

Productividad del agua en cultivos temporaleros de café, en Villaflores, Chiapas, México

Manuel de Jesús Azpilcueta Ruíz Esparza³¹

José Luis Ríos Flores, José Ruiz Torres

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la productividad del agua, así como el capital, la fuerza laboral en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el municipio de Villaflores, Chiapas, México, producido en temporal. Se aplicaron modelos matemáticos que generaron indicadores que permitieron evaluar la productividad del agua de lluvia en el cultivo. Los resultados indican se emplearon 5,885.4 hm³ de agua de lluvia en todo el estado, de los cuales 347.11 hm³ se usaron en Villaflores, asimismo se invirtieron US\$ 315.94 millones de dólares, de los cuales US\$30.04 fueron el costo total de las 74,166 ton de café producido en las 24,124 ha cosechadas en Villaflores. El café generó 96,038 empleos a nivel estatal, de los cuales 9,130 los aportó Villaflores. La productividad del agua fue de 214 y 84.8 L kg⁻¹ de café cereza en Villaflores y el estado respectivamente. Un hm³ de agua de lluvia produjo: a) ingresos del orden de US\$1, 575.88 y US\$774.32, b) ganancias del orden de US\$330.84 y US\$470.71 y c) 26.3 y 16.3 empleos a nivel del DDR021 Villaflores y el estado de Chiapas con datos de ingreso, ganancia y empleo. La productividad social medida por la cantidad de horas invertidas de trabajo por ton de café cereza en Villaflores 56.3% superior al estado de Chiapas. Se concluye que el café producido en Villaflores es más productivo en términos físicos, económicos y sociales en el uso del agua de lluvia para producción de café cereza en comparación con el promedio estatal. Palabras clave: Huella hídrica, eficiencia, agua virtual, *Coffea arabica*.

Water productivity in temporary coffee crops, in Villaflores, Chiapas, Mexico

ABSTRACT

The objective of this study was to determine water productivity, as well as the capital, and workforce in coffee cherry crop (*Coffea arabica*) in the municipality of Villaflores, Chiapas, México, produced under rainfed. Mathematical models were applied, generating indicators that allowed to evaluate the productivity of rainwater in farming. Results indicate that 5,885.4 hm³ of rain water across the State were used, of which 347.11 hm³ were used in Villaflores, At the same time, \$315.94 million US Dollars

Fecha de recepción: 16 de febrero de 2017 Fecha de aceptación: 20 de febrero de 2017

Modelo de citación:

Manuel de Jesús Azpilcueta Ruíz Esparza. José Luis Ríos Flores. José Ruiz Torres. PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN CULTIVOS TEMPORALEROS DE CAFÉ, EN VILLAFLORES, CHIAPAS, MÉXICO. Revista Asuntos Económicos y Administrativos No.32, Primer semestre 2017. ISSN 0124-1133. Universidad de Manizales. pp. 183-192

31 Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail:manazpil@chapingo.urzu.edu.mx.Tel. +52 (871)-7760160

were invested, of which USD \$ 30.04 were the cost of the 74,166 tons of coffee produced in the 24,124 ha harvested in Villaflores. Coffee generated 96,038 jobs statewide, of which Villaflores contributed with 9,130. The productivity of the water was 214 and 84.8 L kg⁻¹ of coffee cherry in Villaflores and the whole state respectively. A rainwater hm³ produced: a) income in the order of USD \$ 1, 575.88 and USD \$ 774.32, b) profits in the order of USD \$ 330.84 and USD \$ 470.71 and c) 26.3 and 16.3 jobs at the level of Villaflores DDR021 and the State of Chiapas with income, profit and employment data. The social productivity as measured by the amount of invested hours of work per ton of coffee cherry in Villaflores was 56.3% higher than the State of Chiapas. It is concluded that the coffee produced in Villaflores is more productive in physical, economic and social terms in the use of rainwater for production of coffee cherry compared with the State average.

Key words: water footprint, efficiency, virtual water, *Coffea arabica*.

Introducción

La superficie de café en México ha venido disminuyendo a partir de la crisis de los precios del café, ya que a principios de los noventa se llegó a cultivar café en 785,000 hectáreas y actualmente se han dejado de cultivar alrededor de 100,000 hectáreas. En la década de los ochenta se producían en promedio 5.2 millones de sacos al año, mientras que a principios del año 2000 la producción promedio anual fue de 4,000 sacos (Anta, 2006). En México el café es el producto que ocupa el tercer lugar en importancia en cuanto a la superficie cosechada después del maíz y sorgo. La actividad se sustenta en un padrón de 504,372 productores que cultivan 688,718 hectáreas; un alto porcentaje de los mismos son minifundistas, el 64% de los cafecultores poseen superficies menores a una hectárea y tan solo el 2.6% posee superficies mayores a 5 hectáreas. De acuerdo a los datos de Water Footprint Network, la red global que establece los estándares para calcular la huella hídrica, para producir una taza de café se requieren alrededor de 130 litros de agua (Buzo, 2012).

En el caso específico del café, el clima tiene una influencia significativa en el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. La humedad del suelo es uno de los factores que más influyen en la producción (Ramírez *et al.* 2010). En el estado de Chiapas, la producción de café depende exclusivamente del aporte hídrico que hacen las lluvias; por lo tanto, la estacionalidad de la cosecha se relaciona directamente con la distribución de los períodos secos y húmedos. En Colombia, i.e la disponibilidad de agua en el suelo es el factor que más influye en el crecimiento y producción de los cafetos (Peña-Quíñonez *et al.* 2014), varios autores han reportado que los cambios en el clima pueden tener graves consecuencias en el cafeto, particularmente en el inicio de eventos fenológicos tales como la floración, la fructificación, desarrollo de la raíz y de brotes, i.e la inflorescencia de los cafetos es determinada por los patrones de precipitación. Se ha determinado que después de una estación seca (por lo menos 3 meses), la floración se activa después de una lluvia. En las regiones donde no existe una clara estación seca

y lluviosa, las plantas de café pueden experimentar inflorescencias más de una vez por año. Sin embargo, periodos secos o precipitación excesiva han demostrado reducir el número de florescencias por planta (Drinnan y Mezel 1994). Por otro lado la maduración de la fruta se ve obstaculizada cuando hay escasez de agua durante la etapa del desarrollo de la cereza (DaMatta *et al.* 2007), lo que se traduce en reducción de la producción. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la productividad física, económica y social del agua de lluvia, así como la rentabilidad, la productividad del suelo y fuerza laboral en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el municipio de Villaflores, Chiapas.

Materiales y métodos

Fuentes de información

Se utilizó la base de datos del SIAP (2013), para el ciclo agrícola 2013, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (ton), Valor Bruto de la Producción (VBP, en \$ miles de pesos). Con ellos se generaron los datos de rendimiento físico "RF" anual (ton ha^{-1}), precios medios rurales (\$ nominales ton^{-1}), rendimiento monetario "RM" por hectárea (\$ nominales ha^{-1}). Los costos por hectárea y número de jornales/ hectárea se obtuvieron de FIRA (2013). Para determinar el consumo de agua se emplearon datos acumulados de precipitación pluvial se obtuvo a través de los datos climáticos diarios de las estaciones No 7008, 7021, 7089, 7111, 7132, 7135, 7175, 7204, 7226, 7237, 7327, y 7349 del SISTEMACLICOM del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Indicadores de eficiencia y productividad

Se desarrollaron modelos matemáticos para estimar la productividad del agua de riego en términos: físicos (Y_1 y Y_2), económicos (Y_3 - Y_7 , Y_{12} - Y_{13}) y sociales (Y_8 - Y_{11}).

Y_1 = Metros cúbicos de agua de lluvia kg^{-1}

Y_2 = Kg m^{-3} de agua de lluvia

Y_3 = Metros cúbicos por US\$1 de ingreso bruto

Y_4 = Ingreso bruto US\$ por m^3 de agua de lluvia

Y_5 = Utilidad bruta US\$ por m^3 de agua de lluvia

Y_6 = Metros cúbicos de agua de lluvia por US\$1 de utilidad

Y_7 = Empleos generados por hectómetro de agua

Y_8 = Horas de trabajo invertidas por ton

Y_9 = Ganancia por trabajador (US\$ miles)

Y_{10} = Ganancia por hora invertida de trabajo ($\text{US\$ h}^{-1}$)

Y_{11} = Punto de equilibrio (ton/ha para ni perder ni ganar)

Y_{12} = Vulnerabilidad crediticia= Rendimiento físico por ha/ Y_{13}

Resultados y discusión

La producción de café en Villaflores y Chiapas

El estado de Chiapas aporta el 41.5% del VBP que se genera por la producción de café a nivel nacional, es decir; de cada \$1 de valor generado a nivel nacional por el cultivo de café, Chiapas aporta casi 42 centavos, para lograr este indicador este estado emplea el 36.3% del territorio nacional para la producción de café. Por otro lado el Distrito de Desarrollo Rural 021 (DDR-021) Villaflores, aportó el 8% del VBP generado a nivel nacional, con sus \$38.01 millones de dólares. La misma fuente, indica que el estado de Chiapas tuvo un rendimiento físico promedio 9.5% superior al nacional con sus 1.967 ton ha⁻¹, ya que el promedio mostrado apenas alcanzó los 1.796 ton ha⁻¹, mientras que el DDR 021 Villaflores tuvo un rendimiento de 3.07 ton ha⁻¹. Por otro lado se observa que el precio promedio a nivel nacional fue de US\$ 377 ton⁻¹, mientras que en Chiapas el precio por tonelada se ubicó en US\$ 393 ton⁻¹, lo que indica que el precio en Chiapas fue 104.3% superior al precio nacional, sin embargo cabe destacar que el precio que se pagó en Villaflores fue 1.36 veces superior al promedio nacional (US\$ 513 ton⁻¹).

A nivel estatal la producción cafetalera no es rentable, en tanto que es necesario se inviertan US\$ 1,245.03 ha⁻¹, pero solo se recupera US\$ 774.32 ha⁻¹, es decir; se tiene una pérdida de US\$ 470.71 ha⁻¹, solo por la producción de café, pues hay que recordar que por los sistemas de producción que se desarrolla el café normalmente el café es junto con otras frutas y especies vegetales un producto más que se produce dentro del policultivo. Por otro lado se observa que en Villaflores en promedio se invierte US\$ 1,245.03 ha⁻¹, obteniéndose de ingreso un total de US\$ 1,575.88 ha⁻¹, lo que indica que se tienen una ganancia de US\$ 330.84 ha⁻¹. Visto desde otro ángulo la R B/C a nivel estatal es de 0.62, lo que indica que de cada dólar invertido en la producción de café solo retornarán US\$ 0.62, mientras que en el DDR 021 Villaflores de cada dólar invertido se recuperara ese dólar y US\$ 0.27 adicionales (el indicador fue 1.27). Asimismo, los ingresos y costos por hectárea observados tuvieron variaciones importantes, i.e a nivel nacional el ingreso por hectárea fue de US\$ 677.72, mientras que el observado en el estado de Chiapas fue 114.3% superior (US\$ 774.32), sin embargo el precio pagado en Villaflores tuvo un efecto benéfico sobre el ingreso por hectárea ya que se logró un ingreso de US\$ 1,575.88, lo que indica que el ingreso obtenido en Villaflores fue 233% superior al ingreso nacional.

Indicadores de productividad del agua de lluvia en café

La precipitación promedio anual en milímetros fue de un total de 1,439 mm, calculada en base a las 12 estaciones meteorológicas

ubicadas en Villaflores, Chiapas. La Figura 1, muestra la distribución pluvial durante el ciclo agrícola 2013, de la cual se observa que el mayor porcentaje de lluvia se distribuye de junio a octubre, alcanzándose un máximo de 490mm en el mes de septiembre. En la misma figura 1, se observa la estacionalidad de la producción del café cereza que coincide con el periodo de ausencia de lluvia, empezando la cosecha del café cereza en mes de octubre y terminando en el mes de mayo.

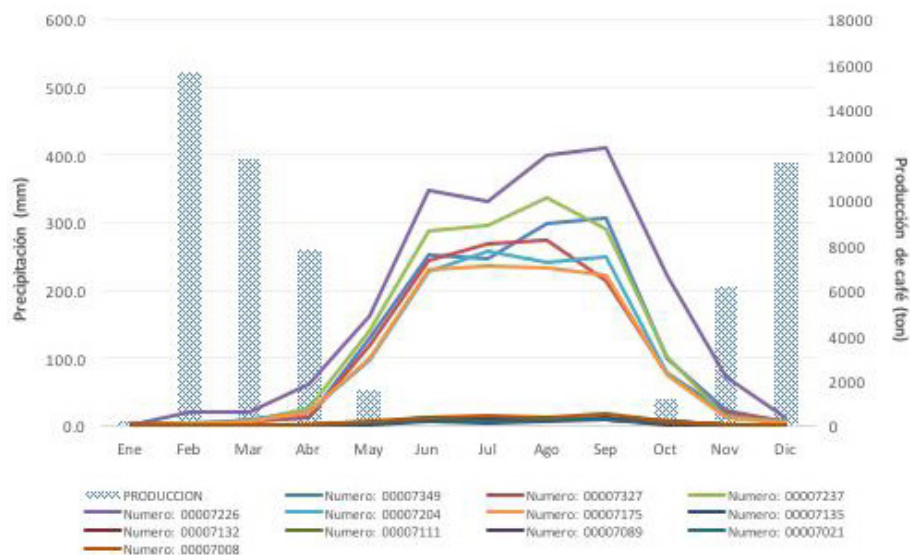


Fig. 1. Distribución de producción y precipitación pluvial en Villaflores, Chiapas

El análisis de la eficiencia del agua se observa en el Cuadro 1, el cual muestra los indicadores productivos, económicos y sociales. El uso eficiente del agua es uno de los índices más ampliamente empleados en una gran variedad de cultivos en España (García-García *et al.*, 2013), sin embargo en México existe muy poca información y en algunos cultivos nula información al respecto. En el presente estudio el indicador de eficiencia física del cultivo de café cereza en Villaflores, Chiapas fue 0.214 kg m^{-3} (Cuadro, 1), encontrándose un índice menor en el promedio estatal con 0.085 kg m^{-3} , lo que muestra una menor eficiencia de este cultivo para convertir el agua en fruto, puesto que visto de otra forma mientras en Villaflores se demandaron un total de $4.68 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, en promedio a nivel estado se requirieron un total de $11.79 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, lo que indica que la producción de café cereza en Villaflores fue más eficiente. En este punto es importante recordar que la eficiencia física del agua de lluvia relaciona la cantidad de agua que se empleó por unidad de producto, en este caso en Villaflores se registró un total de $347,110,000 \text{ m}^3$ de agua y se produjeron un total de $74,166,000$ kilogramos de café, es decir;

$$\text{eficiencia física} \quad \frac{347,140,762 \text{ m}^3}{74,166,000 \text{ kg café}} \quad 4.68$$

Mientras a nivel estatal se registró un total de 5, 885, 397,868 m³, mientras que la producción de café a nivel estatal fue de 499,105, 160 kilogramos, por lo que el índice de eficiencia fue igual a;

$$\text{eficiencia física} \quad \frac{5,885,400,000.00 \text{ m}^3}{499,105,160.00 \text{ kg café}} \quad 11.79$$

Sin embargo, los valores del índice de productividad física se ubican por debajo de los indicadores determinados por Eriyagama *et al.* (2014) quienes determinaron un índice de 19.1 m³ kg⁻¹ en promedio para la región de América del Sur y el Caribe, y un indicador de 40.7 m³ kg⁻¹ como promedio para México, lo que indicaría que el DDR Villaflores se encuentra por debajo de este promedio nacional. Otros indicadores promedio mundiales determinados por Mekonnen y Hoekstra (2011) Pfister *et al.* (2011) and Siebert y Döll (2010), indicaron en promedio 16.415.1 m³ kg, 15.415.1 m³ kg y 15.1 m³ kg, para este cultivo respectivamente.

La productividad económica de agua (US\$ hm⁻³) no sólo depende de las condiciones climáticas y rendimientos de los cultivos, sino también en la eficiencia del uso del agua. De acuerdo con los datos existentes la agricultura de riego tiene una mayor productividad en comparación con la agricultura que se abastece del agua de lluvia (Aldaya *et al.*, 2010). En este sentido el índice de la Y₅, refleja el beneficio generado por hectómetro cúbico de agua. Este índice mostró ser más elevado en el cultivo de café cereza de Villaflores US\$ 19,808 hm⁻³(US\$0.019 m⁻³), con respecto a los obtenidos en promedio estatal (-US\$ 17,484 m⁻³), lo que indica un índice negativo. A pesar de la importancia de este tipo de indicadores la información que existe sobre la eficiencia económica generada por metro cúbico empleado en riego es escasa. Existen algunos trabajos desarrollados en el mediterráneo para hortalizas, frutales, cereales y oleaginosas; en este sentido, algunos autores determinaron en trigo que la utilidad bruta fue de US\$ 0.26, mientras que en girasol y maíz grano fue US\$ 0.59 (García - García *et al.*, 2013). Asimismo en España Aldaya *et al.*, (2010) determinaron para el tomate un índice que oscilo entre US\$1.37- 4.12 m⁻³.

Indicadores de eficiencia social

En cuanto a la eficiencia social del agua, que es la cantidad de empleos generados por hectómetro de agua, el indicador fue 26.3

empleos hm^{-3} para Villaflores y 16.3 empleos hm^{-3} para el promedio estatal. Este indicador es alto, dado que los cultivos como las hortalizas y los frutales, que requieren de una gran cantidad de mano de obra para actividades como la cosecha. En este sentido, solo en algunas regiones de España se han generado este tipo de indicadores (García - García *et al.*, 2013) mencionándose que en ese país el índice de empleos generados oscila entre 24 - 62 empleos por hectómetro de agua, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta 190 empleos hm^{-3} (Cuadro, 2), mientras que Ríos *et al.*, (2015) para la región de Zacatecas en cultivo de durazno determinó un indicador igual a 0.20 empleos hm^3 , lo que muestra que el cultivo de café en Chiapas es un generador de empleo importante para la región.

Esto último se ve reflejado en la variable Y_9 , misma que indica la productividad horaria, es decir; la cantidad de horas de trabajo que se invierten por tonelada de producto (café cereza).

De este análisis se observa que en promedio la productividad horaria del cultivo de café cereza en Villaflores fue de 283.6 h ton^{-1} , y 443.3 h ton^{-1} a nivel estatal, lo que indica que para producir una tonelada de café cereza en promedio se requieren invertir 283.6 y 443.3 horas de trabajo respectivamente. Asimismo se determinó que el cultivo que resultó más eficiente en términos de productividad horaria fue el cultivo de Villaflores resultó el más eficiente. De acuerdo con (Dorward, 2013), existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, para los indicadores estructurales, pudiendo ser medida por el Producto Interno Bruto (PIB) generado en relación con el número de personas empleadas, por el número de horas trabajadas. Así, se determinó que cada trabajador dedicado a la producción de café cereza en promedio agregó al valor bruto de la producción de esa cadena productiva US\$ 3.02 de ganancia por jornada de trabajo en Villaflores, determinándose que el trabajador dedicado a producir café cereza en promedio estatal fue el menos productivo, al generar -US\$ 4.31 por jornada de trabajo. Estos índices se encuentran estrechamente relacionados con la cantidad de café producido y al precio en el mercado del producto. A este respecto existe una discusión generalizada sobre la productividad agrícola vista como productividad laboral, ya que generalmente se utilizan indicadores implícitos o explícitos relacionados con la productividad del cultivo. En este sentido se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida, para la producción de café cereza en Villaflores fue US\$ 0.38 h^{-1} , lo que indica que este cultivo fue más eficiente en comparación con el cultivo de café cereza producido a nivel estatal, ya que este generó una pérdida de -US\$ 0.54 h^{-1} .

Cuadro 1: Indicadores de la productividad del suelo, del agua, del capital y de la fuerza laboral en el cultivo de Café cereza (*Coffea arabica*) en los DDR de Villaflores, Chiapas. Ciclo agrícola 2013.

Variable económica		Villa Flores	Chiapas
Productividad del suelo			
Rendimiento físico	ton ha-1	3.07	1.97
Rendimiento monetario (US\$)	Ingreso ha-1	\$ 1,575.88	\$774.32
Rendimiento monetario (US\$)	Ganancia ha-1	\$331	-\$471
Productividad del agua:			
rendimiento físico	kg m-3	0.214	0.085
rendimiento físico	m3 kg-1	4.68	11.79
rendimiento monetario	US\$ de ganancia hm3	\$ 22,992.33	-\$ 20,294.72
Productividad social del agua	Empleo hm-3	26.3	16.3
Productividad del capital			
Tasa de ganancia	% de excedente sobre capital invertido	26.6%	-37.8%
Punto de equilibrio	ton ha-1	2.43	3.16
Productividad laboral:			
Trabajo por ha	Jornadas/ha	109	109
Trabajo por ha	Horas/ha	872	872
Horas de trabajo por ton	h ton-1	283.6	443.3
Kilogramos por hora	kg h-1		
Ganancia/jornada	US\$ jornada-1	3.02	-4.31
Ganancia/hora	US\$ hora-1	0.38	-0.54
Rendimiento físico/Punto de equilibrio		1.27	0.62

Fuente: Elaboración propia, con base en las cifras del SIAP (2013), FIRA (2013) y CLIMCOM (2013). Cifras monetarias en US\$ promedio del 2013 tipo de cambi6 a raz6n de US\$12.7675 pesos por d6lar.

La variable Y_{12} , muestra que bajo las mismas condiciones de cultivo, as6 como de mercado, la cantidad m6nima que se requiere producir para tener una operaci6n viable (punto de equilibrio) es de 2.43 ton ha⁻¹ de caf6 cereza en Villaflores y de 3.16 ton ha⁻¹ en promedio a nivel estatal. Tomando en consideraci6n la producci6n obtenida en cada uno de los dos cultivos, el cultivo de caf6 a nivel estatal se ubic6 por debajo del punto de equilibrio, con 1.97 ton ha⁻¹, lo que lo ubica como ineficiente econ6micamente. Por otro lado, el cultivo caf6 en Villaflores se ubic6 por encima del punto de equilibrio, resultando ser ampliamente productivo, con 3.07 ton ha⁻¹. La variable Y_{13} , evalúa la vulnerabilidad crediticia del cultivo, desde la perspectiva de cu6ntas veces cubre el rendimiento físico por hect6rea al punto de equilibrio. De esa forma, el Cuadro 1 indica que en el caso del caf6 producido en Villaflores, el rendimiento físico por hect6rea (3.07 ton ha⁻¹), alcanz6 a cubrir 1.27 veces las 2.43 t ha⁻¹ que tuvo como punto de equilibrio, lo cual señaala que el cultivo tuvo una Relaci6n Beneficio/ Costo igual a 1.27. Mientras que ese mismo cultivo establecido en promedio a nivel estado obtuvo un índice de 0.62, lo que lo señaalaría como un cultivo no rentable econ6micamente.

Conclusiones

Se concluye que el café producido en el DDR021 Villaflores es más productivo en términos físicos, económicos y sociales en el uso del agua de lluvia para producción de café cereza en comparación con el promedio encontrado a nivel estatal.

Bibliografía

- Aldaya MM, Martínez-Santos P, Llamas MR. Incorporating the water footprint and virtual water into policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. *Water Resources Management*. 2010, vol. 24, no. 5, p. 941-958.
- Anta-Fonseca S. El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. *Gaceta ecológica*. 2006, vol. 80, no. 1, p. 19-31.
- Base de Datos Climatológica Nacional. (CLIMCOM). 2013 [En línea] <http://clicom-mex.cicese.mx/> 2013 [20 de enero del 2014]
- Buzo-Zarzosa P. Consumo que deja huella. CIENCIA UNAM. [En línea] http://ciencia.unam.mx/leer/80/Consumo_que_deja_huella [20 de febrero del 2015].
- DaMatta FM, Ronchi CP, Maestri M, Barros RS. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 2007, vol. 19, no. 4, p. 485-510.
- Drinnan J, Menzel C. Synchronization of the anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) following water stress during floral initiation. *Journal of Horticultural Science*, 1994; vol. 69, no. 5, p. 841-849.
- Dorward A. Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development impacts and indicators. *Food Policy*. 2013, no. 39, p. 40-50.
- Eriyagama N, Chemin Y, Alankara RA. Methodology for quantifying global consumptive water use of coffee for sustainable production under conditions of climate change. *Journal of Water and Climate Change*. 2014, vol. 5, no. 2, p. 128-150.
- Fideicomisos Instituidos Relacionados con la Agricultura (FIRA). 2013. Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. [En Línea] www.fira.gob.mx [10 de mayo del 2015]
- García - García J, López-Contreras F, Usai D, Visani C. Economic Assessment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting*. 2013; vol. 2, no. 2, p. 45-52.
- Mekonnen MM, Hoekstra AY. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2011, no. 15, p. 1577-1600.
- Peña-Quinones AJ, Valencia-Arbeláez JA, Ramírez-Carabalí C. Caracterización del efecto de "el niño" y "la niña" sobre la lluvia de la zona cafetera colombiana. *Luna azul*, 2014, no. 39, p. 89-104.
- Pfister S, Bayer P, Koehler A, Hellweg S. Environmental impacts of water use in global crop production: hotspots and tradeoffs with land use. *Environmental Science and Technology*. 2011, no. 45, p. 5761-5768.
- Ramírez- Builes VH, Jaramillo-Robledo A, Arcila-Pulgarin J. Índices para evaluar el estado hídrico en los cafetales. *Cenicafé*, 2010, vol. 61, no. 1, p. 55-66.
- Ríos F JL, Torres MM, Ruiz TJ, Torres M MA, Cantú B JE. Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus pérsica* L. Batsch) en Zacatecas México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 2015, vol. 19, no. 2, p. 97-109.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria (SIAP). 2013 [En línea] <http://www.siap.gob.mx/> [30 mayo del 2015]
- Siebert S, Döll P. Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *Journal of Hydrology*. 2010, no. 384, p. 198–217.