

**Productividad agrícola del agua en el cultivo de manzana (*Malus domestica* Borkh) producida en los municipios de Santiago Papasquiaro y Canatlán Durango, México**

NAVARRETE-MOLINA, Cayetano, RUÍZ-ESPARZA, Manuel de Jesús Azpilcueta, RÍOS-FLORES, José Luis y TORRES-MORENO, Marco Antonio

C. Navarrete´, M. Ruíz´, J. Ríos´´ y M. Torres´´´

´Universidad Autónoma Chapingo/Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas/ Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 E-mail: ingnavarrete@hotmail.com (\*Autor para correspondencia) Tel. + 52 (871) -7760160.

´´Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Domicilio Conocido Carretera Gómez Palacio – Chihuahua, Bermejillo, Durango, C.P. 35230. Tel. + 52 (871) -7760160.

´´´Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez, R. Salazar (eds.) Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. Handbook T-III.- ©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.

## Abstract

This study aims to determine the water productivity in apple orchard produced in the municipality of Santiago Papasquiario, under irrigation with groundwater by pumping and compare it against the orchards of low technological level of Canatlán, Durango. The physical productivity on average was  $1.91 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  in Santiago Papasquiario, while in Canatlán, the indicator was  $1.07 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . The economic efficiency determined was 41,465 L / US\$1 of gross profit in Santiago Papasquiario and 14,316 L / US\$1 in Canatlán. Social crop productivity was higher in Canatlán with  $27.9 \text{ jobs hm}^{-3}$ , while in Santiago Papasquiario was  $26.9 \text{ jobs hm}^{-3}$ . It is concluded that the apple orchards produced in Santiago Papasquiario were more efficient and productive in the use of irrigation water in relation to the orchards of Canatlán, Durango.

## 7 Introducción

La escasez de agua es uno de los factores limitantes para agricultura en general (Araus, 2004). A medida que la competencia por el agua se intensifica en el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada más eficientemente (Pasquale, Hsiao y Federes, 2007). El concepto de productividad del agua fue establecido por Kijne, Barker y Molden (2003) como una medida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. En la producción de cultivos, el objetivo de promover el uso eficiente del agua, es producir mayores rendimientos económicos con menos agua, cuando el agua es un factor limitante (Boutraa, 2010).

En México el uso del 85% del agua del subsuelo se emplea para actividades agrícolas, el cual 57% se pierde debido a infraestructura hidráulica y métodos de riego ineficientes. Adicionalmente el 23% de los acuíferos a nivel nacional se encuentran en estatus de sobreexplotación, particularmente los que se ubican en las regiones semiáridas y áridas del centro y norte del país (CNA, 2008). Lo anterior advierte un fuerte impacto socioeconómico, político y ambiental debido a la reducción de más del 30% del recurso hídrico para el 2025 (Rosegrant y Cai, 2002). Por lo tanto, es urgente el desarrollo de estrategias apropiadas para el ahorro y conservación del agua (oro azul) del subsuelo para promover sistemas agrícolas y humanos sustentables, lo cual puede lograrse a través de sistemas de riego apropiados a la situación actual (Postel, 2003). El manzano requiere de riego para alcanzar altos rendimientos y calidad de fruta, sin embargo el suministro de agua se ha convertido en un factor limitante en las principales áreas de producción, la explotación de este cultivo debe orientarse en términos de productividad del agua (Passioura, 2006). Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la productividad del suelo, agua, capital y del trabajo en el DDR Santiago Papasquiario, Durango y compararle contra la producción de manzana en huertos de bajo nivel de tecnificación en Canatlán, Durango.

## 7.1 Metodología

### 7.1.1 Fuentes de información

Se utilizó la base de datos del SIAP (Sistema Información Agroalimentario y Pesquero) ciclo agrícola 2014, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (ton), Valor Bruto de la Producción (VBP, en \$ miles de pesos corrientes), con ellos se generaron los datos de rendimiento físico "RF" anual ( $\text{ton ha}^{-1}$ ), precios medios rurales (\$ nominales  $\text{ton}^{-1}$ ), y rendimiento monetario "RM" por hectárea (\$ nominales  $\text{ha}^{-1}$ ).

Los costos de operación por hectárea “CO” para los productores de bajo nivel tecnológico se tomaron de UNIFRUT, de Cuauhtémoc, Chihuahua (región geográfica cercana a Canatlán) en el caso del DDR Canatlán, el cual es una Unión de fruticultores que agrupa a productores de alto, mediano y bajo perfil tecnológico, debe mencionarse que el nivel tecnológico de los productores de bajo nivel tecnológico de Canatlán es más parecido al de los productores de bajo uso tecnológico de Chihuahua que a los del mismo tipo en el resto de Durango, donde es más bajo aún el nivel de uso de tecnología.

## 7.1.2 Ecuaciones matemáticas empleadas y variables

### 7.1.2.1 Variables de productividad del suelo, de dominio general

Rendimiento físico “RF”, medido en  $\text{ton ha}^{-1}$ , o en  $\text{kg ha}$ , según se lo demande en la ecuación pertinente, el RF está determinado por la ecuación:

$$RF = \frac{\text{Producción}}{\text{superficie cosechada}} = \frac{\text{ton de producto}}{\text{una ha}} = \frac{\text{kg de producto}}{\text{una ha}} \quad (7)$$

Variables de la productividad de capital invertido.

Ingreso por ha, llamado también rendimiento monetario “RM”, medido en MX\$, determinado por la ecuación:

$$RM = RF * p \quad (7.1)$$

Donde;

$p$  = precio  $\text{ton}^{-1}$ , en US\$.

Ganancia Bruta por ha “gb”, medida en MX\$, determinado por la ecuación:

$$gb = RM - CO \quad (7.2)$$

Donde;

“CO” es el costo de operación por ha en MX\$.

Ganancia Neta por ha “gn”, medida en MX\$, determinado por la ecuación:

$$gn = RM - CN \quad (7.3)$$

Donde:

“CN” es el costo total por ha en MX\$, donde C incluye depreciación de capital fijo y renta del suelo.

Relación Beneficio –Costo “RB/CN”, donde “RB” es lo señalado arriba como “RM”, esto es el ingreso por hectárea, mientras que “CN” es el costo neto. También se puede considerar al costo bruto “CB” en vez de CN, ello implicaría que la RB/C estaría saliendo artificialmente alta, es decir, estimar la RB/C con CN es más exacta en tanto el costo por hectárea es más real, más elevado que CB. Se le estimó con el modelo:

$$RB/C = \frac{RM}{CN} \quad (7.4)$$

Productividad *social* del capital “Empleos MMX\$<sup>-1</sup>”, medido como la cantidad de empleos generados por cada millón de pesos invertidos en la producción, determinado por la ecuación:

$$E_{MMX\$} = \frac{31250}{9} \left( \frac{J}{CN} \right) \quad (7.5)$$

Donde;

“CN” es el costo neto por hectárea, es decir aquel costo que ya tomó en cuenta a la depreciación de maquinaria y equipo y la renta del suelo, puede también tomarse el costo bruto.

“CB” o costo de operación (esto es, el costo por hectárea que aún no considera la depreciación de maquinaria y equipo ni la renta del suelo), pero en tanto CB es mayor que CN, necesariamente “E MMX\$” será menor.

Otra forma de productividad social del capital, es aquella que mide a la cantidad de capital invertido necesario para crear un empleo permanente, llamémosle “MX\$ E<sup>-1</sup>”, el cual está dado por la ecuación:

$$MX\$E^{-1} = 288 * \left( \frac{CN}{J} \right) \quad (7.6)$$

### 7.1.2.2 Variables de Huella Hídrica

Huella hídrica en términos físicos, como índice de productividad física del agua, en Kg m<sup>-3</sup>, determinado por la ecuación:

$$kg\ m^{-3} = \frac{RF}{V} = \frac{RF}{10,000LR} = 0.000 RF(LR)^{-1} \quad (7.7)$$

Donde “V” es el volumen de agua usado por ha (en m<sup>3</sup>), equivalente al producto de la lámina de riego “LR” por 10 mil m<sup>2</sup>.

Huella hídrica en términos físicos, como índice de eficiencia física del uso del agua, en m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup>, determinado por la ecuación:

$$m^3 \text{ kg}^{-1} = \frac{V}{RF} = \frac{10,000LR}{RF} = 10,000LR (RF)^{-1} \quad (7.8)$$

Donde:

RF está en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Huella hídrica en términos económicos, como índice de productividad económica del agua usada en el riego, en centavos de MX\$ de ganancia bruta  $\text{m}^{-3}$ , determinado por la ecuación:

$$\text{MX\$ de ganancia Bruta } m^{-3} = \frac{gb}{V} * 100 \quad (7.9)$$

Donde;

La ganancia bruta “gb” está en MX\$ por ha, “V” en  $\text{m}^3$  por ha.

Huella hídrica en términos económicos, como índice de productividad económica del agua usada en el riego, en centavos de MX\$ de ganancia neta  $\text{m}^{-3}$ , determinado por la ecuación:

$$\text{MX\$ de ganancia Neta } m^{-3} = \frac{gn}{V} * 100 \quad (7.10)$$

Donde:

La ganancia neta “gn” está en US\$ por ha, “V” en  $\text{m}^3$  por ha.

Precio del agua, determinado por el precio estimado por del  $\text{m}^3$  de agua usada por el productor en el riego, “Precio  $\text{m}^{-3}$ ”, determinado por la ecuación:

$$P \text{ m}^{-3} = \frac{\text{Costo del rubro de riego } ha}{V} \quad (7.11)$$

Huella hídrica en términos sociales, como índice de productividad social, medida en Empleo  $\text{hm}^{-3}$ , determinada por la ecuación:

$$\text{Empleo } \text{hm}^{-3} = 1,000,000 * \left( \frac{J/288}{V} \right) = \frac{31250}{9} J V^{-1} \quad (7.12)$$

Donde “J” es el número de jornales por ha y 288 es el número de jornadas de trabajo que en un año tiene un trabajador a razón de 6 jornadas por semana durante 48 semanas al año.

Variables de productividad laboral:

La primera forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de kg de manzana producidos por cada trabajador, “Kg trabajador<sup>-1</sup>”, determinado por la ecuación:

$$kg\ trabajador\ h = 288 * \left( \frac{RF}{J} \right) \quad (7.13)$$

Donde:

RF debe estar en kg por hectárea, si se lo expresa en ton por hectárea la ecuación deberá multiplicarse por 1000.

La segunda forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de kg de manzana producidos por hora de trabajo, “Kg h<sup>-1</sup>”, determinado por la ecuación:

$$kg\ trabajador\ h = 125 * \left( \frac{RF}{J} \right) \quad (7.14)$$

Donde:

RF debe estar en ton por hectárea, si se lo expresa en kg por hectárea la ecuación deberá dividirse entre 1000.

La tercera forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de hora invertidas de trabajo por ton de manzana producida, “h ton<sup>-1</sup>”, determinado por la ecuación:

$$h\ ton^{-1} = 8 \frac{J}{RF} \quad (7.15)$$

Donde:

RF debe estar en ton por hectárea.

## 7.2 Resultados

Producción, rentabilidad, demanda hídrica y empleo generado en la producción de manzana en los productores de bajo uso de tecnología en los DDR de Santiago Papasquiaro y Canatlán, en el estado de Durango, México en 2014.

El mercado agrícola de la producción de manzana, a nivel nacional, se caracterizó en el año agrícola 2014 por contar con 38,567 ha cosechadas, en las cuales se produjo un volumen de 642,878 ton, mismas que tuvieron un valor en el mercado igual a \$3,854.2 millones (igual a US\$222.477 millones) a precio productor en el mercado (ver Tabla 7).

El estado de Chihuahua es el principal productor de manzana roja en México, ya que en 2014 contribuyó con el 66.04% de la superficie cosechada, el 84.71% de la producción física anual y el 82.07% del VBP del cultivar a nivel nacional. Después del estado de Chihuahua, el estado de Durango ocupa el segundo lugar, pues contribuyó con el 10.68% del VBP generado por el manzanar nacional, Coahuila es el tercero en importancia, con un aporte del 6.39% al VBP del cultivo, en conjunto, esos tres estados generaron \$99.14 de cada \$100 de valor generado por el cultivo, los restantes 16 estados productores de manzana apenas si contribuyeron con un marginal 0.86% del VBP producido por la manzana a nivel nacional, ocupando para ello el 3.39% de la superficie del cultivar, espacio en el que produjeron apenas el 0.86% del volumen físico nacional (ver Tabla 7).

**Tabla 7** Importancia relativa del DDR Santiago Papasquiario en la producción de manzana roja Cifras monetarias nominales y valoradas en términos brutos a precio productor a pie de finca

Nivel de agregación	Superficie cosechada		Producción anual		Valor Bruto de la Producción (millones)		
	ha	%	Ton	%	MN\$	US\$	%
DDR Santiago Papasquiario	82	0.21%	343.2	0.05%	\$ 2.872	\$ 0.166	0.07%
DDR Canatlán	6,888	17.86%	51,660	8.04%	\$ 335.8	\$ 19.383	8.71%
Los 4 DDR restantes del estado de Durango	1,767	4.58%	11,258	1.75%	\$ 73.0	\$ 4.215	1.89%
Durango	8,737	22.65%	63,261	9.84%	\$ 411.7	\$ 23.764	10.68%
Chihuahua	25,470	66.04%	544,621	84.72%	\$ 3,163.1	\$ 182.586	82.07%
Coahuila	3,053.00	7.92%	29,459.23	4.58%	\$ 246.2	\$ 14.209	6.39%
Los restantes 16 estados productores de manzana	1,306.6	3.39%	5,536.7	0.86%	\$ 33.21	\$ 1.917	0.86%
Nacional	38,567	100.00%	642,878	100.00%	\$ 3,854.2	\$ 222.477	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2014)

La producción de manzana en el estado de Durango se da en seis DDR: Santiago Papasquiario, Canatlán, Nuevo Ideal, Durango, Poanas y Nombre de Dios, de acuerdo a la Tabla 1, corresponde al DDR Canatlán ser el más importante contribuyente en la producción del cultivo, ya que de las 8,737 ha cosechadas en todo el estado, de las que se extrajo un total de 63,261 ton de manzana y cuyo valor en el mercado ascendió a US\$23.764 millones, el DDR Canatlán contribuyó en 2014 con 6,888 ha (78.8%), 51,660 ton (81.7%) y US\$19.383 millones (81.6%) de las 8,737 ha de manzana en todo el estado. El DDR Santiago Papasquiario por su parte, con solamente 82 ha, 343.2 ton y US\$0.166 millones, contribuyó con el 0.21% de la superficie estatal de manzana, 0.05% de la producción física estatal y el 0.07% del VBP estatal (ver Tabla 7).

Los restantes 4 DDR productores de manzana en el estado de Durango son las regiones de Nuevo Ideal, Durango, Poanas y Nombre de Dios, que en conjunto, de acuerdo con la Tabla 1 contribuyeron en 2014 con el 17.8 (% tanto de la producción física como del VBP estatal de manzana, equivalentes a 11,258 ton de las 63,261 ton producidas en todo el estado, así como US\$4.215 de los US\$23.764 millones del VBP manzanero estatal (ver Tabla 7). La desagregación de las cifras correspondientes al DDR Santiago Papasquiario aparecen señaladas en el Tabla 2, del que puede observarse que en relación a la superficie cosechada, las 82 ha del DDR se distribuyeron entre los siguientes municipios conformantes del DDR: 52 ha en Santiago Papasquiario, 22 ha en Canelas, 5 ha en Tepehuanes y 5 ha Topia, denotándose que el parámetro referente, el DDR Canatlán, con 6,888 ha cosechadas es 84 veces superior en superficie cosechada (ver Tabla 7.1).

En cuanto a la producción física anual, las 343.21 ton producidas de manzana en el DDR Santiago Papasquiario, el municipio que da nombre al DDR aportó un 75% de ese volumen, equivalente a las 256 ton señaladas en el Tabla 2, el 25% restante fu aportado por Canelas, con 62.81 ton, Tepehuanes con 14 ton y Topia con 10.56 ton. La producción anual del parámetro de referencia, el DDR Canatlán, con 51,660 ton, fue 150.5 veces más grande.

En cuanto a los US\$2.872 millones a que ascendió el valor de la producción de manzana en el DDR S. Papasquiario, el municipio que da nombre al DDR aportó un 73% de ese valor, equivalente a US\$2.086 millones, el municipio de Canelas contribuyó con US\$0.565 millones, Tepehuanes aportó US\$0.126 millones y el municipio de Topia los US\$0.095 millones faltantes. El VBP del parámetro de referencia, el DDR Canatlán, con US\$335.79 millones, fue 116.9 veces más grande (ver Tabla 7.1). La rentabilidad por hectárea depende de tres variables que actúan de manera independiente; La productividad física por hectárea, los precios por tonelada y los costos por hectárea. La primera de esas tres variables, la productividad física del suelo, está dada en el Tabla 2 por los rendimientos físicos, en ton ha<sup>-1</sup>. De esa fuente se observa que a nivel de todo el DDR Santiago Papasquiario, la hectárea promedio produjo 4.19 ton, muy por debajo de las 7.50 ton producidas por la hectárea promedio del DDR Canatlán, cuya unidad de superficie produjo 7.50 ton, 79% más. Desagregados los rendimientos físicos, a nivel de cada municipio adscrito al DDR Santiago Papasquiario, se encontró que solamente el municipio que da nombre al DDR, con 4.92 ton ha<sup>-1</sup> se ubicó arriba de la media distrital de 4.19 ton ha<sup>-1</sup>, no así los restantes tres municipios de Canelas, Tepecuanes y Topia, en los que los rendimientos se encontraron debajo de la media distrital, con 2.86, 2.80 y 5.52 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente.

A la segunda variable, los precios por tonelada, señalan que a nivel general para todo el DDR Santiago Papasquiario, fueron en 2014 superiores al del parámetro, ya que mientras en el DDR de Papasquiario la tonelada de manzana gozó de un precio de \$8,369 (igual a US\$483), en el DDR Canatlán ésta tuvo un precio de solamente \$6,500 (igual a US\$375), esto equivale a que el DDR Papasquiario obtuvo un 29% de sobre-precio, aunque a nivel de cada municipio del DDR Papasquiario se observó que solo el municipio de S Papasquiario tuvo menor precio por ton (\$8,154, equivalente a US\$471 ton<sup>-1</sup>) que los restantes tres municipios en los cuales se tuvo el mismo precio de \$9,000 ton<sup>-1</sup> (equivalente a US\$520 ton<sup>-1</sup>), contrario a los rendimientos físicos, mayores en el municipio de Santiago Sapasquiario y menores en los otros tres municipios, lo cual puede atribuirse a oferta y demanda, ya que ahí se obtuvo un mayor volumen de producción, por lo que el mercado local actuó al hacerle descender el precio.

La anterior estructura en la productividad física, precios y costos, redundó en diferentes indicadores en la RB/C (Relación Beneficio-Costo), observándose que, a nivel de todo el DR así como para cada uno de los cuatro municipios, en S Papasquiario, el indicador fue menor a la unidad, lo que sugiere pérdidas en la producción, el más cercano a tener una RB/C igual a la unidad, fue el municipio que da nombre al DDR, ya que ahí la RB/C fue 0.99, mientras que en los restantes tres municipios ésta ascendió a 0.62, y como promedio en todo el DDR de Papasquiario, el indicador de rentabilidad fue igual a 0.87, lo que indica que por cada peso invertido se recuperaron solamente 87 centavos, perdiéndose 13 centavos por cada peso invertido, se insiste, solo el municipio de S. Papasquiario, con una RB/C igual a 0.99 estuvo próxima a estar en punto de equilibrio, no así para el DDR de referencia, Canatlán, donde la producción de manzana roja arrojó en 2014 una rentabilidad favorable, toda vez que por cada peso invertido se lo recuperó y además se obtuvo un excedente de 11 centavos, lo cual fue superior a la inflación así como a la tasa líder en el mercado para la inversión promedio nacional en cualquier rama económica, cercana a los 6 puntos porcentuales (ver Tabla 7.1).



**Tabla 7.1** Superficie, producción, valor de la producción, ingresos, costos, rentabilidad, agua usada y empleo en productores de bajo nivel tecnológico del cultivo de manzana en Durango. ciclo agrícola 2014

Variable macroeconómica	Productores de bajo nivel tecnológico de los municipios del DDR Santiago Papasquiario				Todo el DDR Santiago Papasquiario	Parámetro de referencia: productores de bajo uso tecnológico de Canatlán, Dgo.	Parámetro de referencia/DDR Santiago Papasquiario
	Santiago papasquiario	Canelas	Tepehuanes	Topia			
Superficie cosechada (ha)	52	22	5	3	82	6,888.00	84.0
Producción física anual (ton)	256	62.81	14	10.56	343.21	51,660.00	150.5
VBP (\$MN en Millones)	\$ 2.086	\$ 0.565	\$ 0.126	\$ 0.095	\$ 2.872	\$ 335.79	116.9
VBP (US\$ en Millones)	\$ 0.120	\$ 0.033	\$ 0.007	\$ 0.005	\$ 0.166	\$ 19.383	116.9
Ton/ha	4.92	2.86	2.80	3.52	4.19	7.50	1.79
Precio (\$MX) ton <sup>-1</sup>	\$ 8,154	\$ 9,000	\$ 9,000	\$ 9,000	\$ 8,369	\$ 6,500	0.8
Precio (US\$) ton <sup>-1</sup>	\$ 471	\$ 520	\$ 520	\$ 520	\$ 483	\$ 375	0.8
Ingreso bruto (\$MX) ha <sup>-1</sup>	\$ 40,117	\$ 25,695	\$ 25,200	\$ 31,680	\$ 35,029	\$ 48,750	1.4
Ingreso bruto (US\$) ha <sup>-1</sup>	\$ 2,316	\$ 1,483	\$ 1,455	\$ 1,829	\$ 2,022	\$ 2,814	1.4
Costo/ha sin costos fijos (\$MN)ha <sup>-1</sup>	\$ 31,687	\$ 31,687	\$ 31,687	\$ 31,687	\$ 31,687	39,068.80	1.2
Costo/ha sin costos fijos (US\$)ha <sup>-1</sup>	\$ 1,829	\$ 1,829	\$ 1,829	\$ 1,829	\$ 1,829	\$ 2,255	1.2
Ganancia bruta (\$MN) ha <sup>-1</sup>	\$ 8,430	\$ -5,992	\$ -6,487	\$ -7	\$ 3,342	\$ 9,681	2.9
Ganancia bruta (US\$) ha <sup>-1</sup>	\$ 486.60	\$ -345.88	\$ -374.45	\$ -0.40	\$ 192.94	\$ 558.83	2.9
Costo/ha con depreciación y renta de suelo (\$MN) ha <sup>-1</sup>	\$ 40,481	\$ 40,481	\$ 40,481	\$ 40,481	\$ 40,481	\$ 44,069	1.1
Costo/ha con depreciación y renta de suelo (US\$)ha <sup>-1</sup>	\$ 2,337	\$ 2,337	\$ 2,337	\$ 2,337	\$ 2,337	\$ 2,544	1.1
Ganancia neta (\$MN) ha <sup>-1</sup>	-\$ 363.76	-\$14,785.68	-\$15,280.68	-\$8,800.68	-\$ 5,451.29	\$ 4,681.20	-0.9
Ganancia neta (US\$) ha <sup>-1</sup>	\$ -21	\$ -853	\$ -882	\$ -508	\$ -315	\$ 270	-0.9
Costo kg <sup>-1</sup> (\$MN)	\$ 8.23	\$ 14.18	\$ 14.46	\$ 11.50	\$ 9.67	\$ 5.88	0.61
Costo kg <sup>-1</sup> (US\$)	\$ 0.47	\$ 0.82	\$ 0.83	\$ 0.66	\$ 0.56	\$ 0.34	0.6
Ganancia neta (\$MX) kg <sup>-1</sup>	-\$ 0.07	-\$ 5.18	-\$ 5.46	-\$ 2.50	-\$ 1.30	\$ 0.62	-0.5
Ganancia neta (US\$) kg <sup>-1</sup>	-\$ 0.004	-\$ 0.299	-\$ 0.315	-\$ 0.144	-\$ 0.075	\$ 0.036	-0.5
Relación Beneficio/Costo Neto	0.99	0.63	0.62	0.78	0.87	1.11	1.3
# de jornales/ha	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	64.3	1.04
Kg de manzana por jornada	79.4	46.0	45.2	56.8	67.5	116.7	1.7
Ganancia neta (US\$)/jornada	\$ -0.34	\$ -13.77	\$ -14.23	\$ -8.19	\$ -5.08	\$ 4.20	-0.8
Lámina de riego equivalente (m)	0.8	0.8	0.80	0.8	0.8	0.8	1.0
Volumen de agua usado/ha (en m <sup>3</sup> )	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	1.0
Volumen de agua empleado	0.416	0.176	0.040	0.024	0.656	55.104	84.0

Ganancia neta monetaria total (US\$\$)	\$ -1,092	\$ -18,777	\$ -4,410	\$ -1,524	\$ -25,803	\$ 1,861,239	-72.1
Total de jornales al año	3,224	1,364	310	186	5,084	442,745	87.1
Número de empleos permanentes/año	11	5	1	1	18	1,537	87.1
Inversión de capital (Millones de US\$)	\$ 0.122	\$ 0.051	\$ 0.012	\$ 0.007	\$ 0.192	\$ 17.522	91.4
Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de SIAP (2014).							

Indicadores de las huellas hídricas física, económica y social e indicadores de productividad del capital y del trabajo en la producción de manzana Santiago Papasquiario y Canatlán, en el estado de Durango, México en 2014.

#### Productividad del suelo.

El Tabla 7.2 contiene los indicadores de la productividad del suelo, el agua, el capital y de la fuerza laboral. La productividad del suelo fue medida como ton ha<sup>-1</sup>, ingreso bruto (US\$) ha<sup>-1</sup> y ganancia neta (US\$ ha<sup>-1</sup>). Los indicadores de eficiencia y productividad del agua fueron quienes evaluaron la huella hídrica, en sus tres formas: física (m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> y kg m<sup>-3</sup>), económica (bajo diversas formas, destacándose \$MX de ganancia neta m y L US\$ de ganancia bruta<sup>-1</sup>) y social (evaluada como Empleo generado hm<sup>-3</sup>, y m<sup>3</sup> empleo generado<sup>-1</sup>). La productividad del capital fue evaluada solo en su forma social, en tanto ya se le discutió en su forma de rentabilidad, así, se le midió como Empleos generados por cada millón de dólares invertidos y US\$ invertidos en la creación de un empleo. La productividad laboral fue medida bajo la forma de kg de manzana producida por trabajador, kg de manzana producida por hora de trabajo y horas de trabajo invertidas por tonelada de manzana producida.

Si bien la productividad del suelo fue discutida en el apartado 5.2, lo fue solamente en base rendimiento físico por ha, así como a cifras relativas, bajo la forma de RB/C, por lo que ahora toca analizarles en forma de ingreso y ganancia generado por hectárea. Así, se determinó que la misma superficie de manzana, una hectárea, de acuerdo al Tabla 7.2, produjo un ingreso bruto muy variable (dada la diferente productividad física del suelo y los precios), que fue desde los US\$1,483 en el municipio de Canelas, hasta los US\$2,814 en el DDR Canatlán, correspondiéndole US\$2,022 de ingreso anual a la hectárea del DDR Santiago Papasquiario en promedio, en el que el municipio de Santiago P. produjo US\$2,316 ha<sup>-1</sup>.

En relación a la ganancia neta, esto es, al ingreso bruto menos el costo que ya incluye depreciación de maquinaria y equipo así como renta del suelo, se determinó que los cinco municipios del DDR analizado de Santiago Papasquiario y el DDR que los aglutina, presentaron ganancia negativa, es decir, pérdida, que por lo menos fue de US\$21 en el municipio de S Papasquiario hasta una pérdida por ha, la más grande, de US\$882.1 en el municipio de Tepehuanes, en promedio, en la producción de manzana en el DDR se perdieron US\$314.7 ha<sup>-1</sup>, mientras que en el parámetro de referencia esa misma superficie produjo una ganancia de US\$270.2 (ver Tabla 7.2).

#### 7.2.1 Indicadores de la huella hídrica física, económica y social

Los indicadores de productividad y eficiencia mediante los cuales se evaluó a la huella hídrica, muestran en el Tabla 3 que entre los productores de bajo nivel tecnológico, producir un hg de manzana implicó una inversión de 1.91 m<sup>3</sup> en el DDR S Papasquiario en promedio y de 1.07 m<sup>3</sup> en el DDR Canatlán, lo que indica una menor eficiencia en el uso del agua en el DDR S Papasquiario que en el DDR Canatlán, toda vez que el primero usó 79% más agua para producir el mismo kg de manzana.

Por otra parte, al desagregar en sus cuatro municipios conformantes, se observó que el de menor huella hídrica, y por tanto el más eficiente en el uso del agua fue el municipio que da nombre al DDR, donde producir un kg de manzana demandó  $1.63 \text{ m}^3$ , y en el extremo, es decir el municipio menos eficiente en el uso del agua, el de mayor huella hídrica, fue Tepehuanes, con una huella hídrica de  $2.86 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ , Canelas y Topia, aunque menores en su huella hídrica a Tepehuanes, también demandaron mucha agua por kg:  $2.80$  y  $2.27 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . González (2015) para los producción de manzana roja por parte de los productores de bajo nivel tecnológico, en Cuauhtémoc, Chihuahua, se tuvo una huella hídrica azul de  $1.1 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-3}$ , lo cual equivale a que con el 58% ( $=1.1 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  en Cuauhtémoc /  $1.91 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  en DDR Santiago Papasquiario) del agua que se emplea en el DDR Papasquiario, se produce en la principal zona productora de manzanera del país, el mismo volumen de producción.

La segunda forma de evaluar a la huella hídrica fue como un indicador de eficiencia en su aspecto económico, como litros de agua irrigada por US\$ de ganancia bruta producida, de esa forma, el Tabla 3 muestra que a nivel de agregación general, para ambos DDR, se observó en principio que la relación entre volumen de agua irrigado y la ganancia bruta generada fue positivo, de 41,465 litros por cada dólar de ganancia bruta en el DDR Santiago Papasquiario y de 14,316 litros por dólar de ganancia bruta en el DDR Canatlán.

Los indicadores sugieren, de acuerdo a la columna del extremo derecho del Tabla 7.2, que existió una menor eficiencia económica en el uso del agua en el DDR Papasquiario, toda vez que producir la misma masa monetaria de ganancia bruta, un dólar, implicó gastar 2.90 veces más agua que en el DDR Canatlán.

Desagregadas a nivel municipal las cifras del DDR analizado, se encontró que fue el municipio de S Papasquiario el que hizo que a nivel de todo el DDR este indicador fuese positivo, pues con sus 16,440 litros US\$1 de ganancia bruta (más cercano al promedio de Canatlán que al de su propio DDR) inhibió el impacto de los restantes tres municipios, donde el indicador fue negativo: -23,130 en Canelas, -21,365 en Tepehuanes y -19, 847,352 en Topia.

**Tabla 7.2** Indicadores de la productividad del suelo, del agua, del capital y de la fuerza laboral en los productores de bajo uso de tecnología en el cultivo de Manzana roja en el DDR Santiago Papasquiario versus DDR Canatlán, Durango en 2014

Variable económica	Expresado en:	Santiago papasquiario	Canelas	Tepehuanes	Topia	DDR Santiago Papasquiario	DDR Canatlán, Dgo	Canatlán/S Papasquiario
<b>Productividad del suelo</b>								
Rendimiento físico	Ton $\text{ha}^{-1}$	4.92	2.86	2.80	3.52	4.19	7.50	0.56
Rendimiento monetario (USD\$)	Ingreso bruto (US\$) $\text{ha}^{-1}$	2,315.68	1,483.20	1,454.63	1,828.68	2,022.02	2,814.02	0.72
Rendimiento monetario (USD\$)	Ganancia neta (US\$) $\text{ha}^{-1}$	(21.00)	(853.48)	(882.05)	(508.01)	(314.67)	270.21	(1.16)
<b>Huella hídrica</b>								
Eficiencia física del agua	$\text{M}^3 \text{ kg}^{-1}$	1.63	2.80	2.86	2.27	1.91	1.07	1.79
Eficiencia económica del agua	Litros por US\$ de ganancia bruta	16,440	-23,130	-21,365	-19,847,352	41,465	14,316	2.9
Productividad social del agua	Empleos $\text{hm}^{-3}$	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	27.9	0.96
<b>Productividad del capital</b>								
Productividad social del capital	Empleos generados por millón de US\$ invertidos	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1	87.7	1.05
Productividad social del capital	US\$ Invertidos por empleo generado	\$ 10,854	\$ 10,854	\$ 10,854	\$ 10,854	\$ 10,854	\$ 11,398	0.95

Rentabilidad	Relación Beneficio/Costo neto	0.991	0.635	0.623	0.783	0.865	1.106	1.28
Productividad de la fuerza laboral								
	Kg de manzana por trabajador	22,854	13,262	13,006	16,351	19,442	33,604	0.58
	Kg de manzana por hora de trabajo	9.92	5.76	5.65	7.10	8.44	14.59	0.58
	Horas de trabajo por ton de manzana	100.8	173.7	177.1	140.9	118.5	68.6	1.728

Fuente: Elaboración propia

La cifra aparentemente ilógica de este último no debe ser motivo de asombro, ya que, una manera fácil de obtenerle, es dividiendo el volumen de agua usado ahí por hectárea,  $8,000 \text{ m}^3$  (ver Tabla 2) entre la ganancia bruta en ese municipio generada,  $-\text{US}\$0.41$  (ver Tabla 7.1) así,  $(8,000 \text{ m}^3 \times 1000)/-0.40=19,847,352$  litros por cada dólar de pérdida. Si bien González (2015) no determinó la huella hídrica económica para los productores de bajo nivel tecnológico de Cuauhtémoc, Chihuahua, en la misma forma que en este trabajo, como litros de agua irrigada por US\$ de ganancia bruta producida, sino como US\$ de ganancia bruta por  $\text{hm}^3$ , se puede obtener a partir de ella, así, el autor estimó en  $\text{US}\$84,341 \text{ hm}^{-3}$ , que convertido a la forma de este nuestro trabajo, arrojaría 11,856.63 litros de agua irrigada por cada dólar de ganancia bruta logrado, lo que señala que el DDR S Papasquiario, con 41,465 litros por dólar de ganancia, le señala como altamente ineficiente en los resultados económicos logrados con el agua que usa en la producción de manzana, pues utilizó 3.5 veces  $(=41,465/11856.63=3.5)$  más agua que Cuauhtémoc, Chihuahua, para producir la misma masa monetaria de ganancia.

La última forma considerada en la primera hipótesis planteada alude a la huella hídrica en su forma social, medida bajo la forma de empleos generados por cada  $\text{hm}^3$  de agua usada en el riego, y a este respecto el Tabla 3 señala que por usarse la misma cantidad de jornales por hectárea en el DDR S Papasquiario, se produjeron allí 26.9 empleos por cada  $\text{hm}^3$  de agua usada en el riego, contra 27.9 empleos  $\text{hm}^3$  en el DDR Canatlán, indicándose así que socialmente, el uso del agua en el DDR S Papasquiario, resultó menos productivo, pues con el mismo volumen de agua usado en Canatlán donde se generaron 27.9 empleos, en Papasquiario solamente se produjeron 26.9 empleos, es decir, 4% menos empleo. González (2015, *op cit, loc cit*) determinó que en Cuauhtémoc, Chihuahua, los productores de manzana roja de bajo nivel tecnológico generaron  $28.1 \text{ empleos hm}^{-3}$ , cifra semejante a la del DDR S Papasquiario, donde ese mismo volumen de agua generó 26.9 empleos, 4.3% menos empleo por la misma cantidad de agua que en Cuauhtémoc, Chihuahua, debe mencionarse, que el autor señala que entre los productores de alto nivel de uso en la tecnología, allí en la producción de manzana roja de Cuauhtémoc, Chihuahua, ese mismo volumen de agua genera menos empleo que entre los productores de bajo perfil tecnológico:  $22.7 \text{ empleos hm}^{-3}$  versus  $28.1 \text{ empleos hm}^{-3}$ .

### 7.2.2 Productividad del capital

El Tabla 7.2 muestra que el invertir un millón de US\$ en la producción de manzana, generó diferente cantidad de empleos en cada uno de los dos DDR, así, se encontró que en el DDR Santiago Papasquiario ese monto de dinero invertido fue capaz de crear el equivalente a 92.1 empleos (lo misma cantidad de empleos en cada uno de sus cuatro municipios, dada la misma cantidad de jornadas de trabajo invertidas por hectárea) mientras que en el DDR Canatlán, esa cantidad de dinero permitió dar ocupación al equivalente de 87.7 personas, indicando ello, por tanto, que en el DDR Papasquiario el capital fue 5% (el indicador fue 1.05) más productivo en términos sociales. En Cuauhtémoc, Chihuahua de acuerdo con González (2015, *op cit, loc cit*) con 164.5 empleos.

Lo anterior, al ser visualizado de manera inversa, es decir, como un índice de eficiencia social del capital, señala, de acuerdo al Tabla 5, que para crear el equivalente a dar empleo a una persona, se demandaron US\$10,854 en el DDR Santiago Papasquiari, mientras que crear ese empleo, en el DDR Canatlán, demandó un mayor monto de inversión: US\$11,398, lo que indica una mayor eficiencia en el uso social del capital, toda vez que el indicador, igual a 0.95 señala que con solamente el 95% del capital invertido en Canatlán, se creó empleo permanente durante un año para una persona. No obstante, debe observarse ahora el indicador de la RB/C, de 0.865 para el DDR Santiago Papasquiari en promedio y de 1.106 para el DDR Canatlán, así, se puede concluir que el costo de oportunidad de ser más eficiente y productivo socialmente, al capital le costó dejar de contar con 24 unidades porcentuales en su tasa de ganancia, ya que la distancia entre las dos RB/C, 0.865 del DDR S Papasquiari y 1.106 en el DDR Canatlán, es exactamente 0.24, equivalente a 24% puntos porcentuales de menor ganancia.

### 7.2.3 Productividad del trabajo

La parte inferior de la Tabla 7.2 contiene los números índice que evalúan la productividad de la fuerza laboral, de ellos se muestra que a nivel agregado, para ambos DDR, existió diferencia en la cantidad de manzana por trabajador adscrito a esa esfera productiva, así, se determinó que para el DDR Santiago Papasquiari, la productividad laboral se caracterizó por tener un indicador de 19,442 kg trabajador<sup>-1</sup>, mientras que en el DDR Canatlán, el indicador fue igual a 33,604 kg trabajador<sup>-1</sup>, lo que sugiere, de acuerdo a la última columna a la derecha del Tabla 3, es que el trabajador del DDR S Papasquiari produjo en promedio, solo el 58% (el indicador fue 0.58) de manzana que el trabajador promedio del DDR Canatlán.

A un menor nivel de agregación, esto es a nivel municipal, se encontró que solamente el municipio de Santiago Papasquiari estuvo arriba de la media distrital de productividad social del trabajo con un índice de 19,442 kg trabajador<sup>-1</sup>, toda vez que ahí el indicador fue igual a 22,854 kg trabajador<sup>-1</sup>, 17.5% ( $=22,854/19,442=1.175$ ), no así los restantes tres municipios, que estuvieron por debajo de la media distrital, donde la cantidad de kg de manzana producidos por trabajador fue de 13,262 en Canelas, 13,006 en Tepehuanes y 16,351 en Topia.

De acuerdo a la Tabla 7.2, la productividad social del trabajo, vista ahora como la cantidad de kg de manzana producidos por hora de trabajo, al igual que lo anterior, fue diferente en cada DDR, ya que mientras que en el DDR S Papasquiari una hora de trabajo fue capaz de producir 8.44 kg de manzana por hora de trabajo, la misma hora de trabajo en el DDR Canatlán redituó en un 72.8% de mayor cantidad de manzana ( $=14.59 \text{ kg hora}^{-1}/8.44 \text{ kg hora}^{-1} = 1.728$ ), lo que deja mal parado en este rubro al DDR Santiago Papasquiari, ya que, la teoría del intercambio internacional señala que aquel que produzca una unidad de producto en menor tiempo, será el que tenga posibilidades reales de competir en el mercado, en relación a aquel más atrasado tecnológicamente, y que por tanto, demande mayor cantidad de tiempo para producir la misma unidad de producto, así, producir un kg de manzana en el DDR S Papasquiari demanda 7 minutos y 7 segundos de tiempo de trabajo, es decir, 0.119 horas ( $=1/8.44=0.119 \text{ horas}=7 \text{ minutos y } 7 \text{ segundos}$ ) mientras que en el DDR Canatlán el mismo kg de manzana requeriría 4 minutos y 7 segundos, esto es, 0.069 horas ( $=1/14.59=0.069 \text{ horas}=4 \text{ minutos y } 7 \text{ segundos}$ ).

En Cuauhtémoc, Chihuahua, de acuerdo con González (2015, *op ci, loc cit*), la inversión de una hora de trabajo produjo 14.0 kg de manzana roja, cercano a los 14.59 kg hora del DDR Canatlán, pero muy distante de los 8.44 kg hora del DDR Santiago Papasquiari, lo que señala que en este DDR existe un bajo nivel de productividad entre los productores de bajo uso de tecnología, pues en comparación de los similares productores de Cuauhtémoc, Chihuahua, tiene mostraron tener solamente el 60.3% ( $=8.44/14.0=0.603$ ) de productividad social del trabajo.

Los últimos renglones del párrafo anterior son útiles al considerar, con base en el Tabla 3, que producir una tonelada de manzana demandó en el DDR S Papasquiario un total de 118.5 horas de trabajo, mientras que esa misma tonelada fue producida en el DDR Canatlán en solamente 68.6 horas de trabajo, lo que indica que en el primero de los dos DDR, se requiere justamente 72.8% que ya en el párrafo anterior se mencionaba bajo otro contexto) mayor tiempo de trabajo para producir una tonelada de manzana que en el parámetro de referencia, el DDR Canatlán.

La desagregación de la cantidad de horas de trabajo invertidas por tonelada de manzana a nivel municipal, señala nuevamente al municipio que da nombre al DDR analizado, como el único donde la productividad laboral fue superior al promedio distrital, ya que ahí se demandaron solamente 100.8 horas de trabajo por tonelada, mientras que en el promedio del DDR de S Papasquiario fueron 118.5 horas de trabajo, los restantes tres municipios se ubicaron arriba de la media distrital, con 173.7 horas ton<sup>-1</sup>, 177.1 horas ton<sup>-1</sup> y 140.9 horas ton<sup>-1</sup>, para los municipios de Canelas, Tepehuanes y Topia respectivamente (ver Tabla 7.2).

### 7.3 Conclusiones

Se concluye que en términos de eficiencia física y económica del agua de los huertos de manzana producida en el DDR Santiago Papasquiario mostraron índices de eficiencia superiores a los encontrados en las huertas de bajo nivel tecnológico en el DDR Canatlán, Durango.

### 7.4 Referencias

- Araus, J., L. (2004). The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture. *Annals of Applied Biology*, 144, 259–272.
- Boutraa, T., (2010). Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub *Calotropis Procera* under water stress conditions. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 6, 20-26.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). (2008). Estadísticas del Agua en México 2008. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed.). México, D.F. 233 p.
- González, L. C. (2015). Productividad del agua, trabajo y capital en el cultivo de manzana (*Malus domestica*) de Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tesis profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México. Pag.33
- Kijne, J.W., Barker, R., and D. Molden, (2003). *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunity for Improvement*. CABI, Cambridge, UK.
- Pasquale, S., Hsiao, T. C., and Y. E. Fereres. (2007). On the conservative behavior of biomass water productivity. *Water productivity: Science and Practice. Irrig. Sci*, 25,189–207.
- Passioura, J. (2006). Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. *Agricultural Water Management*, 80, 176–196
- Rosegrant, M. W.; Cai, X. (2002). Global water demand and supply projections part 2: Results and prospects to 2025. *Water International*, 27(2), 170–182.