



Revista Gestión y Administración
para el Desarrollo
ISSN: En trámite
revistagad@unizacatecas.edu.mx
Unidad Académica de Contaduría
y Administración
Universidad Autónoma de
Zacatecas "Francisco García
Salinas"

Reyes Rivas, E., Pérez Veyna O. y Padilla Bernal L. E. (2021). La
productividad agrícola en zonas de riego de Zacatecas. *Revista
Gestión y Administración para el Desarrollo*, 1(0), 35-68.



La productividad agrícola en zonas de riego de Zacatecas

Elivier Reyes Rivas*, Oscar Pérez Veyna** y Luz Evelia Padilla Bernal***

Resumen: *La relevancia económica y social que posee aún la actividad agropecuaria en Zacatecas, a pesar del deterioro y disponibilidad limitada de recursos naturales, motiva el objetivo del presente trabajo, que busca evaluar el desempeño productivo y económico de cultivos agrícolas bajo condiciones de riego en Zacatecas, considerando elementos de productividad, tales como: agua y suelo; aplicando indicadores de eficiencia de sistemas productivos propuestos por Molden et al. (1998) y Sánchez et al. (2006), donde se plantea que dadas las características productivas agrícolas del área es posible identificar*

cultivos cuyos requerimientos de agua y suelo son diferentes, sin que ello indique mayores beneficios en términos de sustentabilidad de recursos naturales. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en la EMUS (Eficiencia Monetaria por Superficie) y EMUA (Eficiencia Monetaria Uso de Agua), lo que indica también diferencias económicas y eficiencia en los recursos naturales utilizados, así como en los cultivos más relevantes en los tres distritos analizados, lo que indica diferencias en los rendimientos equivalentes y los ingresos que obtienen los productores.

Palabras clave: *cultivo agrícola, recurso natural, eficiencia productiva-económica.*

Abstract: *Given the economic and social relevance of the agricultural activity in Zacatecas, despite the deterioration and limited availability of natural resources, motivates the objective of this work, which seeks to evaluate the productive and economic performance of agricultural crops under irrigation conditions in Zacatecas considering elements of productivity, such as: water and soil. Applying efficiency indi-*

cators of productive systems proposed by Molden et al. (1998) and Sánchez et al. (2006), it is proposed that given the agricultural productive characteristics of the area, it is possible to identify crops whose water and soil requirements are different, without indicating greater benefits in terms of sustainability of natural resources. The results obtained show significant differences in EMUS (Monetary Efficiency by Sur-

* Universidad Autónoma de Zacatecas. Email: ereyes21@yahoo.com.mx

** Universidad Autónoma de Zacatecas. Email: pveyna@gmail.com

*** Universidad Autónoma de Zacatecas. Email: luzepadilla@yahoo.com.mx



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

face) and EMUA (Monetary Efficiency Water Use), which also indicates economic differences and efficiency in the natural resources used, as well as in the most relevant crops in the three districts analyzed which indicates differences in the equivalent yields and the income that the producers obtain.

Keywords: *agricultural cultivation, natural resource, productive-economic efficiency.*

ANTECEDENTES

En la actualidad suelen conjugarse factores que motivan ciertas preocupaciones en la sociedad moderna, a saber, de eventos como el cambio climático, crisis alimentaria y una evidente alteración de los recursos naturales; circunstancias que a su vez se convierten en referentes analíticos y discusión entre investigadores, instituciones nacionales y otros organismos internacionales. Los distintos foros que sobre estas cuestiones se han reflexionado, por lo menos desde la década de los años ochenta. Una vez publicado el informe coordinado por la Dra. Gro Harlem Brundtland en el que coloca la forma en que se ha impulsado el crecimiento económico como uno de los problemas que han acelerado la degradación ambiental, advirtiendo a su vez sobre los riesgos para la humanidad de la sobreexplotación de los recursos naturales y la urgente necesidad de mejorar los niveles de productividad por unidad natural disponible, cuyos recursos pueden ser algunos insustituibles para mantener los ecosistemas y la civilización humana en el planeta (Cotler *et al.*, 2007).

A principios del presente siglo ya se tenía conocimiento de que 40% de la población mundial vivía en zonas con estrés hídrico¹ (GEF, 2002), cuya disponibilidad per-cápita de agua era menor a 1700 m³ (Indhri, 2010, p. 71). Sin embargo, para el

¹ La etapa de estrés hídrico es previa a la etapa de escasez hídrica crónica. A ésta le sigue una de estrés absoluto cuya disposición sólo alcanzaría 500 m³ por persona durante el año; siendo 100 m³ el nivel de supervivencia (Indhri, 2010, p. 71).





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

autor esta situación ha logrado atenuarse por la construcción de obras de infraestructura hidráulica.

Por su parte la FAO (2012) refiere que el 25% de las tierras para cultivo están siendo degradadas alcanzando en algunas regiones niveles críticos cuyo problema se agrava cada vez más por la escasez de agua. En este sentido se prevé que para el año 2050 la actividad agrícola tendrá 40% menos agua de la que dispone ahora (OCDE, 2012).

En la actualidad el 70% del agua dulce en el mundo se destina a la agricultura, pero en otras regiones de Oriente Medio y Asia utilizan hasta el 90% del vital líquido (Bioversity *et al.*, 2012). De manera que, incrementar la productividad agrícola con el uso de mejores técnicas de aprovechamiento y el fortalecimiento de sistemas de innovación será una prioridad para el futuro.

Asimismo, se dice que la baja productividad agrícola está relacionada con la degradación y el uso insostenible de recursos, puesto que al disminuir la productividad por unidad de tierra disponible, por lo general los productores agrícolas buscan nuevas áreas que la mayor de las veces no son aptas o no tienen vocación para la agricultura (CMSDS, 2002). De igual forma se ha señalado que en países en desarrollo, la tierra cultivable per-cápita había reducido de 0.32 a 0.21 ha entre 1961 y 1999, con tendencia a disminuir a 0.16 ha para el año 2030.

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2000), eventos como la degradación del suelo² conforma una de las principales amenazas para la producción de alimentos para la humanidad, ya que para la formación de pocos centímetros de suelo requieren cientos, incluso miles de años, por lo que es considerado un recurso no renovable (Cotler *et al.*, 2007). Además, la impor-

² Por erosión (hídrica y eólica), contaminación, pérdida de fertilidad, salinización/acidificación y compactación del suelo.





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

tancia del suelo no sólo radica en las funciones de producción alimentaria sino también en la calidad del agua al ser un medio filtrante.

Según Zinck (2005, p. 8) citando a Oldeman, argumenta que en virtud de la intervención humana, la degradación del suelo es más notoria, ya que de 130 millones de km² que comprende la superficie terrestre del planeta 10.94 millones de km² tiene problemas de erosión hídrica, 5.49 millones de km² erosión eólica, 2.39 millones de km² degradación química y 0.83 millón de km² degradación física, que sumada esta cantidad (19.65 km²), lo que representa el 66% de las tierras cultivables del mundo. El mismo Zinck (2005, p. 9) citando a Lal, agrega que de los 75 millones de toneladas de suelo que se pierden cada año por erosión hídrica tiene relación directa con la pérdida de la productividad en las parcelas. Esta disminución implica que los productores dejan de recibir aproximadamente 5.4 mil millones de dólares por año, mientras que por erosión eólica el equivalente asciende a 1.8 mil millones de dólares (UNEP, 1994, p. 40).

En un estudio realizado en México por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Colegio de Posgraduados (CP) (2002), determinaron que más del 45% de la superficie de la república mexicana presentaba algún grado de degradación por efecto de actividad agropecuaria. Por su parte, Cotler *et al.* (2007) estimó que la degradación del suelo en México había alcanzado dimensiones importantes cuyas consecuencias tenderían a incrementar costos de producción y hacer menos rentable la actividad agropecuaria.

Magulis (1992), al realizar una evaluación económica en México sobre el impacto que representa la erosión hídrica en la productividad de cultivos de maíz, sorgo, trigo y soya, concluyó que la incidencia de dicho fenómeno alcanzaba los mil





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

millones de dólares. En tanto Mc Intire (1994), en su valoración sobre la conservación del suelo en México encontró que el valor económico por erosión hídrica equivalía, sólo para el cultivo de maíz, entre 2.7 y 12.3% del PIB nacional.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CNA) (2011a, p. 8), México posee una extensión territorial de 1,964 millones de km², de los cuales 1,959 millones de km² corresponden a la superficie continental (en la última década se cosecharon más de 5 millones 127 mil ha de riego cuya ocupación fue de 13.8% de la población nacional en 2011³). El mismo organismo indica que el territorio mexicano dispone de 460 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable (disponibilidad natural media), siendo la región Centro-Norte y Norte donde se presentan largos periodos de sequía.

En relación con el agua subterránea, México cuenta con 653 acuíferos. De los cuales el 16.1% hasta la primera década del presente siglo se consideraban sobreexplotados,⁴ 20% más que en 1985 y 68% más que en 1970 (CNA, 2011b, pp, 48-50). Sin embargo, a pesar de estas estimaciones de estos acuíferos se extrae el 53.6% del agua que abastece, tanto a la agricultura como a servicios urbanos e industriales. Asimismo, del total de agua concesionada para uso consuntivo (80,587 km³)⁵, el 63% proviene de aguas superficiales y el 37% del subsuelo. De ese volumen, 76.7% se utiliza para la agricultura, 18.2% para uso urbano e industrial y 5.1% para hidroeléctricas.

Zacatecas es una región predominantemente árida y semiárida cuyo promedio de lluvia por año se establece en 463

³ Según INEGI (2012) de la población total ocupada en 2011 (48 732 252), 6 737 884 personas se ocuparon en el sector agropecuario.

⁴ La sobreexplotación indica que el agua que se extrae es mayor a la recarga del acuífero mediante filtración.

⁵ 1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³.





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

mm, lo que sugiere una disponibilidad baja y mayor dependencia del agua subterránea, ya que del volumen concesionado (1,467.1 hm³) el 90.5% se destina a la actividad agrícola (CNA 2010, p. 210; CNA, 2011a, p. 49).

La principal fuente de agua en el estado proviene de 34 acuíferos, pero se estima que el 41.2% se encuentran sobreexplotados⁶ y 17.6% se prevé que estarían en esa condición si se considera la descarga natural comprometida,⁷ es decir, la extracción autorizada (DOF, 2018). A pesar de ello, en 2018 se lograron irrigar poco más de 165 mil hectáreas (SIAP, 2018).

La evaluación de la productividad de los recursos naturales resulta esencial para el óptimo aprovechamiento y garantizar con ello la sustentabilidad de los mismos (Sánchez *et al.*, 2006). Se tiene la idea de que una agricultura sustentable involucra fundamentalmente la conservación de los recursos naturales a largo plazo, cuyo fin no debe ser la búsqueda de producción óptima, costos mínimos o niveles de ingreso significativos, sino la responsabilidad de satisfacer las necesidades alimentarias futuras (Zinck *et al.*, 2005).

Desde el Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas (PED) (2011-2016), se ha reconocido la importancia de los recursos naturales y el uso sustentable de los mismos. Se acepta que el uso inadecuado del suelo ha provocado degradación de 3.16 millones de hectáreas. En relación con el agua, se menciona que es escasa y que la principal fuente de abastecimiento es el subsuelo (GODEZAC, 2011).

Por las características agroecológicas del Estado, esta situación resulta sumamente sensible para el desarrollo productivo, económico y social, ya que sigue siendo el sector que más con-

⁶ Extracción mayor a la recarga anual

⁷ Fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015.





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

tribuye a la economía del Estado (36.5% con base al ITAEE⁸) y donde se ocupan poco más de 6.5 millones de personas. Además, por su ubicación geográfica se tiene una precipitación promedio de 463 mm al año con largos periodos de sequía, por lo que la recarga de acuíferos resulta insuficiente y en consecuencia abatimiento de los mismos (CNA, 2011a). Según este organismo, el estado consume 1,467.1 millones de m³, de los cuales sólo 23% proviene de almacenamientos superficiales y el resto, del subsuelo.

Con aproximadamente el 12% de la superficie que se cultiva en condiciones de riego aporta el 50% de la producción total del estado (SIAP, 2018), y la productividad de los cultivos bajo este sistema es tres veces mayor a los que se cultivan de temporal. Sin embargo, la ineficiencia en los sistemas de riego y el uso tradicional de las tecnologías del agua hace que se pierda entre el 40 y 60% del agua extraída (CNA, 2007). Situación que complica aún más el escenario sobre el agua, evidenciando a la vez el riesgo potencial de no reflexionarse y atender el problema.

En el país, y en Zacatecas en particular, se han señalado diversas causas que motivan el desperdicio de agua: uso ineficiente, extracción excesiva, no se añade un costo adicional, tarifa eléctrica altamente subsidiada, insensibilidad e indiferencia de productores e incumplimiento de la normatividad (Ávila *et al.* 2005; Muñoz, 2009, p. 9). En el estudio de Mojarro *et al.* (2010) también se reconoce que los subsidios y el no cobro del agua han provocado que en Zacatecas se haya incrementado la superficie con cultivos altamente demandantes de agua, como son las hortalizas (19% el jitomate y 66% la lechuga). Sin

⁸ El ITAEE sigue los mismos principios y normas contables del cálculo anual del PIB por Entidad Federativa y del PIB Trimestral, brindando información oportuna sobre el desarrollo de la situación económica de las entidades federativas del país, en el corto plazo (INEGI, 2014).





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

embargo, existen otros cultivos incluso más demandantes del vital líquido como lo es la alfalfa.

Al evaluar el desempeño económico de los cultivos de riego con base en factores de productividad, se permitirá contar con referentes para mejores decisiones en el aprovechamiento de agua y uso del suelo. Se asume que un incremento en la productividad en la agricultura promueve un mejor desarrollo económico y social de la población rural, puesto que al decrecer ésta se pierden alternativas de empleo e ingreso. Al mismo tiempo, se reconoce la influencia de otros factores que pueden ser determinantes en los niveles de producción, como son el factor agroecológico: tipo de suelo, contenido de materia orgánica, profundidad, textura, topografía y grado de erosión del suelo, la precipitación o problemas fitosanitarios, entre otros; el factor económico-social: el precio del producto obtenido, mercado del producto, preferencias del consumidor, calidad del producto, hábitos alimenticios; y el factor cultural: costumbres o tradiciones del productor para adoptar cierto sistema de producción, así como aplicar innovaciones tecnológicas, etcétera. Todos éstos pueden analizarse desde un punto de vista más integral.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño productivo y económico de cultivos en condiciones de riego en distritos de desarrollo rural del altiplano zacatecano con base en factores de productividad, esencialmente de los recursos naturales como agua y suelo. Se pretende determinar cuál es el beneficio que logra obtenerse y el grado de utilización de estos recursos en términos de la sustentabilidad de los mismos recursos.





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales zonas de riego con base en la disponibilidad de agua y suelo para la actividad agrícola.
- Identificar los principales cultivos y su relevancia económica que se establecen bajo condiciones de riego en el estado de Zacatecas.
- Evaluar con base en indicadores de productividad, el grado de eficiencia con que son utilizados los recursos naturales agua y suelo en los principales distritos de desarrollo rural del Estado.

HIPÓTESIS

Con base en las características agrícolas predominantes en el estado de Zacatecas es posible identificar cultivos cuyos requerimientos de agua y suelo son diferentes, pero esto no es indicativo de mayor beneficio en términos de sustentabilidad, tanto para el productor, cuyos esquemas de producción pueden ser un indicativo de mayor deterioro como en la misma regeneración de los recursos. Los niveles de productividad mostrada por cultivo, los precios a que se venden los productos y el rendimiento por unidad resultan determinantes en el soporte del sistema de producción empleado.

MARCO TEÓRICO

Existen factores que pueden definir la productividad agrícola, sea aumentándola o disminuyéndola. Sin embargo, se deberá tomar en cuenta que la productividad agrícola no es una medida absoluta, sino un reflejo de la relación entre esos factores que intervienen en un momento determinado, incluso otros que no



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

estén bajo control del mismo productor. Por ejemplo, climáticos u otros como la presencia de plagas y enfermedades.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la productividad agrícola puede definirse como el cociente entre un nivel de producción dado y los factores que intervienen. Pero puede también indicar el grado de eficiencia general considerando todos los factores utilizados, la cual se conoce como la productividad total de los factores (Zepeda, 2001, p. 4).

Es pertinente aclarar que los cambios que se dan en los factores que participan generalmente tienden a asociarse con la innovación tecnológica. Un incremento en la productividad suele indicar mejores condiciones productivas y mejor aprovechamiento de los recursos utilizados.

En las evaluaciones sobre productividad de recursos naturales se reconoce su importancia a razón de promover un uso óptimo de estos recursos (Sánchez *et al.*, 2006). Dentro de las múltiples variables que intervienen en la agricultura, como el tipo de tecnología aplicado, el tipo de sistemas productivos, la infraestructura, el clima, el mercado del producto, aspectos sociales y culturales, entre otros, tienden a condicionar la productividad de algún recurso específico (Molden *et al.*, 1998).

Para De Juan (1996) existen varias fórmulas con las cuales puede calcularse la productividad, cuya valoración depende del propósito que se busque. El autor sostiene que la productividad es un término que utiliza la economía política para valorar o relacionar el output (producción) e inputs (insumos) de las distintas ramas productivas y que generalmente suele determinar el grado del progreso técnico y el tipo de trabajo invertido para obtener un producto final.

En este caso, para la estimación de la valoración de la productividad del trabajo, existen tres formas: la directa, la aparente y la integral. La primera relaciona la producción efectiva





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

o el *output* total de un bien (q_i) entre el número de trabajadores ocupados directamente por el sector que produce ese bien (L_i). La segunda considera el valor añadido que es por regla menor al de la productividad directa, puesto que un incremento de la producción efectiva (con el mismo trabajo directo y menos bienes intermedios) afectará menos al valor añadido (VA_i), por tanto, no se manifestará en ganancias de productividad. La tercera se refiere a la productividad integral que consiste en dividir la producción efectiva o *outputs* finales entre el trabajo total (directos e indirectos). Esta forma permite identificar la interdependencia sectorial a incluir la producción neta que es la diferencia de la producción efectiva y la parte que es absorbida por otros sectores. Según De Juan (1996), es posible determinar la productividad parcial al medir sólo una parte de los factores que se utilizan, pero no permite realizar aseveraciones contundentes desde el enfoque de la competitividad.

METODOLOGÍA

Según Rymshaw (1988), Molden *et al.* (1998) y Sánchez *et al.* (2006), existen varios indicadores mediante los cuales puede medirse el desempeño productivo y económico de los sistemas de producción agrícolas. Estos indicadores son utilizados generalmente para identificar los puntos vulnerables dentro algún sistema productivo, en el cual podrán tomarse las medidas necesarias a fin de promover mejoras durante el proceso de producción.

Un primer indicador consiste en relacionar el rendimiento del cultivo expresado con la producción por unidad de superficie y la cantidad de agua utilizada (Molden *et al.*, 1998). Para ello propone las siguientes ecuaciones:



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Ingreso por unidad

$$I_{ac} = \frac{R}{A_i} ;$$

I_{ac} = Ingreso por unidad superficie

R = Rendimiento por unidad de superficie

A_i = Ganancia por área de riego cultivada

Ingreso por volumen de agua utilizado

$$I_v = \frac{R}{A_e}$$

I_v = Ingreso por volumen de agua utilizado

R = Rendimiento por unidad de superficie

A_e = Ganancia por volumen de agua proveído

Para poder determinar lo anterior es necesario igualar los rendimientos de los cultivos de interés a un rendimiento equivalente y esto se logra mediante la siguiente ecuación:

$$RE = REC \times \frac{P_c}{P_{cb}}$$

RE = Rendimiento Estandarizado

REC = es el valor comercial del cultivo de interés

P_c = es el precio del producto

El modelo aplicado por Sánchez *et al.* (2006), propone calcular el valor bruto estandarizado a fin de comparar la operatividad de los sistemas de producción sin interesar qué tan diferentes son y dónde se encuentren. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

$$VBEP = \left[\sum_{i=1}^n A_i REC_i \frac{Pc_i}{Pcb} \right] Pm$$

A_i = Área del cultivo i

REC = Rendimiento comercial del cultivo de interés

Pc = Precio del cultivo a estandarizar

Pcb = Precio del cultivo base

Pm = Precio del cultivo base en el mercado internacional

Al calcular los valores anteriores puede determinarse la eficiencia o productividad de uso del suelo. El cultivo de interés se obtiene al relacionar la superficie irrigada con el área considerada, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$EMUS = \frac{VBEP}{AI}$$

$EMUS$ = Eficiencia monetaria por superficie

$VBEP$ = Valor Bruto Estandarizado de la Producción

AI = Área Irrigada

Para calcular la eficiencia en el uso del agua y conocer qué tan eficiente es utilizado este recurso comparativamente con otros. La EMUA se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$EMUA = \frac{VBEP}{Et}$$

$EMUA$ = Eficiencia monetaria por superficie

$VBEP$ = Valor Bruto Estandarizado de la Producción

Et = Volumen de agua utilizado durante el desarrollo del cultivo



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Existen otros métodos para calcular los niveles de productividad, por ejemplo: el método Divisa generalmente utilizado para definir funciones de producción continuas que son homogéneas en insumos y productos (Olavarría *et al.*, 2004). Este método utiliza el índice de Törnqvist que es comúnmente aplicado para medir la productividad total de los factores. Este método es también considerado como inconsistente, al suponer que la eficiencia de la producción es constante y que los cambios en la productividad se propician a razón de la innovación tecnológica.

Por su parte Godínez *et al.* (2007) determinó el precio económico del agua de 14 cultivos en la región Lagunera en México mediante indicadores de precios sombra y productividad marginal y la aplicación de la programación lineal. Asimismo, utiliza una función de producción para relacionar las ganancias con el volumen de agua utilizada. Dentro de las variables que el modelo requiere se encuentran los costos de producción, precios, rendimientos, superficie cosechada, mano de obra por hectárea, requerimiento de agua por hectárea y cultivo. Este modelo a diferencia del de Cobb-Duglas presenta un mejor ajuste, ya que la derivada parcial de la relación funcional del beneficio neto con respecto al beneficio total encuentra la productividad marginal neta del recurso utilizado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Por las características agrícolas y geográficas que posee el territorio zacatecano, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), ahora Secretaría de Desarrollo Rural (SADER), ha dividido con fines organizativos y de atención a productores en ocho Distritos de Desarrollo Rural (DDR), a saber el de Concepción del Oro, Fresnillo, Jalpa, Jerez, Ojocaliente, Río Grande, Tlaltenango y





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Zacatecas, que en conjunto incorporan los 58 municipios que conforman el estado de Zacatecas. El presente trabajo consideró tres distritos donde se concentra la mayor cuantía de la producción agrícola, reconocida también como la “franja agrícola de Zacatecas” (Fresnillo, Zacatecas y Ojocaliente, que en total incluyen a 22 municipios).

De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018) en el DDR de Zacatecas se sembraron 52 cultivos con una superficie de 46,585 hectáreas y un valor de producción de 4,400 millones de pesos; el DDR de Fresnillo 42 cultivos con una superficie sembrada de 48,332 hectáreas y un valor de producción de 3,584 millones de pesos; el DDR de Ojocaliente sembró 39 cultivos con una superficie de 37,622 hectáreas y con un valor de producción de 2,396 millones de pesos. Entre estos tres distritos, con poco más de 165 mil hectáreas cultivadas concentraron 80.3% cuyos ingresos económicos representaron el 85.6%. Cabe mencionar que para este ciclo agrícola PV-2017 se cultivaron en total un millón 218 mil 268 hectáreas (riego y temporal) con un valor de producción de 19,094.7 millones de pesos, de los cuales el área bajo riego representó el 13.5%.

Para el cálculo de los índices de eficiencia en el uso de agua se consideraron dos elementos: por un lado, las entradas (los riegos y el agua de lluvia)⁹ y, por el otro, las salidas que corresponden a la evapotranspiración. La cantidad de humedad en el suelo en cierto tiempo se encuentra determinada por la diferencia entre la cantidad de agua añadida y la cantidad de agua perdida cuyo resultado indicará la variación del contenido de humedad. Así, cuando las entradas exceden a las salidas se dice que la variación de contenido de humedad es positiva y negativa en caso contrario.

⁹ Cantidad de agua añadida donde interviene la infiltración, el drenaje al subsuelo y el escurrimiento superficial.





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Generalmente las entradas o el suministro de agua se da a través de la precipitación efectiva (agua de lluvia que puede aprovechar la planta) y el propio riego; en cambio, a las salidas se asocian otros elementos como son la evapotranspiración (o consumo de agua por cultivo por efecto de la evaporación y transpiración de la planta), el escurrimiento (escorrentía) y el drenaje. Se señala que cuando la precipitación es mayor a 5 mm puede considerarse útil para los cultivos cíclicos y de 10 mm para los frutales (Servín *et al.*, 2012, p. 13).

Los valores sobre uso de agua por cultivo se utilizaron estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Campo Experimental Calera (Rincón *et al.*, 2004, p. 6). Una limitante que sugieren dichos valores es que son determinados en general para todo el estado, lo que condiciona hacer aseveraciones más precisas para cada DDR y cultivo.

Los Cuadros 1, 2 y 3 muestran los resultados sobre la eficiencia económica en el uso de agua y suelo para los tres distritos analizados.

Cuadro 1. Índice de eficiencia de agua y suelo del DDR de Zacatecas, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	A (ha)	REC (t/ha)	V (t)	Pc (\$/t)	(VBP)	(VBEP)	Et (cm)	(EMUA)	(EMUS)
Ajo blanco	315.00	16.52	5,204.00	14,580.33	1,281	75,876,037	67	1,132,478	1,768
Ajo Morado	2,390.00	16.52	39,483.50	13,971.33	9,312	551,637,008	68	8,112,309	12,857
Alfalfa verde	3,497.00	94.51	330,490.60	395.28	2,205	130,636,324	150	870,909	3,045
Avena forrajera en verde	588.00	24.49	14,398.32	516.52	126	7,437,020	57	130,474	173
Camote	172.00	20.72	3,564.00	4,602.69	277	16,403,987	57	287,789	382
Cebada grano	480.00	3.07	1,472.00	4,554.52	113	6,704,253	57	117,618	156
Cebolla blanca	2,307.00	43.10	99,430.50	3,302.30	5,543	328,349,340	51	6,438,222	7,653





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Cebolla morada	149.00	58.05	8,650.00	3,043.35	444	26,324,978	51	516,176	614
Chile seco ancho	1,832.00	1.94	3,545.80	63,956.62	3,828	226,777,383	73	3,106,539	5,285
Chile seco de árbol	30.00	1.60	48.00	59,500.00	48	2,856,000	73	39,123	67
Chile seco mirasol	12,822.00	1.89	24,204.00	59,236.48	24,204	1,433,759,762	73	19,640,545	33,416
Chile seco pasilla	1,692.00	1.87	3,156.70	53,161.89	2,833	167,816,138	73	2,298,851	3,911
Chile seco puya	1,137.00	1.67	1,901.05	52,081.63	1,671	99,009,783	73	1,356,298	2,308
Durazno criollo	55.50	0.93	51.60	8,000.00	7	412,800	110	3,753	10
Frijol bayo	67.00	1.90	127.30	9,604.48	21	1,222,650	49	24,952	28
Frijol flor de junio	2,480.00	1.90	4,717.60	8,583.29	684	40,492,529	49	826,378	944
Frijol flor de mayo	2,162.00	1.90	4,101.60	8,541.34	591	35,033,160	49	714,962	817
Frijol marcela	738.00	1.98	1,460.70	9,291.20	229	13,571,656	49	276,973	316
Frijol negro Zacatecas	1,305.00	2.02	2,636.55	10,983.56	489	28,958,705	49	590,994	675
Frijol pinto nacional	737.00	1.84	1,357.26	10,463.07	240	14,201,106	49	289,818	331
Frijol pinto saltillo	2,100.00	1.88	3,943.61	10,298.78	686	40,614,372	49	828,865	947
Maíz forrajero en verde	1,330.00	35.25	46,876.16	610.37	483	28,611,802	64	447,059	667
Maíz grano amarillo	1,520.00	7.79	11,837.30	4,653.34	930	55,082,982	71	775,817	1,284
Maíz grano blanco	2,292.00	7.69	17,621.17	4,458.92	1,326	78,571,387	71	1,106,639	1,831
Manzana criolla	0.13	7.31	0.95	7,000.00	0	6,650	109	61	0
Manzana gala	46.93	8.00	287.44	7,000.00	34	2,012,080	109	18,459	47
Manzana golden delicious	15.78	7.96	125.61	7,094.15	15	891,096	109	8,175	21
Manzana red delicious	4.00	8.40	33.59	7,000.00	4	235,130	109	2,157	5



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Manzana starking	24.16	7.96	192.31	7,150.62	23	1,375,136	109	12,616	32
Semilla de frijol pinto saltillo	20.00	2.99	59.79	20,000.00	20	1,195,800	49	24,404	28
Semilla de maíz grano blanco	324.00	4.80	1,556.22	8,833.50	232	13,746,869	71	193,618	320
Tomate rojo campo abierto	145.00	56.73	8,226.50	5,141.81	714	42,299,100	90	469,990	986
Uva fruta	58.50	9.11	532.94	8,815.57	79	4,698,170	93	50,518	109
Uva industrial	70.00	9.46	662.46	8,661.99	97	5,738,222	93	61,701	134
Total	42,906				58,791	3,482,559,416	2,523	50,775,244	81,167

A= área cultivada; REC= valor comercial del cultivo de interés; V= volumen de producción; Pc= precio del producto en campo; VBP= valor bruto de la producción; VBEP = valor bruto estandarizado de la producción; Et= Volumen de agua utilizado durante el desarrollo del cultivo; EMUA= eficiencia monetaria por uso de agua; EMUS= eficiencia monetaria por superficie.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

Los resultados muestran que el DDRZac alcanzó una EMUS de \$81,167, el DDRFilo de \$72,271 y el DDROjo. \$50,842, lo que indica diferencias significativas en ingresos económicos obtenidos por hectárea en cada distrito. Siendo el de Zacatecas donde los productores obtienen mayores beneficios por unidad cultivada, 37% más que productores del distrito de Ojo-caliente.

Cuadro 2. Índice de eficiencia de agua y suelo del DDR de Fresnillo, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	A (ha)	REC (t/ha)	V (t)	Pc (\$/t)	(VBP)	(VBEP)	Et (cm)	(EMUA)	(EMUS)
Ajo morado	352.00	19	6,688.00	17,473.98	1,927	116,865,978	67	1,744,268	2,443
Alfalfa verde	2,260.00	88.24	199,417.06	464.22	1,526	92,573,388	150	617,156	1,935
Avena forrajera en verde	1,800.00	17.5	31,505.70	600.78	312	18,927,994	57	332,070	396
Avena grano	900.00	3.17	2,850.30	5,288.00	248	15,072,386	57	264,428	315





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Cebada grano	1,350.00	3.7	5,000.40	4,680.00	386	23,401,872	57	410,559	489
Cebolla blanca	481.00	38.23	18,388.90	1,934.42	586	35,571,856	51	697,487	744
Cebolla morada	26.00	44.23	1,150.01	3,340.87	63	3,842,034	51	75,334	80
Chile seco ancho	7,512.00	2.15	16,044.00	60,659.87	16,044	973,226,954	73	13,331,876	20,345
Chile seco de árbol	45.00	3.11	140	65,000.00	150	9,100,000	73	124,658	190
Chile seco guajillo	1,808.00	2.06	3,730.00	78,037.27	4,799	291,079,017	73	3,987,384	6,085
Chile verde húngaro	26.00	30.77	799.99	9,000.00	119	7,199,910	73	98,629	151
Chile verde poblano	7,560.00	16.98	128,345.92	5,063.68	10,714	649,902,668	73	8,902,776	13,586
Durazno criollo	402.00	5.57	2,222.72	11,351.86	416	25,232,006	110	229,382	527
Frijol bayo	776.00	1.82	1,415.00	10,000.00	233	14,150,000	49	288,776	296
Frijol de junio	2,974.00	1.87	5,561.00	9,194.68	843	51,131,615	49	1,043,502	1,069
Frijol flor de mayo	3,328.00	1.92	6,395.00	9,317.18	982	59,583,366	49	1,215,987	1,246
Frijol negro Zacatecas	65.00	1.94	126	11,000.00	23	1,386,000	49	28,286	29
Frijol otros negros	370.00	2.03	750	11,000.00	136	8,250,000	49	168,367	172
Frijol pinto saltillo	582.00	2.3	1,341.00	10,000.00	221	13,410,000	49	273,673	280
Maíz forrajero en verde	570	42.15	24,027.21	380	151	9,130,340	71	128,596	191
Maíz grano amarillo	4,820.00	8.37	40,340.00	3,607.43	2,399	145,523,726	71	2,049,630	3,042
Maíz grano blanco	6,658.00	7.63	50,817.78	3,521.84	2,950	178,972,090	71	2,520,734	3,741
Manzana criolla	68.00	2.21	150.01	9,550.00	24	1,432,596	109	13,143	30
Tomate rojo campo abierto	1,225.00	41.89	51,100.00	7,158.22	6,030	365,785,042	90	4,064,278	7,646
Tomate verde	1,050.00	46.55	42,733.00	5,515.43	3,885	235,690,870	90	2,618,787	4,927
Uva fruta	74.00	14.19	1,036.02	18,000.00	307	18,648,360	93	200,520	390
Uva industrial	755.00	18.65	14,042.70	6,560.79	1,519	92,131,206	93	990,658	1,926
S u m a	47,837		656,118		56,994	3,457,221,276	1,947	46,420,945	72,271

A= área cultivada; REC= valor comercial del cultivo de interés; V= volumen de producción; Pc= precio del producto en campo; VBP= valor bruto de la producción; VBEP = valor bruto estandarizado de la producción; Et= Volumen de agua utilizado durante el desarrollo del cultivo; EMUA= eficiencia monetaria por uso de agua; EMUS= eficiencia monetaria por superficie.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

En relación con el EMUA, el DDR de Zacatecas es donde se obtiene la mayor eficiencia monetaria por la cantidad de agua utilizada (50 775 244), 8.6% más que el DDR de Fresnillo (46 420 945) y 61.7% que el DDR de Ojocaliente (19 459 628), lo que indica que en el DDR de Zacatecas es mayor la eficiencia en el uso de agua. Una de las características que puede mostrar este



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

índice es hacer notar la Et o agua consumida, mientras que un sistema de riego sea más eficiente menor será la cantidad de agua utilizada.

Si lo anterior lo correlacionamos con la permanente difusión sobre el manejo y cuidado del agua así como los apoyos que para tal fin se han estado proporcionando, puede concluirse que dicho fomento ha sido más efectivo en el DDR de Zacatecas que en los demás. Lo que demuestra que un mejor aprovechamiento de los recursos agua y suelo puede traducirse en mayores ingresos y sustentabilidad de los mismos. Sin embargo, es necesario analizar con más detalle lo anterior ya que no debe subestimarse el peso relativo en la cantidad de superficie cosechada por cada distrito. El distrito de Fresnillo para 2018 cosechó 4% más superficie que el distrito de Zacatecas y 24% más que el de Ojocaliente.

Cuadro 3. Índice de eficiencia de agua y suelo del DDR de Ojocaliente, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	A (ha)	REC (t/ha)	V (t)	Pc (\$/t)	(VBP)	(VBEP)	Et (cm)	(EMUA)	
Ajo Blanco	112.50	11.98	1,329.91	13,243.27	1,830	17,612,357	67	262,871	565
Ajo Morado	102.00	15.14	1,544.20	13,737.83	2,204	21,213,957	67	316,626	681
Alfalfa verde	4,359.00	101.74	443,488.79	700.87	32,300	310,827,988	150	2,072,187	9,978
Avena forrajera en verde	2,976.00	17.15	51,043.96	640.79	3,399	32,708,459	57	573,833	1,050
Cebolla blanca	1,344.50	40.31	54,102.20	2,269.82	12,761	122,802,256	51	2,407,887	3,942
Chile seco ancho	181.50	1.40	254.62	65,768.52	1,740	16,745,981	73	229,397	538
Chile seco de árbol	83.00	0.83	68.89	58,310.00	417	4,016,976	73	55,027	129
Chile seco guajillo	759.50	1.34	969.85	63,819.96	6,432	61,895,788	73	847,888	1,987
Chile seco mulato	48.00	1.21	58.24	71,673.21	434	4,174,248	73	57,181	134
Chile seco pasilla	300.00	1.32	394.64	67,111.96	2,752	26,485,064	73	362,809	850
Chile seco puya	1,470.00	1.15	1,688.40	41,046.43	7,202	69,302,792	73	949,353	2,225
Durazno criollo	32.00	8.68	234.3	9,252.80	225	2,167,931	110	19,708	70
Frijol bayo	767.00	2.31	1,768.20	9,606.32	1,765	16,985,895	49	346,651	545
Frijol flor de junio	1,177.00	2.30	2,702.70	9,558.22	2,684	25,833,001	49	527,204	829





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Frijol flor de mayo	1,112.00	2.27	2,523.71	8,929.47	2,342	22,535,393	49	459,906	723
Frijol marcela	964.00	2.41	2,326.11	9,799.29	2,369	22,794,226	49	465,188	732
Frijol negro Zacatecas	174.00	2.53	439.68	10,519.48	481	4,625,205	49	94,392	148
Frijol otros claros	246.00	2.24	550.26	8,997.30	514	4,950,854	49	101,038	159
Frijol pinto saltillo	940.00	2.58	2,364.93	10,528.30	2,587	24,898,693	49	508,137	799
Maíz forrajero en verde	1,364.00	41.32	56,367.24	690.2	4,043	38,904,669	71	547,953	1,249
Maíz grano blanco	5,753.00	3.46	19,881.61	4,232.82	8,745	84,155,276	71	1,185,286	2,702
Membrillo	6.00	7.30	43.8	12,000.00	55	525,600	109	4,822	17
Tomate rojo campo abierto	279.50	22.40	6,261.90	7,319.01	4,763	45,830,909	90	509,232	1,471
Tomate verde	1,414.50	17.08	24,159.75	7,189.52	18,050	173,697,006	90	1,929,967	5,576
Triticale forrajero en verde	138.00	20.53	2,832.50	1,150.93	339	3,260,009	57	57,193	105
Uva fruta	4,255.00	11.38	41,356.20	9,623.16	41,356	397,977,330	93	4,279,326	12,776
Uva industrial	793.00	10.42	8,220.30	3,264.67	2,789	26,836,567	93	288,565	861
S u m a	31,151		726,977		164,578	1,583,764,430	1,957	19,459,628	50,842

A= área cultivada; REC= valor comercial del cultivo de interés; V= volumen de producción; Pc= precio del producto en campo; VBP= valor bruto de la producción; VBEP = valor bruto estandarizado de la producción; Et= Volumen de agua utilizado durante el desarrollo del cultivo; EMUA= eficiencia monetaria por uso de agua; EMUS= eficiencia monetaria por superficie.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

Cabe aclarar que en el presente análisis se consideró para el caso del DDR de Zacatecas el 92% de la superficie cultivada durante el ciclo agrícola 2017-2018, para el DDR de Fresnillo el 99% y para el DDR de Ojocaliente el 83%, esto por no disponer de datos sobre láminas de riego para ciertos cultivos, teniendo en cuenta que entre más eficiente sea el sistema de riego la cantidad de agua utilizada será menor, en estimaciones realizadas en campo se ha calculado que el agua utilizada en riego por goteo la eficiencia es del 95%, es decir que casi en su totalidad el agua es aprovechada por el cultivo.



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Por otro lado, para obtener el rendimiento equivalente (RE) se tomó como referencia el peso relativo que tiene cada cultivo en cada uno de los distritos. Al calcular este indicador se pudo conocer cuántas toneladas deberá producirse del cultivo en relación con el cultivo base (cultivo más importante o mayormente cultivado del distrito) y el precio medio rural en el ciclo agrícola analizado. Así, para el caso del DDR de Zacatecas se consideró el chile seco mirasol, el chile seco ancho en Fresnillo y vid para fruta en el DDR de Ojocaliente. Los Cuadros 4, 5 y 6 muestran los resultados.

Cuadro 4. Rendimiento relativo de cultivos del DDR de Zacatecas, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	Precio (\$/t)	RE* (t/ha)
Ajo blanco	16.52	14,580.33	4.06
Ajo Morado	16.52	13,971.33	4.24
Alfalfa verde	94.51	395.28	149.86
Avena forrajera en verde	24.49	516.52	114.68
Camote	20.72	4,602.69	12.87
Cebada grano	3.07	4,554.52	13.01
Cebolla blanca	43.10	3,302.30	17.94
Cebolla morada	58.05	3,043.35	19.46
Chile seco ancho	1.94	63,956.62	0.93
Chile seco de árbol	1.60	59,500.00	1.00
Chile seco pasilla	1.87	53,161.89	1.11
Chile seco puya	1.67	52,081.63	1.14
Durazno criollo	0.93	8,000.00	7.40
Frijol bayo	1.90	9,604.48	6.17
Frijol flor de junio	1.90	8,583.29	6.90
Frijol flor de mayo	1.90	8,541.34	6.94
Frijol marcela	1.98	9,291.20	6.38
Frijol negro Zacatecas	2.02	10,983.56	5.39
Frijol pinto nacional	1.84	10,463.07	5.66
Frijol pinto saltillo	1.88	10,298.78	5.75
Maíz forrajero en verde	35.25	610.37	97.05
Maíz grano amarillo	7.79	4,653.34	12.73
Maíz grano blanco	7.69	4,458.92	13.28
Manzana criolla	7.31	7,000.00	8.46
Manzana gala	8.00	7,000.00	8.46





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Manzana <i>golden delicius</i>	7.96	7,094.15	8.35
Manzana <i>red delicius</i>	8.40	7,000.00	8.46
Manzana <i>starking</i>	7.96	7,150.62	8.28
Semilla de frijol pinto saltillo	2.99	20,000.00	2.96
Semilla de maíz grano blanco	4.80	8,833.50	6.71
Tomate rojo campo abierto	56.73	5,141.81	11.52
Uva fruta	9.11	8,815.57	6.72
Uva industrial	9.46	8,661.99	6.84

*RE= rendimiento equivalente que indica toneladas de cultivo en cuestión a una tonelada de chile seco mirasol con precio de \$59,236.48 pesos por tonelada.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

De esta forma, resultó que en el distrito de Zacatecas el chile seco ancho compite en ganancias obtenidas ya que con sólo 0.93 toneladas por hectárea, es decir, que con ese volumen se ganaría lo mismo que una tonelada de chile seco mirasol. Cabe señalar que estos valores al considerar el precio por tonelada del producto ofertado, las diferencias observadas se encuentran en función del mercado, así como la infraestructura disponible para el manejo de post-cosecha y la misma oportunidad de mercado.

En el caso del distrito de Fresnillo puede observarse que con sólo 0.78 toneladas de chile seco guajillo se obtendrían los mismos ingresos que con una tonelada de chile ancho (Cuadro 5). De igual forma, existen diferencias en cuanto al volumen que deberá producirse de un mismo cultivo en los distritos de Zacatecas como Fresnillo. Así, mientras el distrito de Fresnillo deberá producir 159.63 toneladas de maíz forrajero para igualar ganancias con el chile seco ancho, en el de Zacatecas el mismo cultivo debería alcanzar 97.05 toneladas/ha.



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

Cuadro 5. Rendimiento relativo de cultivos en el DDR de Fresnillo, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	Precio (\$/t)	RE* (t/ha)
Ajo morado	19.00	17,473.98	3.47
Alfalfa verde	88.24	464.22	130.67
Avena forrajera en verde	17.50	600.78	100.97
Avena grano	3.17	5,288.00	11.47
Cebada grano	3.70	4,680.00	12.96
Cebolla blanca	38.23	1,934.42	31.36
Cebolla morada	44.23	3,340.87	18.16
Chile seco de árbol	3.11	65,000.00	0.93
Chile seco guajillo	2.06	78,037.27	0.78
Chile verde húngaro	30.77	9,000.00	6.74
Chile verde poblano	16.98	5,063.68	11.98
Durazno criollo	5.57	11,351.86	5.34
Frijol bayo	1.82	10,000.00	6.07
Frijol de junio	1.87	9,194.68	6.60
Frijol flor de mayo	1.92	9,317.18	6.51
Frijol negro Zacatecas	1.94	11,000.00	5.51
Frijol otros negros	2.03	11,000.00	5.51
Frijol pinto saltillo	2.30	10,000.00	6.07
Maíz forrajero en verde	42.15	380	159.63
Maíz grano amarillo	8.37	3,607.43	16.82
Maíz grano blanco	7.63	3,521.84	17.22
Manzana criolla	2.21	9,550.00	6.35
Tomate rojo campo abierto	41.89	7,158.22	8.47
Tomate verde	46.55	5,515.43	11.00
Uva fruta	14.19	18,000.00	3.37
Uva industrial	18.65	6,560.79	9.25

*RE= rendimiento equivalente que indica toneladas del cultivo en cuestión a una tonelada de chile seco ancho con precio de \$60,659.87 pesos por tonelada.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

El distrito de Ojocaliente muestra rendimientos equivalentes un poco más equilibrados que los dos distritos anteriores. En este caso con sólo 0.13 toneladas por hectárea de chile seco mulato recibe los mismos ingresos que una tonelada de vid para mesa. Sin embargo, puede observarse que en su mayoría,





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

el cultivo de chile seco en sus diferentes variedades son prácticamente similares, incluso el cultivo de membrillo (0.80 t/ha) y el cultivo de frijol (negro Zacatecas y pinto Saltillo) requieren de menor volumen para compararse en ganancias con el cultivo de vid para mesa.

Cuadro 6. Rendimiento relativo de cultivos en el DDR de Ojocaliente, ciclo agrícola 2017-2018

Cultivo	Rendimiento (t/ha)	Precio (\$/t)	RE* (t/ha)
Ajo Blanco	11.98	13,243.27	0.73
Ajo Morado	15.14	13,737.83	0.70
Alfalfa verde	101.74	700.87	13.73
Avena forrajera en verde	17.15	640.79	15.02
Cebolla blanca	40.31	2,269.82	4.24
Chile seco ancho	1.40	65,768.52	0.15
Chile seco de árbol	0.83	58,310.00	0.17
Chile seco guajillo	1.34	63,819.96	0.15
Chile seco mulato	1.21	71,673.21	0.13
Chile seco pasilla	1.32	67,111.96	0.14
Chile seco puya	1.15	41,046.43	0.23
Durazno criollo	8.68	9,252.80	1.04
Frijol bayo	2.31	9,606.32	1.00
Frijol flor de junio	2.30	9,558.22	1.01
Frijol flor de mayo	2.27	8,929.47	1.08
Frijol marcela	2.41	9,799.29	0.98
Frijol negro Zacatecas	2.53	10,519.48	0.91
Frijol otros claros	2.24	8,997.30	1.07
Frijol pinto saltillo	2.58	10,528.30	0.91
Maíz forrajero en verde	41.32	690.2	13.94
Maíz grano blanco	3.46	4,232.82	2.27
Membrillo	7.30	12,000.00	0.80
Tomate rojo campo abierto	22.40	7,319.01	1.31
Tomate verde	17.08	7,189.52	1.34
Triticale forrajero en verde	20.53	1,150.93	8.36
Uva industrial	10.42	3,264.67	2.95

*RE= rendimiento equivalente que indica toneladas de cultivo en cuestión a una tonelada de vid para fruta con precio de \$9,623.16 pesos por tonelada.

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

Puede observarse asimismo un comportamiento diferen-





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

te con base en las tres variables analizadas por grupos de cultivos seleccionados en los tres distritos (Cuadro 7). Si se relaciona el peso relativo o relevancia de cada cultivo en los respectivos distritos y grupos de cultivos, el DDR de Ojocaliente con menos producción según el rendimiento equivalente obtiene los mismos ingresos que los otros dos distritos, situación que resultaría cierta si el rendimiento promedio y el precio del cultivado más relevante fuera similar. Mientras que el precio de chile mirasol en el DDR de Zacatecas superó los 59 mil pesos por hectárea y el de chile ancho en el DDR de Fresnillo se vendió en poco más de 60 mil pesos, en el DDR de Ojocaliente la uva para mesa sólo alcanzó los \$9,623 pesos.

Cuadro 7. Rendimiento relativo por grupos, cultivos seleccionados y distrito, ciclo agrícola 2017-2018

Grupo	Cultivo	Rendimiento (t/ha)			Precio (\$/t)			RE' (t/ha)		
		DDR Zac	DDR Flo	DDR Ojo	DDR Zac	DDR Flo	DDR Ojo	DDR Zac	DDR Flo	DDR Ojo
Forrajes	Alfalfa verde	94.51	88.24	101.74	395.28	464.22	700.87	149.86	130.67	13.73
	Avena forrajera en verde	24.49	17.5	17.15	516.52	600.78	640.79	114.68	100.97	15.02
	Maíz forrajero en verde	35.25	42.15	41.32	610.37	380	690.2	97.05	159.63	13.94
Granos básicos	Frijol bayo	1.9	1.82	2.31	9,604.48	10,000.00	9,606.32	6.17	6.07	1
	Frijol flor de junio	1.9	1.87	2.3	8,583.29	9,194.68	9,558.22	6.9	6.6	1.01
	Frijol flor de mayo	1.9	1.92	2.27	8,541.34	9,317.18	8,929.47	6.94	6.51	1.08
	Frijol pinto saltillo	1.88	2.3	2.58	10,298.78	10,000.00	10,528.30	5.75	6.07	0.91





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Hortalizas	Ajo Morado	16.52	19	15.14	13,971.33	17,473.98	13,737.83	4.24	3.47	0.7
	Cebolla blanca	43.1	38.23	40.31	3,302.30	1,934.42	2,269.82	17.94	31.36	4.24
	Chile seco de árbol	1.6	3.11	0.83	59,500.00	65,000.00	58,310.00	1	0.93	0.17
	Tomate rojo campo abierto	56.73	41.89	22.4	5,141.81	7,158.22	7,319.01	11.52	8.47	1.31
Frutales	Durazno criollo	0.93	5.57	8.68	8,000.00	11,351.86	9,252.80	7.4	5.34	1.04
	Uva industrial	9.46	18.65	10.42	8,661.99	6,560.79	3,264.67	6.84	9.25	2.95

*RE= rendimiento equivalente toneladas por hectárea

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018.

El rendimiento promedio y el alto precio del cultivo más relevante en los DDRs de Zacatecas y Fresnillo señalan que los precios y los rendimientos promedio de los demás cultivos deberán ser superiores.

CONCLUSIÓN

Con base en los valores estimados pueden observarse diferencias en indicadores de eficiencia monetaria por el uso de agua (EMUA) y de suelo (EMUS), lo que indica de igual forma diferencias importantes en los ingresos obtenidos de productores en los tres distritos evaluados. Los resultados muestran que en el distrito de Zacatecas es donde se presentan los mayores niveles de productividad en función de uso de agua y suelo, lo que indica eficiencia en el uso de estos recursos naturales.

En relación con los rendimientos equivalentes que refiere al volumen que deberá producirse en función del cultivo más importante, es posible observar cultivos diferentes que dada la proclividad a cultivarlos en cada distrito hacen también re-



La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

levantes las ganancias, aunque estas estén estrechamente relacionadas con la oportunidad de mercado y la infraestructura disponible para el manejo de post-cosecha.

Del análisis comparativo por grupo y cultivos seleccionados por distrito, así como del rendimiento promedio, el precio y el rendimiento equivalente, es posible determinar que cuando el cultivo más relevante alcanza mayor precio, tiene un efecto directo en el peso relativo de los demás cultivos; así, al comparar por grupo de cultivos en los tres distritos, requeriría menor producción para obtener iguales ingresos, esto sería cierto si se tuviera el mismo cultivo relevante y un precio similar.

REFERENCIAS

- Ávila, S. Muñoz, C. Jaramillo, L. y Martínez A. (2005). Un análisis del subsidio a la tarifa 09. *Gaceta ecológica*, (75), 65-76.
- Bioversity, IICA, OECD, UNCTAD, World Bank and WTO (2012). *Sustainable agricultural productivity grow and bridging the gap for small-family farmers*. Informe interinstitucional para la presidencia mexicana del G-20. <http://www.fao.org/economic/g20/en/>. Recuperado 10/01/2013.
- CNA (2007). *La gestión del agua en México avances y retos 2006*. <http://www.conagua.gob.mx>. Recuperado 16 de diciembre de 2012.
- CNA (2010). *Estadísticas del agua en México 2010*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CNA (2011a). *Estadísticas del agua en México*. <http://www.conagua.gob.mx>. Recuperado 14 de diciembre de 2012.
- CNA (2011b). *Atlas del agua en México 2011*. <http://www.conagua.gob.mx>. Recuperado 14 de diciembre de 2012.





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

Cotler, H., Sotelo, E., Domínguez, J, Zorrilla, M., Cortina, S. y Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica*. (83), 5-71.

CMSDS (Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible) (2002). *Productividad agrícola*. Johannesburgo, Sudafrica. <http://www.fao.org>. Recuperado 05 de enero de 2013.

De Juan Asenjo, O. de J. (1996). *Medidas de la productividad: una aproximación Sraffiana*. <http://www.ucm.es/info/ec/jec5/pdf/area6/area6-2.pdf>. Recuperado 10/01/201. Recuperado 10/03/2013.

DOF (2018). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea*. Cd. de México. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/zacatecas/zacatecas.html>. Recuperado 19 de julio 2018.

FAO (2012). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. <http://www.fao.org>

GEF (Global Environmental Facility) (2002). *The challenge of sustainability. An Action Agenda for the global Environment*. Washington, D. C.

GODEZAC (2011). *Plan estatal de desarrollo 2011-2016*. Zacatecas, Zac: GODEZAC.

Godínez Montoya. L., García Salazar. J. A., Fortiz Hernández, M., Mora Flores. J. S., Martínez Damián, M. A., Valdivia Alcalá, R. y Hernández Martínez, J. (2007). Valor económico del agua en el sector agrícola en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana*, 25 (1), 51-59.

INEGI (2012). *Censo de población y vivienda*. <http://www.inegi.mx>. Recuperado 20 de enero de 2013.





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

- INEGI (2014). Indicador trimestral de la actividad económica estatal, primer trimestre de 2014. *Boletín de prensa núm. 305/14*. <http://www.inegi.org.mx>. Recuperado 19/08/2014.
- Indhri (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos) (2010). *Aumento de la oferta hídrica*. República Dominicana: Taller C. X A. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/02/aumentoofertahidrica.pdf>. Recuperado 18 de febrero de 2015.
- Magulis, S. (1992). *Back of the envelope estimates of environmental damage costs in Mexico*. Policy Research Working Papers. Washington, D.C: World Bank.
- Mc Intire, J. (1994). A review of the soil conservation sector in México. En: E. Lutz, SW. Pagiola y C. Reiche (eds.), *Economic and institutional analyses of soil conservation project in Central America and the Caribbean* (107-128). World Bank Environment Paper 8.
- Mojarro, F., Bautista, C., Santana, H., Medina A. y Martínez, J. (2010). *Diagnóstico y políticas de manejo para la sostenibilidad de 6 acuíferos en el estado*. Informe de Investigación. Zacatecas: SAGARPA-SEDAGRO-UAZ.
- Molden, D. J., Sakthivadivel, R., Cristopher, J., Perry, Ch. F. and Kloezen, W. H. (1998). Indicators for comparing performance of irrigated agricultural Systems. *International Water Management Institute*. Colombo, Sri Lanka (Research report 20).
- Muñoz Piña, C. (2009). *Los subsidios agrícolas en México que tienen efectos ambientales negativos*. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. México. <http://www.ine.gob.mx>. Recuperado 10/01/2013.





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

OCDE (2012). *Perspectivas ambientales hacia 2050*. París, Francia: OCDE.

Olavarría, J. A., Bravo Ureta, B. E. y Cocchi, H. (2004). Productividad total de los factores en la agricultura chilena: 1961-1996" *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 4 (8), 121-132.

PNUMA. (2000). *Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Anual Review. Nairobi. Kenia: PNUMA.

Rincón Valdez, F., Echavarría Cháirez, F. G., Rumayor Rodríguez, A., Mena Covarrubias, J., Bravo Lozano, A. G., Acosta Díaz, E., Gallo Dávila, J. L. y Salinas González, H. (2004). *Cadenas de sistemas agroalimentarios de Chile seco, durazno y frijol en el estado de Zacatecas. Una aplicación de la metodología ISNAR*. México: SAGARPA-INIFAP.

Rymshaw, E. (1988). Análisis del desempeño de la irrigación en los distritos de riego bajo Río Bravo y bajo Río San Juan, Tamaulipas, México. *International Water Manegment Institute*. Serie Latinoamericana Núm. 1.

Sánchez Cohen, I., Catalán Valencia, E., González Cervantes, G., Estrada Ávalos, J. y García Arellano, D. (2006). Indicadores comparativos de uso del agua en la agricultura. *Agricultura Técnica en México*, 32 (3), 333-340.

SEMARNAT y Colegio de Posgraduados (2002). *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana*. Memoria. México, D. F.

Servín Palestina, M., Medina García, G. Casas Flores, I. y Catalán Valencia, E. A. (2012). Sistema en línea para programación de riego de Chile y frijol en Zacatecas. *Folleto Técnico Núm. 42*. Campo Experimental Zacatecas: CIRNOC-INIFAP.





La productividad agrícola en zonas de riesgo de Zacatecas

SIAP. (2018). *Anuario estadístico*. México: SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx>. Recuperado 10 de julio de 2018.

UNEP (United Nations Environment Programme). (1994). *Land degradation in South Asia: its severity, causes and effects upon the people*. Roma, Italia: FAO.

Zepeda, L. (2001). Agricultural investment, production capacity and productivity. En: Lydya Zepeda (ed). *Agricultural investment and productivity in developing countries* (3-20). FAO, Economic and Social Development Paper Núm. 148.

Zinck, A. (2005). Suelos, información y sociedad. *Gaceta Ecológica*, (76), 7-22.

Zinck, J., Berroterán, J., Farshad, A., Moameni, A., Wokabi, S. y Van Ranst, E. (2005). La sustentabilidad agrícola: un análisis jerárquico. *Gaceta ecológica*, (76), 53-72.





Reyes Rivas / Pérez Veyna / Padilla Bernal

