4.97	0.00
2002-2003	0.50	2.10	0.66	2.36	11.40	0.00
2003-2004	0.82	2.70	0.56	0.88	5.07	0.00
2004-2005	0.90	2.29	0.58	0.30	2.72	0.62
2005-2006	1.10	3.24	0.54	0.00	2.94	0.99
2006-2007	-0.11	1.41	0.76	0.62	3.83	0.10
2007-2008	-0.14	1.90	0.89	0.48	3.62	0.30
2008-2009	0.00	1.00	0.85	0.27	2.37	0.50
2009-2010	0.00	1.00	0.85	0.42	3.34	0.48
2010-2011	0.00	1.00	0.85	0.38	3.01	0.93
2011-2012	0.00	1.00	0.85	-0.07	3.52	0.76
2012-2013	-0.53	1.50	0.81	0.25	2.99	0.78
2013-2014	-0.16	1.99	0.91	0.59	3.03	0.25

Nota: Una variable normalmente distribuida tiene una asimetría de cero y una curtosis de 3. Las estimaciones se realizaron con el programa *Eviews 7*.

Fuente: La información primaria se tomó del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php>> el 05 de marzo de 2015.

Cuadro 3

Prueba de normalidad por año agrícola de las muestras del rendimiento promedio nacional por hectárea de temporal y de riego, agrupados por distritos de riego, toneladas de sorgo grano por hectárea.

Año agrícola	Temporal			Riego		
	Asimetría	Curtosis	Probabilidad de normalidad	Asimetría	Curtosis	Probabilidad de normalidad
2001-2002	1.58	4.41	0.14	0.50	2.79	0.36
2002-2003	1.63	5.43	0.02	0.50	2.79	0.36
2003-2004	0.32	2.53	0.87	0.55	2.73	0.27
2004-2005	-0.04	1.51	0.69	0.30	2.90	0.69
2005-2006	0.87	3.02	0.60	0.57	2.28	0.15
2006-2007	0.45	2.03	0.69	0.18	3.93	0.87
2007-2008	0.63	1.90	0.62	0.55	2.98	0.31
2008-2009	0.46	2.16	0.77	0.74	3.20	0.11
2009-2010	0.90	2.45	0.69	0.54	2.61	0.30
2010-2011	0.68	2.25	0.77	0.88	3.56	0.03
2011-2012	0.40	1.38	0.58	0.69	3.48	0.12
2012-2013	-0.02	1.81	0.79	0.71	4.29	0.02
2013-2014	-0.36	2.11	0.80	0.64	4.28	0.03

Nota: Una variable normalmente distribuida tiene una asimetría de cero y una curtosis de 3. Las estimaciones se realizaron con el programa *Eviews 7*.

Fuente: La información primaria se tomó del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php>> el 05 de marzo de 2015.

Cuadro 4

Prueba de igualdad de las varianzas de las muestras del rendimiento de frijol (alubia) en toneladas por hectárea de riego y de temporal agrupados por distritos de riego.

Año agrícola	Varianza de riego	Varianza de temporal	F calculado	F de tablas al 5% de significancia
2001-2002	0.39	0.28	$(0.39/0.28) = 1.39$	$F_{(53,4)} = 5.69$
2002-2003	0.55	0.32	$(0.55/0.32) = 1.72$	$F_{(52,10)} = 2.62$
2003-2004	0.39	0.29	$(0.39/0.29) = 1.34$	$F_{(50,9)} = 2.79$
2004-2005	0.63	0.29	$(0.63/0.29) = 2.17$	$F_{(53,7)} = 3.30$
2005-2006	0.29	0.26	$(0.29/0.26) = 1.11$	$F_{(50,5)} = 4.43$
2006-2007	0.31	0.09	$(0.31/0.09) = 3.44$	$F_{(47,4)} = 5.72$
2007-2008	0.24	0.21	$(0.24/0.21) = 1.14$	$F_{(44,3)} = 8.59$
2008-2009	0.28	0.48	$(0.48/0.28) = 1.71$	$F_{(1,47)} = 4.08$
2009-2010	0.23	0.03	$(0.23/0.03) = 7.66$	$F_{(42,1)} = 251.1$
2010-2011	0.28	0.25	$(0.28/0.25) = 1.12$	$F_{(43,1)} = 251.1$
2011-2012	0.26	0.26	$(0.26/0.26) = 1.00$	$F_{(45,15)} = 2.43$
2012-2013	0.25	0.20	$(0.25/0.20) = 1.25$	$F_{(46,2)} = 19.47$
2013-2014	0.31	0.03	$(0.31/0.03) = 10.33$	$F_{(45,3)} = 8.59^*$

Nota: * Denota significancias al 1%; el resto, 5%. Los valores F de tablas se tomaron de Kohter (1999: 924).

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edidistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php> > el 05 de marzo de 2015.

Cuadro 5

Prueba de igualdad de las varianzas de las muestras del rendimiento de sorgo grano (alubia) en toneladas por hectárea de riego y de temporal agrupados por distritos de riego.

Año agrícola	Varianza de riego	Varianza de temporal	F calculado	F de tablas al 5% de significancia
2001-2002	3.51	2.52	$(3.51/2.52)=1.40$	$F_{(49,7)} = 3.32$
2002-2003	3.77	1.27	$(3.77/1.27)=2.97$	$F_{(46,11)} = 2.51^*$
2003-2004	3.20	2.29	$(3.20/2.29)=1.40$	$F_{(49,10)} = 2.64$
2004-2005	3.15	1.74	$(3.15/1.74)=1.81$	$F_{(46,7)} = 3.34$
2005-2006	4.02	2.85	$(4.02/2.85)=1.41$	$F_{(49,7)} = 3.32$
2006-2007	3.79	2.50	$(3.79/2.50)=1.52$	$F_{(47,9)} = 2.80$
2007-2008	4.66	2.57	$(4.66/2.57)=1.81$	$F_{(45,7)} = 3.34$
2008-2009	2.84	3.33	$(3.33/2.84)=1.86$	$F_{(7,46)} = 2.22$
2009-2010	2.93	2.86	$(2.93/2.86)=1.02$	$F_{(42,4)} = 5.72$
2010-2011	3.00	2.53	$(3.00/2.53)=1.18$	$F_{(4,47)} = 2.58$
2011-2012	2.69	2.70	$(2.70/2.69)=1.00$	$F_{(7,46)} = 2.22$
2012-2013	2.30	2.30	$(2.30/2.30)=1.00$	$F_{(47,7)} = 3.32$
2013-2014	2.91	2.11	$(2.91/2.11)=1.37$	$F_{(48,7)} = 3.32$

Nota: * Denota significancias al 1%; el resto, 5%. Los valores F de tablas se tomaron de Greene (1999: 868-869).

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edidistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php> > el 05 de marzo de 2015.

2. Resultados

Con base en las pruebas de normalidad y de igualdad de varianzas –entre la varianza del rendimiento por hectárea con riego y la de temporal en la producción de frijol (alubia) y sorgo grano– se puede decir que el análisis de varianza sí proporciona resultados validos desde la perspectiva estadística.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el análisis de varianza se puede afirmar que el rendimiento por hectárea de frijol (alubia) y de sorgo grano obtenido en condiciones

de temporal es igual al rendimiento obtenido con riego, tal y como se puede observar en el cuadro 6, toda vez que en ningún año agrícola del periodo considerado en la presente investigación se observó diferencia estadística alguna en el rendimiento promedio en toneladas por hectárea al nivel nacional. Por lo tanto, al igual que para el caso de la producción de maíz (Montesillo, 2016), no hay evidencia alguna que sustente las afirmaciones referentes a la superioridad de la producción de frijol (alubia) y de sorgo grano con riego respecto de la de temporal.

Cuadro 6

Valor F del análisis de varianza y el de tablas al 5% de significancia del rendimiento por hectárea de frijol (alubia) y de sorgo grano en temporal y con riego.

Año agrícola	Frijol (alubia)		Sorgo grano	
	F calculada	F de tablas	F calculada	F de tablas
2001-2002	0.23	$F_{57} = 4.00$	0.59	$F_{56} = 4.00$
2002-2003	0.11	$F_{62} = 4.00$	0.45	$F_{57} = 4.00$
2003-2004	0.36	$F_{59} = 4.00$	0.29	$F_{59} = 4.00$
2004-2005	0.19	$F_{59} = 4.00$	0.25	$F_{53} = 4.05$
2005-2006	0.26	$F_{55} = 4.00$	0.09	$F_{56} = 4.00$
2006-2007	0.26	$F_{51} = 4.05$	0.46	$F_{56} = 4.00$
2007-2008	0.56	$F_{57} = 4.00$	0.45	$F_{52} = 4.05$
2008-2009	0.07	$F_{48} = 4.05$	0.37	$F_{53} = 4.05$
2009-2010	0.44	$F_{43} = 4.08$	0.22	$F_{46} = 4.00$
2010-2011	0.80	$F_{44} = 4.06$	0.23	$F_{51} = 5.05$
2011-2012	0.07	$F_{47} = 4.06$	0.81	$F_{53} = 4.05$
2012-2013	0.72	$F_{48} = 4.05$	0.59	$F_{54} = 4.05$
2013-2014	0.69	$F_{48} = 4.05$	0.34	$F_{55} = 4.05$

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edistributos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php>> el 05 de marzo de 2015. Los valores F de tablas se tomaron de Greene (1999: 868-869).



Conclusiones

La superioridad numérica del rendimiento por hectárea en la producción de frijol (alubia) y sorgo grano con riego respecto del de temporal, no implica superioridad estadística. Porque de acuerdo con los resultados obtenidos, con base en el análisis de varianza, los rendimientos de ambos bienes en las dos modalidades consideradas es el mismo al 95% de probabilidad. Por lo tanto, estadísticamente los valores medios de las poblaciones de las que se extrajeron las muestras son iguales.

Es necesario tener presente que los resultados obtenidos se desprenden de los datos utilizados, y que son válidos al nivel nacional. Lo cual torna ineludible realizar estudios a escala estatal. Para acabar con el “mito” de la superioridad del rendimiento en toneladas por hectárea de la producción agrícola con sistemas de riego respecto del obtenido en condiciones de temporal.

La introducción del riego en zonas áridas de México elevó la productividad del sorgo grano y del frijol (alubia) respecto del rendimiento en toneladas por hectárea obtenido antes del riego. Lo cual elevó su rendimiento al nivel del obtenido en condiciones de producción de temporal, esto de acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, toda vez que el rendimiento de dichos productos en condiciones de temporal es igual al obtenido en los distritos de riego desde la perspectiva del análisis de varianza.

En suma, el rendimiento por hectárea de la producción de sorgo grano y frijol (alubia) obtenido en los distritos de riego es igual al obtenido en condiciones de temporal.

Referencias

- CERUTTI, M., “La agriculturización del desierto. Estado, riego y agricultura en el norte de México (1925-1970)”, IV Encuentro. Asociación Española de Historia Económica, Monterrey, México, <http://www.econ.unavarra.es/-4e_aehe/4EncuentroAEHE/Programa_files/Cerutti-Mexico.pdf> el 02 de mayo de 2015, 2013, pp. 69.
- GÁLVEZ, Amanda y Gabriela SALINAS (2015). “El papel del frijol en la salud nutricional de la población mexicana”. *Revista Digital Universitaria* 1 de febrero de 2015. Vol. 16. Núm. 2. 16. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/#> (02-01-2016).
- GREENE, William (2000). *Análisis econométrico*. 3era edición. Prentice Hall. España, pp. 913. <http://abakmatematicamaya.blogspot.mx/2014/09/abak2014-mexico-gran-variedad-de-climas.html>
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2015), < <http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/distrito.php>> el 05 de enero de 2015.
- KOUTSOYIANNIS, Anne (2002). *Microeconomía moderna*. Amorrortu, Argentina, pp. 655.
- LARA Flores, Miguel (2015). “El cultivo de frijol en México”. En *revista digital universitaria*. 1 de febrero de 2015. Vol. 16. Núm. 2. 11. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/#> (02-01-2016).
- Montesillo-Cedillo, José Luis (2016). *Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal*. Economía Informa, UNAM, México, D.F. Artículo aceptado para su publicación en el número de mayo-junio de 2016.
- PALMER Viqueira, Jacinta y Tomás Martínez SALDAÑA, (s.f). *Antropología del regadío*. http://ceer.isa.utl.pt/cyted/mexico2006/tema%201/6_JPalerm_Mexico.pdf 01 de mayo de 2015.

- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP), en siap.gob.mx, el 14 de diciembre de 2015.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2010). *Estadísticas del agua en México*. México, D.F., pp. 258.
- _____(2013). *Estadísticas del agua en México, edición 2013*. México, D. F., pp. 176.
- _____(2014), *Estadísticas del agua en México*, México, D.F., pp. 239.
- _____(2014). *Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018. Gobierno de la República*. México, D. F., pp. 142.
- _____(2015). *Estadísticas agrícolas de los Distritos de Riego. Año agrícola 2013-2014*, México, D. F., pp. 408.
- SOTO Mora, C. (2003), “La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola”. *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No. 50, México, pp. 173-195.
- STEVENSON, W. J (2002). *Estadística para administración y economía*, Oxford University Press, México, pp. 585.
- SURCO Almendras, Juan Carlos; Alvarado Kirigin, Juan Antonio; (2010). “Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación”. *Revista Boliviana de Química*, Enero-Junio, 19-28.
- VARIAN, Hall (1992), *Análisis microeconómico*, Antoni Bosch, España, pp. 637.
- WACKERLY, D., William Mendenhall y Richard Scheaffer (2002), *Estadística matemática con aplicaciones*, Thomson, México, pp. 853.