

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA



**PRODUCTIVIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN MAÍZ FORRAJERO IRRIGADA POR
GRAVEDAD VERSUS ALFALFA IRRIGADA POR BOMBEO EN EL DISTRITO DE
RIEGO DR 017**

Por:

GERMÁN SERRATO TRUJILLO

T E S I S

Presentada Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón Coahuila México, Enero del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD REGIONAL LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Productividad del agua de riego en maíz forrajero irrigada por gravedad
versus alfalfa irrigada por bombeo en el distrito de riego DR017**

POR:

GERMÁN SERRATO TRUJILLO

TESIS

**SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL



Dr. Jorge Luis Villalobos Romero

CO – ASESOR



Dr. José Luis Ríos Flores

ASESOR



M.C. Federico Vega Sotelo

ASESOR



Ing. Edgardo Cervantes Álvarez



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

Torreón Coahuila México, Enero del 2013.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO
NARRO”**

**UNIDAD REGIONAL LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Productividad del agua de riego en maíz forrajero irrigada por gravedad
versus alfalfa irrigada por bombeo en el distrito de riego dr017**

POR:

GERMÁN SERRATO TRUJILLO

TESIS

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

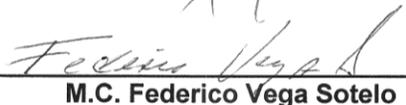
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



Dr. Jorge Luis Villalobos Romero

VOCAL



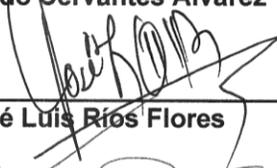
M.C. Federico Vega Sotelo

VOCAL



Ing. Edgardo Cervantes Álvarez

VOCAL



Dr. José Luis Ríos Flores



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

Torreón Coahuila México, Enero del 2013.

DEDICATORIAS Y AGREDECIMIENTOS

A MIS PADRES POR SU EJEMPLO DE VIDA, POR ENSEÑARME A SER UNA PERSONA LUCHADORA Y DEDICADA ANTE TODAS LAS COMPLICACIONES DE MI VIDA.

A MIS HERMANOS POR SU APOYO MORAL Y ECONOMICO.

A MI ESPOSA POR EL HECHO DE ACOMPAÑARME Y SU INSISTENCIA EN CULMINAR MIS OBJETIVOS.

DEBO AGRADECER DE MANERA ESPECIAL Y SINCERA AL Dr. JOSE LUIS RIOS FLORES POR ACEPTARME PARA REALIZAR ESTA TESIS BAJO SU DIRECCIÓN, SU APOYO Y CONFIANZA EN MI TRABAJO Y SU CAPACIDAD PARA GUIAR SUS IDEAS HAN SIDO UN APORTE INVALUABLE.

QUIERO EXPRESAR TAMBIEN MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO AL Dr. JORGE LUIS VILLALOBOS POR SU IMPORTANTE APORTE Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN EL DESARROLLO D E ESTA TESIS.

TAMBIÉN AGRADECER SU TIEMPO Y DISPONIBILIDAD AL PROFESOR FEDERICO VEGA SOTELO Y EL PROFESOR EDGARDO CERVANTES ALVAREZ YA QUE SU APOYO INCONDICIONAL FORMO PARTE PARA CONCLUIR CON MI TRABAJO, DE ANTE MANO MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACION OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	3
2.1 Justificación.....	3
2.2 Objetivo.....	3
2.3 Hipótesis	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Alimentos y agricultura.....	4
3.2 El uso del agua en la agricultura	4
3.3 ¿Qué es la eficiencia en el uso del agua?.....	6
3.4 La productividad del agua en maíz forrajero	7
3.4.1 Superficie cosechada y producción de maíz en la Comarca Lagunera	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1 Descripción del área de estudio.....	10
4.2 Fuentes de información	11
4.3 Variables evaluadas, delimitaciones y definiciones del estudio.....	12
4.4 Metodología y ecuaciones matemáticas utilizadas	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5.1 Entorno macroeconómico de la eficiencia del uso del agua y precio del agua en la producción de Maíz forrajero (Zea mays) producido en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa (Medicago sativa) promedio en el DR-017 en La Comarca Lagunera.....	16
5.2 Productividad física del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero producido en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.	22
5.3 Eficiencia económica del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero de la Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.	24
5.4 Eficiencia social del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.	26
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
6.1 Conclusiones	29

6.2	Recomendaciones	30
VII.	LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE CUADROS

No	Titulo	Pág.
1	Relación Beneficio-Costo (R B/C), horas de trabajo por tonelada, empleo generado y eficiencia macroeconómica del uso del agua de riego en <u>Maíz forrajero</u> (<i>Zea mays</i>) irrigado por <i>Gravedad</i> en el sector Pequeña Propiedad versus <i>Alfalfa</i> (<i>Medicago sativa</i>) irrigada por <i>Bombeo</i> en el DR017, Comarca Lagunera en 2010. Nivel de agregación para ambos cultivos: En los sectores Ejidal (E) y Pequeña Propiedad (PP).	18
2	Costo por hectárea en los cultivos de Maíz <u>forrajero</u> (<i>Zea mays</i>) irrigado por <i>gravedad</i> y <i>Alfalfa</i> (<i>Medicago sativa</i>) irrigada por <i>bombeo</i> en el DR 017, Comarca Lagunera en 2010. Pesos nominales.	19
3	Uso de recursos suelo, agua y capital y generación de empleos y ganancias en los cultivos de <u>Maíz forrajero</u> (<i>Zea mays</i>) irrigado por <i>Gravedad</i> y <i>Alfalfa</i> (<i>Medicago sativa</i>) irrigada por <i>bombeo</i> en el DR017 de La Comarca Lagunera.	22
	Indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 a Y_6) y social (Y_7 a Y_{11}) del agua de riego en <u>Maíz forrajero</u> (<i>Zea mays</i>) irrigada por <i>Gravedad</i> versus <i>Alfalfa</i> (<i>Medicago sativa</i>) irrigada por <i>Bombeo</i> en el Distrito de Riego DR017, Comarca Lagunera. Nivel de agregación para ambos cultivos: Ambos sectores, Ejido y Pequeña Propiedad. Cifras en pesos nominales de 2010.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

No	Título	Página
1	Ubicación geográfica de La Laguna y los municipios que la componen	12

RESUMEN

El objetivo fue cuantificar la eficiencia física, económica y social del uso agrícola del agua subterránea en el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays*) en el Distrito de Riego 017 (DR-017) en La Comarca Lagunera, bajo riego por gravedad en la Pequeña propiedad y compararle con el cultivo de alfalfa forrajera (*Medicago sativa*). Se utilizó metodología del Instituto Internacional del Manejo del Agua. Los resultados indicaron que el uso del agua subterránea en el riego, en términos físicos y económicos, y en términos sociales en la generación de empleo, fue más eficiente el alfalfa forrajera, pues un m³ de agua subterránea produjo 4.66kg y \$0.583 de ganancia, a la vez que 100,000 m³ de agua produjeron 2,588 empleos permanentes, mientras que esas cifras en maíz forrajero fueron 4.62kg, \$0.494 de ganancia y 221 empleos respectivamente. El cultivo de maíz forrajero utilizó el 10.9% de la tierra, el 9.3% del capital y el 7.2% del agua, no obstante esos bajos porcentajes de uso en la tierra, el capital y el agua usados en conjunto por el maíz forrajero y el alfalfa forrajera en la región, el maíz forrajero aportó el 7.6% de las ganancias conjuntas y el 7.9% del empleo generado por ambos cultivos.

Palabras clave: *Zea mays*, *Medicago sativa*, agua virtual, productividad del agua, indicadores económicos.

SUMMARY

The objective was to quantify the physical efficiency, economic and social development of agricultural use of groundwater in the cultivation of forage maize (*Zea mays*) in the Irrigation District 017 (RD-017) in the seedling, irrigated by gravity in the Pequeña propiedad sector and compare him against forage alfalfa (*Medicago sativa*). Methodology of the International Institute for Water Management. The results indicated that the use in irrigation, in physical and economic, and social terms of employment generation the alfalfa crop was more efficient, as a m³ of groundwater produced 4.66kg and \$0.583 profit, while 100,000 m³ of water were 2,588 permanent jobs, while these numbers in corn forage were 4.62kg, \$ 0.494gain jobs and 221 respectively. The corn forage used 10.9% of the land, 9.3% of the capital and 7.2% of the water; however these low percentages of land use, capital and water used in conjunction for corn silage and alfalfa forage in the region, forage maize contributed 7.6% of joint income and 7.9% of employment generated by both crops.

Key words: *Zea mays*, *Medicago sativa*, virtual water, productivity of water, economic indicators.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda de agua es para cinco principales sectores: 1) alimentación y la agricultura, actividades que consumen la mayoría del agua que se extrae en el mundo; 2) energía, cuyo volumen de agua utilizada es raramente reportado; 3) industria, la que cubre un amplio rango de actividades que generan importantes ingresos, pero también, un extenso número de impactos en los recursos hídricos locales y el medio ambiente; 4) asentamientos humanos, 5) ecosistema, cuya demanda de agua está determinada por los requerimientos necesarios para mantener y restaurar los beneficios que los ecosistemas ofrecen a la población (Ochoa, 2012)¹.

La gestión y administración del agua -en cualquier país del mundo-, está preocupada por preguntas básicas que están relacionadas con la mayoría de las actividades que realiza el hombre. ¿Cuánta agua estamos utilizando actualmente? ¿Estamos utilizándola en forma eficiente? ¿Cuánta agua requeriremos dentro de treinta o cincuenta años? Aunque estas preguntas parecen simples, su respuesta no es tan sencilla como pareciera. Cada uno de estos sectores, se ven influenciados por un importante número de fuerza externas – cambios demográficos, desarrollo tecnológico, crecimiento económico, crisis, cambio en las dietas, así como por valores sociales y culturales- las cuales determinan la demanda actual y futura del agua. Por desgracia, intentar predecir cómo evolucionarán estas fuerzas durante las siguientes décadas y cómo afectarán la demanda de agua, es una tarea cargada de enormes incertidumbres. La demanda futura de agua, dependerá no sólo de la cantidad de alimentos, energía, actividad industrial o de los requerimientos de una población en crecimiento, sino de la

¹ Ochoa B. R. 2012. El Agua y la Agricultura. Revista Claridades Agropecuarias 227(3). Julio del 2012. Dirección General de Operaciones Financieras, ASERCA/SAGARPA.

forma en que nosotros podamos usar de manera más eficiente, la cada vez más limitada oferta de agua (Ochoa, 2012)².

Es precisamente la agricultura y los alimentos una de las áreas de desafío, a las que deberá de ponerse una especial atención, a fin de resaltar los desafíos y las incertidumbres que nos permitan encontrar las mejores políticas y soluciones. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social del maíz forrajero irrigado por gravedad en la Pequeña propiedad en el Distrito de Riego – 017, producido a escala comercial.

² **Ochoa B. R. 2012.** El Agua y la Agricultura. Revista Claridades Agropecuarias 227(3). Julio del 2012. Dirección General de Operaciones Financieras, ASERCA/SAGARPA.

II. JUSTIFICACION, OBJETIVO HE HIPOTESIS.

2.1 Justificación.

La falta de indicadores sobre el grado de productividad con que se usa el agua, para que las instituciones encargadas de tomar decisiones en cuanto algún uso en específico del recurso agua, lo hagan de una manera más óptima ya sea su ahorro para el futuro, o su uso para optimizar recursos o ganancias o para lograr un bienestar social mediante la generación de empleos.

2.2 Objetivo

Determinar los indicadores de productividad física, económica y social en el agua usada para regar el cultivo de Maíz forrajero y compararlo con el cultivo de alfalfa.

2.3 Hipótesis

H₁.-El indicador de productividad **física** (medida en kg de producto /m³) es mayor en el cultivo de maíz forrajero que en el cultivo de alfalfa.

H₂.- El indicador de productividad **económica** (medida en ganancia bruta/m³) es mayor en el cultivo de maíz forrajero que en el cultivo de alfalfa.

H₃.- El indicador de productividad **social** (medida en Empleos permanentes/100,000 m³) en maíz forrajero es menor que en el cultivo de alfalfa.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Alimentos y agricultura

La relación entre el agua y los alimentos es conocida por todos. Los cultivos y la ganadería, requieren de agua para su desarrollo y crecimiento. En términos generales se estima que la agricultura consume alrededor del 70 por ciento del total del agua extraída, por lo que es la clave para la seguridad alimentaria. A nivel mundial, organismos multilaterales como la FAO sostienen que hay suficiente agua disponible para nuestras necesidades futuras. Pero esta imagen de disponibilidad, oculta una situación de escasez que afecta a miles de millones de personas en diversas regiones del orbe, muchas de los cuales son pobres y desfavorecidos. Es importante reconocer que se requiere de grandes cambios en la política y gestión del agua a lo largo de toda la cadena de producción agrícola, que asegure el mejor uso de los recursos hídricos disponibles y con ello, satisfacer la demanda creciente de alimentos y de otros productos agrícolas (Ochoa, 2012)³.

3.2 El uso del agua en la agricultura

El sector agrícola en su conjunto tiene la huella hídrica más grande en comparación con otros sectores, en particular durante la fase de producción. La producción de cualquier servicio requiere de agua, y que esa agua que se utiliza en el proceso de producción de determinado bien es llamada agua virtual, o el agua que “contiene” determinado producto. Por ejemplo para producir 1kg de grano se necesitan entre 1,000 y 2,000 kg de agua, lo que equivale a utilizar entre 1-2m³. Sin embargo la producción de ganado generalmente requiere de más agua por kilogramo de carne producido, pues para producir 1kg de queso se necesitan entre 5,000 y

³ Ochoa B. R. 2012. El Agua y la Agricultura. Revista Claridades Agropecuarias 227(3). Julio del 2012. Dirección General de Operaciones Financieras, ASERCA/SAGARPA.

5,500kg de agua y para producir 1kg de carne de res son necesarios aproximadamente unos 16,000kg de agua (Chapagain and Hoekstra, 2003)⁴.

De igual forma, la creciente demanda de productos pecuarios está aumentando el uso de agua, no sólo durante la producción, sino a lo largo de toda la cadena de valor del ganado. A lo anterior habría que sumar los efectos contaminantes que ambas prácticas generan y que afectan la calidad del agua, lo que deriva en muchas ocasiones en una menor disponibilidad.

El consumo de agua del sector agrícola, incluye la utilizada para la producción de granos destinados a la alimentación humana, granos forrajeros y fibras, además de las pérdidas por evaporación del suelo y de los depósitos abiertos asociadas con la agricultura, tales como los campos de arroz, canales de riego y embalses. Alrededor del 20 por ciento del total de los 7,130 km³ de agua, destinados al consumo anual para la agricultura es agua azul, es decir, la que proviene de ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas para fines de riego. Si bien el riego representa tan sólo una parte modesta del consumo de agua para fines agrícolas, su papel es crucial, ya que contribuye con un poco más del 40 por ciento de la producción agrícola mundial, en menos de 20 por ciento de las tierras cultivadas.

Por otro lado, la cantidad de agua usada para la producción de alimentos forrajeros es mucho más significativa en términos de volumen. Si estimamos que la ganadería consume alrededor de 2,000 a 3,000 km³ de agua por año, tendremos que considerar que 45 por ciento de está, incluye la cantidad de agua utilizada para la producción del alimento forrajero, aunque estos datos suelen ser todavía imprecisos. Los pastos de temporal y los cultivos forrajeros –no cultivados- consumen la mayor parte de esta agua y generalmente se piensa que son de poco valor ambiental. Pero lo cierto es que si estas tierras no se utilizaron para el pastoreo, la

⁴ **Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2003)** 'Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade' In: Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. IHE-DELFT. Value of Water Research Report Series No. 12

posibilidad de ahorro de agua o de un uso alternativo de estas áreas es muy limitada (Ochoa, 2012)⁵.

3.3 ¿Qué es la eficiencia en el uso del agua?

El término eficiencia del agua se origina del concepto económico llamado productividad. La productividad mide la cantidad de recurso que debe ser utilizado para producir una unidad de producto o servicio. Por lo tanto, la productividad del agua debe medir la cantidad en volumen de agua que toma una planta para producir una unidad de producto de salida. En general, se puede decir que existe alta eficiencia cuando la cantidad de recurso que se utiliza es más baja que la cantidad de producto que se origina por tal utilización.

La importancia de la eficiencia del agua puede ser claramente utilizada a través de las diferentes regiones y naciones, así como a través del tiempo. Geográficamente, por ejemplo, la disponibilidad del agua podría condicionar la manera en la que se usa en los patrones de desarrollo. En igualdad de condiciones, las regiones áridas y semiáridas requieren mayor eficiencia en el uso del agua que las zonas húmedas.

Las condiciones económicas a menudo conducen a menores eficiencias en el uso del agua. Muchas regiones del mundo han sido asistidas en su desarrollo a través del financiamiento para el desarrollo. Mientras los beneficios y costos de dichos proyectos en términos de eficiencia aun permanecen debatibles, el punto central es que los factores económicos pueden influenciar la eficiencia en el uso del agua. Las condiciones sociales también juegan un papel importante en al examinar la eficiencia del recurso agua. La literatura revela que muchas áreas la educación pública a conducido a la conservación y mejor uso del agua disponible.

⁵ Ochoa B. R. 2012. El Agua y la Agricultura. Revista Claridades Agropecuarias 227(3). Julio del 2012. Dirección General de Operaciones Financieras, ASERCA/SAGARPA.

3.4 La productividad del agua en maíz forrajero

En México, en el ciclo agrícola 2008-2009, se cosecharon 2, 949,967 ha, de las cuales 403, 385 ha corresponden a la producción de forrajes, y la superficie para maíz forrajero fue de 28, 212 ha (CONAGUA, 2010)⁶. En la Comarca Lagunera para el ciclo agrícola 2009-2010 se establecieron 196 839 ha de forrajes (maíz y sorgo, incluyendo los cultivos perennes como la alfalfa). Así la superficie de sorgo y maíz forrajero fue de 96,385 ha (El Siglo de Torreón, 2011)⁷. En estas superficies de riego un problema principal es la disponibilidad del agua, agudizado por el constante y progresivo abatimiento de los niveles freáticos de los acuíferos. De acuerdo con CONAGUA (2010)⁸ de los 653 acuíferos, 101 están sobreexplotados y en el acuífero principal de la Comarca Lagunera hay una recarga natural de 800 millones m³ (Mm³) y su extracción aproximada es 1252 Mm³ con un abatimiento promedio de 1.3 m por año (CONAGUA, 2004)⁹.

Por tanto, es necesario evaluar y adoptar nuevas tecnologías del riego donde el principal indicador para su adopción sea la productividad del agua expresada como kg de producto físico (kg/m⁻³) de agua aplicada, kg mm⁻¹ o g/por unidad de superficie por mm de agua (g m⁻² mm⁻¹). En los distritos de riego en México este indicador para el periodo de 1994 a 2008 es menor a 1.6 kg m⁻³ (CONAGUA, 2010); sin embargo, este valor puede aumentar a 2.0 kg m⁻³ en alfalfa y 4.0 kg m⁻³ en maíz forrajero (Montemayor *et al.*, 2007¹⁰; Montemayor *et al.*, 2010¹¹). Este indicador varía entre regiones y está directamente afectado por la fertilidad del suelo, variedad, fechas de siembra, densidades de población, prácticas culturales, sistema de riego y clima. Su valor debe

⁶ CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D. F. 323 p.

⁷ El Siglo de Torreón. 2011. Resumen Económico Comarca Lagunera 2010. Editora de la Laguna S. A de C. V. Torreón, Coahuila, México. 80 p.

⁸ CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Idem.

⁹ CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2004. Programa hidráulico regional 2002-2006. Región VII. Cuencas Centrales del Norte. Resumen ejecutivo. México, DF. 35 p.

¹⁰ Montemayor T., J.A., J. Olague R., M. Fortis H., R. Bravo S., J. A. Leos R., E. Salazar S., J. Castruita L., J. C. Rodríguez R., y J. A. Chavaría G. 2007. Consumo de agua en maíz forrajero con riego subsuperficial. Terra Latinoamericana 25 (2): 163-168.

¹¹ Montemayor T., J. A., H. Walter A., J. Olague R., A. Román L., M. Rivera G., P. Preciado R., I. R. Montemayor T., M. A. Segura C., J. A. Orozco V., y P. Yescas C. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. Rev. Mex. Ciencias Pec. 1(2): 145-156.

ser mejorado considerablemente porque la competitividad del agua en la agricultura aumenta con otros sectores (Howell, 2001¹²; Ahmad *et al.*, 2004¹³).

3.4.1 Superficie cosechada y producción de maíz en la Comarca Lagunera

De acuerdo con (Ríos *et al.*, 2010)¹⁴ en el lapso estudiado de 1990 a 2005, se encontró que la superficie cosechada e irrigada por gravedad del cultivo de maíz forrajero aumentó 136%, pues en el período base de 1990-1992 se cosechaban 4,150 hectáreas anuales y en el trienio 2003-2005 la superficie creció hasta 9,787 ha anuales, lo que implica aumentó a una tasa anual de crecimiento (TAC en lo sucesivo) igual al 5.5%, misma que resultó menor a las TAC de la producción física (que creció al 6.9% anual) y del Valor Bruto de la Producción anual (VBP en lo sucesivo, que aumentó al 10.3%). El incremento en la superficie cosechada trajo consigo que la producción física aumentase 192%, que en términos absolutos, implica un aumento desde 150,006 hasta 438,652 toneladas anuales, a la vez que el VBP aumentó 377% en el período, desde \$20.5 hasta \$97.9 millones anuales de pesos constantes de 2002.

En términos relativos, de acuerdo con Ríos *et al.*, (2010) comparando siempre el año promedio de 2003-2005 en contra del año base 1990-1992, la superficie del maíz forrajero irrigada por gravedad disminuyó de 63.1 a 40.7% del total de maíz forrajero cosechado en La Laguna, en contraparte, se infiere que el maíz forrajero irrigado por bombeo, con base en Valdéz (2008), aumentó del 36.9 al 59.3% respectivamente. Asimismo, la superficie cosechada del maíz forrajero irrigado por gravedad, en relación a todos los cultivos forrajeros (maíz forrajero, alfalfa, sorgo forrajero, zacates, tréboles, etc.) irrigados por bombeo y gravedad en La Laguna, aumentó

¹² Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agron. J.* 93: 281-289.

¹³ Adamsen, F. J. 1989. Irrigation method and water quality effect on peanut yield and grade. *Agron. J.* 84 (4): 589-593.

¹⁴ Ríos Flores J.L., H. Espinoza Espinoza, M.A. Vergara Sánchez, M. Torres Moreno, M.A. Hernández Martínez, S. Sánchez Hernández. 2010. Producción, productividad y rentabilidad de maíz forrajero (*Zea mays*) regado por gravedad en la laguna, México de 1990 a 2005. Vol. IX Núm. 1 (Enero-Junio) 2010.

del 9.5 al 11.2%, lo mismo que en relación a la superficie agrícola de todo el patrón agrícola, pues se elevó del 2.4 al 6.7%.

En términos relativos, la producción física anual del maíz forrajero irrigada por gravedad, al igual que la superficie cosechada disminuyó de 62.2 a 38.6% del total de maíz forrajero cosechado en La Laguna, por lo que, al igual que en la superficie, el maíz forrajero irrigado por bombeo, con base en Valdéz (2008), aumentó del 38.8 al 51.4% respectivamente entre 1990-1992 y 2003-2005, y respecto del total (bombeo más gravedad) del maíz forrajero, el de gravedad, aumentó del 6.8 al 8.4%, lo mismo sucedió en relación a todo el volumen físico de la producción anual del cultivo que elevó su contribución, ya que representaba en la base el 5.7%, y ya en 2003-2005 ocupó el 8.0% de las 5,507 miles de toneladas de producto agrícola producido. En cuanto al aporte del cultivo de maíz forrajero de bombeo en el VBP, se encontró que a nivel de todo el maíz forrajero cosechado en La Laguna, esto es, el de bombeo y el de gravedad, el de gravedad descendió del 62.4 al 38.6%, lo que señala que el maíz forrajero de bombeo analizado por Valdéz (2008)¹⁵ desplazó al de gravedad al ir del 37.6 al 51.4% del VBP de este cultivo, asimismo, en relación al grupo de cultivos forrajeros (todos los cultivos de este grupo tanto en bombeo como en gravedad), el cultivo elevó su contribución porcentual del 5.8 al 9.1%, lo mismo que en relación a todo el VBP agrícola regional (todos y cada uno de los aproximadamente 80 cultivos, de bombeo y gravedad), el maíz forrajero de gravedad pasó del 1.2 al 4.9%.

¹⁵ **Valdez M.E. 2008.** Producción, productividad y rentabilidad de maíz forrajero (*Zea mays*) en bombeo en la laguna de 1990 a 2005. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo -Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango Agosto del 2008.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

La Laguna se ubica geográficamente en la parte central de la parte norte de México (Ver Fig. 1), está conformada por 10 municipios del estado de Durango y 5 municipios del estado de Coahuila, de acuerdo con Sifuentes (2002)¹⁶ se ubica entre los 1020 22' y 1040 47' LO y 240 22' y 260 23' LN, a una altura media de 1139 msnm, cuenta con 4.79 millones de hectáreas, de las cuales 4.72% es superficie agrícola, 91.7% es eriazo, y el resto del suelo está sujeto a otros usos; la superficie agrícola se distribuye en 49.2% de riego por bombeo, 22.7% de riego rodado, y 28.1% es de temporal. La Comarca Lagunera posee dos presas de almacenamiento (Francisco Zarco y Lázaro Cárdenas), cuatro presas derivadoras, diversos tanques de almacenamientos, 3,200 pozos, más de 1,266 kilómetros de canales y drenes, y otras obras complementarias que potencialmente permitirían irrigar alrededor de 248,000 hectáreas, equivalentes al 5% de la superficie total de la región. Sin embargo, un ciclo normal de riegos representa una superficie de riego en promedio anual de 87,240 ha, que demandan un volumen de 1,345 millones de metros cúbicos (Mm³) de agua de las presas en beneficio de 33,227 usuarios de los Módulos en la jurisdicción del Distrito de Riego 017 (Saldaña, 1998)¹⁷; su temperatura media anual es de 21.11^o C y cuenta con 240 mm de precipitación media anual.

Históricamente el cultivo principal en la Región Lagunera ha sido el algodónero. En la década de los años 40s la mayor superficie de bombeo la cubría este cultivo, principalmente para satisfacer la demanda de fibras como consecuencia del conflicto mundial. Posteriormente, se presenta la recesión económica y la caída del precio de la fibra lo que repercute en el

¹⁶ **Sifuentes F., I. 2002.** Diagnóstico macroeconómico de la producción lechera en La Comarca Lagunera durante los años de 1980 al 2000. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo- Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo., México. pp. 6-7

¹⁷ **Saldaña, M. 1998.** "Disponibilidad Hidráulica y su aprovechamiento en el DDR 017". VIII Congreso Nacional de Irrigación y III Seminario Internacional de transferencia de sistema de riego". ANEI, A.C. Memorias. Comarca Lagunera.

establecimiento y cosecha del cultivo de algodón. Se origina la sustitución por cultivos alternativos que en este caso fueron los forrajes, iniciando el incremento en superficie del cultivo de la alfalfa. Actualmente la superficie por bombeo es de 78, 206 ha. El principal cultivo en la actualidad es el de alfalfa ocupando el 43.03% de la superficie total irrigada por bombeo, seguido del maíz forrajero con 18.84%, sorgo forrajero 13.74%, nogal 4.6%, avena forrajera 4.3%, melón 4.13%, algodón 2.61%, zacate ballico 2%, sandía 1.1%, mientras que cultivos como el tomate rojo, triticale, hortalizas, avena grano, vid, frijol y los frutales ocupan una superficie menor al 1% (SAGARPA, 2008)¹⁸.

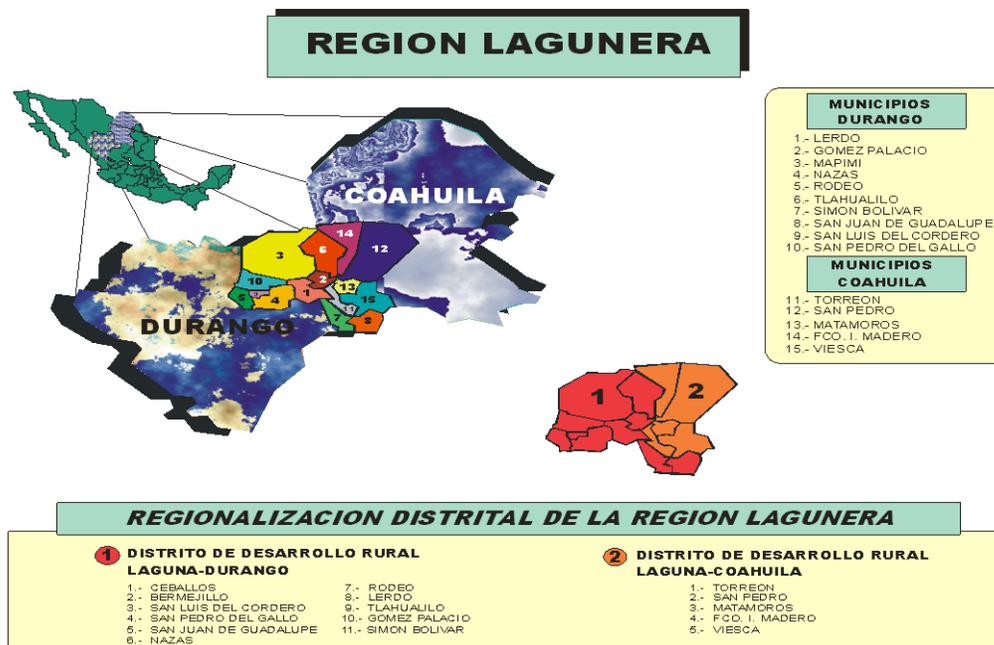


Fig. 1: Ubicación geográfica de La Laguna y los municipios que la componen

4.2 Fuentes de información

Para el Distrito de Riego (DR) 017 de La Comarca Lagunera, se utilizaron como datos base, las cifras de superficie cosechada, producción física anual, Valor Bruto de la Producción (VBP), costos por hectárea y número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios

¹⁸ SAGARPA. 2008. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México.

Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA, Delegación La Laguna, Ciudad Lerdo, Durango, México

Como segunda fuente de información, se obtuvieron las láminas de riego usuales para el productor regional, en el CENID-RASPA-INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera.

4.3 Variables evaluadas, delimitaciones y definiciones del estudio

Se evaluaron once variables independientes en ambos cultivos:

- a) Los m^3 de agua usados en el riego, necesarios para producir un kilogramo de producto Y_1
- b) Los kilogramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usado en el riego Y_2
- c) Cantidad de m^3 de agua usados en el riego necesarios para producir \$1 de Ingreso bruto (Y_3)
- d) Ingreso generado por m^3 de agua usado en el riego Y_4 .
- e) Utilidad bruta producida por cada metro cúbico de agua de bombeo usada en el riego Y_5
- f) Cantidad de agua (m^3) utilizada en el riego por bombeo para producir \$1 de utilidad bruta (Y_6).
- g) La utilidad bruta/ m^3 de agua entre el precio del m^3 de agua Y_7 .
- h) La cantidad de empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua irrigada Y_8 .
- i) Horas de trabajo invertidas por tonelada, Y_9 .
- j) Ganancia a nivel regional por trabajador Y_{10} .
- k) Ganancia por hora invertida de trabajo, Y_{11} .

El estudio se delimitó al cultivo de maíz forrajero (*Zea mays*) establecido en el sector Pequeña propiedad irrigado por gravedad y se le comparó en contra del Alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) establecida tanto en el ejido como en la pequeña propiedad, irrigada por

bombeo tradicional “BT” (sin desagregarle en riegos específicos de bombeo como cintillas, compuertas múltiples, cañón, pivote, microaspersión) en La Comarca lagunera, en el Distrito de Riego 017.

4.4 Metodología y ecuaciones matemáticas utilizadas

Por el hecho de analizar el comportamiento de las variables ya descritas, en un año agrícola y comparar en él a dos cultivos diferentes, el carácter de esta investigación se considera de tipo descriptivo ya que al aplicar el enfoque económico estático-comparativo de Astori (1984)¹⁹ a la metodología para eficiencia en el uso del agua de riego propuesta por el Instituto Internacional de Manejo del Agua, se siguió el procedimiento de análisis del fenómeno en estudio.

Lámina de riego (LR): Se utilizaron las láminas de riego promedio en la región, se les multiplicó por 10,000 (área en m² de una hectárea), de esa manera se obtuvo el volumen total “V” de m³ de agua demandada por el cultivo, es decir; $V = 10000 LR$.

Las once ecuaciones matemáticas de las variables de Y₁ a Y₁₁, y señaladas a continuación, se calcularon para ambos cultivos en el Distrito de Riego 017 de La Comarca lagunera:

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000 LR}{RF} \dots \text{ecuación 1.}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR} \dots \text{ecuación 2.}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000 LR}{RM} = \frac{10000 LR}{RF (Pr)} \dots \text{ecuación 3}$$

¹⁹ Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001 RM}{LR} = \frac{0.0001 RF (Pr)}{LR} \dots \text{ecuación 4.}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I - C}{10000 LR} = \frac{0.0001 (RF (Pr) - C)}{LR} \dots \text{ecuación 5.}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000LR}{U} \dots \text{ecuación 6.}$$

$$Y_7 = \frac{U / m^3}{\text{Precio del agua} / m^3} \dots \text{ecuación 7}$$

$$Y_8 = \frac{E}{100,000 m^3 \text{ de agua}} \dots \text{ecuación 8.}$$

$$Y_9 = \frac{J * 8}{RF} \dots \text{ecuación 9.}$$

$$Y_{10} = \frac{S * U}{\text{Número de empleados permanentes}} \dots \text{ecuación 10.}$$

$$Y_{11} = \frac{U}{j * 8} \dots \text{ecuación 11.}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m)

V= Volumen de agua utilizado (m³) = LR*10000

RF= Rendimiento físico por hectárea (ton/ha)

I= RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (en pesos de 2009)

C= Costo por hectárea (en pesos de 2009).

U = Utilidad o ganancia bruta por hectárea (en pesos de 2009) = I - C

Pr = Precio real por tonelada (en pesos de 2009).

E = Número de empleos generados al año = S*J/288.

S= Superficie cosechada (ha).

J= Número de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador= 6 jornadas de trabajo por semana por 48 semanas al año.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Entorno macroeconómico de la eficiencia del uso del agua y precio del agua en la producción de Maíz forrajero (*Zea mays*) producido en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa (*Medicago sativa*) promedio en el DR-017 en La Comarca Lagunera.

El nivel de agregación general de este estudio, fue La Comarca Lagunera, de ese nivel de agregación se analizó lo sucedido en el sector Pequeña propiedad en cuanto a la productividad física, económica y social en el cultivo de maíz forrajero irrigado por gravedad (GPP), mientras que para el cultivo de alfalfa, que se consideró como parámetro de referencia del Maíz forrajero, el nivel de agregación del estudio fue toda La Comarca lagunera, sin desagregarle en los dos tipos de tenencia del suelo (Ejido y Pequeña Propiedad).

Los cultivos de Maíz forrajero GPP y Alfalfa BT, en el Distrito de Riego 017 (DR 017 en lo sucesivo), tuvieron muy diferente extensión territorial el uno del otro: 4,080 y 33,471ha respectivamente. Correspondiéndoles producciones físicas anuales de 216,392 y 2,805, 298 ton respectivamente. Sus precios nominales promedio por ton, en 2010, fueron del orden de \$438.24 y \$368.20, correspondiéndoles rendimientos físicos del orden de 53.037 y 83.81 ton/ha respectivamente (Cuadro 1).

Con la estructura de rendimientos físicos por hectárea y precios por tonelada existentes en el DR017 de La Comarca Lagunera en el año agrícola de 2010, se encontró que cada ha cosechada de Maíz forrajero GPP y Alfalfa BT produjeron, respectivamente, ingresos brutos del orden de \$23,243.22 y \$30,857.97 respectivamente, de la misma forma, el costo por hectárea de cada uno de ellos que permitió la obtención de tales ingresos fueron, de \$12,043.00 en Maíz forrajero GPP y \$14,312.4 en Alfalfa BT, por lo qué, al restarle al ingreso por hectárea el correspondiente costo por hectárea, se obtuvieron ganancias/ha del orden de \$11,200.22 y

\$16,145.57 respectivamente, observándose así que el cultivo de Alfalfa BT, con un costo/ha superior en solamente un 18.84% al del Maíz forrajero GPP, se obtuvo una ganancia/ha 47.72% superior a la obtenida en Maíz forrajero GPP, lo que a su vez repercutió en que la Relación Beneficio-Costo fuese del orden de 1.93 en Maíz forrajero GPP y de 2.16 en Alfalfa BT.

Lo anterior sugiere que por cada peso invertido en la gramínea se recuperó ese peso y \$0.93 pesos adicionales, mientras que en la Alfalfa BT se recuperó el \$1 invertido, y se obtuvo un ingreso adicional de \$1.16 (Cuadro 1). Por lo tanto en términos financieros, y a nivel de la inversión de capital por hectárea, la relación Beneficio/Costo, señala que la Alfalfa BT fue más eficiente que el maíz forrajero GPP en el uso de los recursos financieros.

Cuadro 1: Relación Beneficio-Costo (R B/C), horas de trabajo por tonelada, empleo generado y eficiencia macroeconómica del uso del agua de riego en *Maíz forrajero* (*Zea mays*) irrigado por *Gravedad* en el sector Pequeña Propiedad versus *Alfalfa* (*Medicago sativa*) irrigada por *Bombeo* en el DR017, Comarca Lagunera en 2010. Nivel de agregación para ambos cultivos: En los sectores Ejidal (E) y Pequeña Propiedad (PP)

Variable macroeconómica	Maíz forrajero gravedad en Pequeña Propiedad	Alfalfa Bombeo
Superficie cosechada (ha)	4,080	33,471.0
Producción anual (ton)	216,392	2,805,298.0
Ton/ha	53.037	83.81
Precio/ton	438.24	368.2
Ingreso/ha	23,243.22	30,857.97
Costo/ha	12,043.00	14,312.40
Ganancia/ha	11,200.22	16,545.57
Relación Beneficio/Costo	1.93	2.16
# de jornales/ha	15.62	22.27
Ton / jornada	3.395	3.763
Costo/ton	227.1	170.8
Ganancia monetaria/jornada	717.0	743.0
Lámina neta de Riego (LR) en m	1.15	1.80
Volumen de agua usado (millones de m³)	46.82	602.40
Ganancia monetaria total (Millones de pesos de 2009)	45.7	553.8
Total de jornales al año	63,730	745,399
Número de empleos permanentes/año (1 empleo permanente = 6 jornadas/semana por 48 semanas al año)	221	2,588
Capital invertido en la producción (millones de pesos)	49.1	479.1

Fuente: Elaboración propia, con base en el Anuario estadístico de la producción Agropecuaria, ciclo agrícola 2010, SAGARPA, Delegación Comarca Lagunera, Ciudad Lerdo, Durango, México. Sobre las láminas de riego: En gravedad fue de 1.60 m, fue sometida a un 61% de eficiencia en la conducción de agua, de acuerdo al DR017, mientras que en bombeo se sometió una lámina de 1.6 m a una eficiencia del 88.9%.

Los componentes del costo total por hectárea son mostrados en el Cuadro 2, de allí, se observa que, en el cultivo de Maíz forrajero GPP, el costo particular más elevado, fue el de Siembra y fertilización, con \$3,671.2, y en segundo lugar, la preparación del suelo con \$2,300 de los \$12,043/ha del total que cuesta hacer producir una hectárea de ese cultivo, por su parte, en el cultivo de Alfalfa BT, el principal costo lo representó el riego, ya que los \$14,712.4 del costo total, ese renglón, con \$8,102.4, representó el 55% del total (contra 13.95% del total en el caso del Riego en el Maíz forrajero GPP). (Cuadro 2).

Cuadro 2: Costo por hectárea en los cultivos de Maíz *forrajero* (*Zea mays*) irrigado por gravedad y Alfalfa (*Medicago sativa*) irrigada por bombeo en el DR 017, Comarca Lagunera en 2010. Pesos nominales.

Concepto	Maíz forrajero Gravedad	Alfalfa Bombeo
Preparación del suelo	2300	
Siembra y fertilización	3671.2	1400
Labores de cultivo	1908.8	
Riego	1680	8102.4
Fitosanidad	980	260
Cosecha		4550
Diversos	1503	
Costo total por hectárea	12,043.0	14,312.4
Precio del m ³ de agua al productor	0.15	0.45
Número de jornales	15.62	22.27

Fuente: Elaboración propia, con base en el Anuario estadístico de la producción Agropecuaria, ciclo 2010, SAGARPA, Delegación Comarca Lagunera, Ciudad Lerdo, Durango, México.

Dividiendo el rubro de costo del riego, del Cuadro 2, entre el volumen de agua usado, el cual es resultante de la multiplicación de 100 m por 100 m (área de una hectárea) por la correspondiente lámina de riego del cultivo, se obtiene un indicador general, de índole macroeconómico, que alude al costo promedio del m³ de agua, subterránea en este caso, para una región agrícola, y no para un productor en lo particular, de esta forma, ese indicador del Cuadro 2, señala que mientras que en Maíz forrajero GPP, el metro cúbico de agua subterránea irrigado tuvo un costo de \$0.15, en Alfalfa BT, ese mismo metro cúbico de agua subterránea costó \$0.45, es decir, 307% más caro.

Los indicadores del precio que pagó el productor forrajero por cada m³ de agua extraída del subsuelo, \$0.15 en el caso del Maíz forrajero GPP y \$0.45 en el caso del cultivo de alfalfa BT, señalados en el Cuadro 2, resultan 79.83 y 39.5% inferiores, respectivamente, al precio del agua señalado por Agüero (2012)²⁰, de \$0.744/m³ de agua, (en pesos constantes de 2010, el cual toma como base un estudio econométrico de Godínez Montoya *et al*²¹), observándose así que, tanto en el caso del Maíz forrajero GPP, como en el caso de la Alfalfa, el agua, está siendo subsidiada, subsidios que en la economía se consideran como un factor distorsionante que promueve la ineficiencia en el uso de los recursos.

La inversión de trabajo por ha, evaluada mediante el número de jornales por ha, resultó altamente diferente en ambos forrajes, ya que mientras que en Maíz forrajero GPP, fueron necesarias 15.62 jornadas/ha, en Alfalfa BT, se demandó 42.57% más trabajo: 22.27 jornadas/ha. Con esa cantidad de trabajo invertido por hectárea, se produjo, en el primero de los cultivos, un total de 53.37 ton/ha, mientras que en el segundo, se generaron 83.81ton/ha, que en términos de rendimiento monetario, al multiplicar el rendimiento físico por el precio y restarle el costo/ha, se tradujo en los \$11,200.22 de ganancia /ha en el Maíz forrajero GPP, y en los \$16,545.57 de ganancia/ha en Alfalfa BT. La cantidad de trabajo socialmente invertida/ha en el cultivo de Alfalfa BT fue mayor, como ya se dijo, en un 42.57%, respecto a la invertida en Maíz forrajero GPP, pero redituó una ganancia/ha 47.72% superior a la ganancia/ha lograda en el Maíz forrajero GPP (Cuadros 1 y 2).

Se determinó que la inversión de una jornada de trabajo produjo 3.395 ton de Maíz forrajero GPP, mientras que la misma jornada, invertida en Alfalfa BT produjo 3.763 ton de forraje, asimismo, el Cuadro 1 muestra que producir una tonelada de Alfalfa BT costó \$170.8,

²⁰ **Agüero V., E. 2012.** Productividad del agua subterránea para riego en Chile (*Capsicum annum*) del sector Ejidal versus Nogal (*Carya illinoensis*) en el DR-017, Comarca Lagunera. Tesis profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México.

²¹ **Godínez-Montoya, L; J. A. García-Salazar; M. Fortis-Hernández; J. S. Mora-Flores; M. A. Martínez- Damián; R. Valdivi-Alcalá; J. Hernández-Martínez. 2007.** Valor económico del agua en el sector agrícola de La Comarca Lagunera. Revista: TERRA Latinoamericana. 25 (1): 51-99.

mientras que la ton de Maíz forrajero GPP implicó un costo de \$227.1, lo cual, deviene en un elemento que le resta competitividad al Maíz forrajero, pues su costo es casi el doble (1.32 veces) de lo que cuesta la tonelada de Alfalfa. En lo referente al producto monetario por jornada laboral, medido ese producto como la cantidad de ganancia bruta lograda por jornada invertida de trabajo, el Cuadro 1 señala que una jornada de trabajo en Maíz forrajero GPP, produjo una ganancia de \$717, a la vez que la Alfalfa BT generó una ganancia de \$743/jornada, así, se infiere que una jornada de trabajo fue 3.48% más productiva en Alfalfa BT que en Maíz forrajero GPP.

Las 4,080 ha cosechadas de Maíz forrajero GPP, requirieron un volumen de 46.82 millones de m³ de agua, con lo cual se produjo una derrama económica en región igual a \$49.1 millones de pesos de ganancia, mientras que las 33,471ha de Alfalfa BT consumieron 602.48 millones de m³ de agua del subsuelo, agua que permitió generar una derrama de \$479.1 millones de pesos de ganancia (Cuadro 1), marginalmente, lo anterior señala que, el Maíz forrajero GPP, con una superficie cosechada equivalente al 10.9% de la superficie de Alfalfa BT, y tras haber consumido un volumen de agua igual al 7.2% del volumen de agua consumido por la Alfalfa BT, el Maíz forrajero GPP produjo a nivel regional, una masa de ganancia bruta igual al 7.6% ($=\$49.1/\479.1) de la ganancia producida regionalmente por la Alfalfa BT, porcentajes asimétricos, que señalan que el Maíz forrajero GPP utilizó “poca” tierra y “poca” agua y produjo “poca” ganancia, los adjetivos, son en relación siempre al cultivo de Alfalfa BT, lo cual refleja una ineficiencia en la gramínea forrajera en términos macroeconómicos.

La cantidad invertida de capital (en la que no se incluye la renta del suelo, remuneración alguna de salario para el productor, ni amortización de bienes de capital), así como el empleo generado, son otros dos muy importantes aspectos sociales a nivel macroeconómico del uso del agua subterránea en el riego. De esa forma, en el Cuadro 1, se muestra que el cultivo de Maíz forrajero GPP, con una inversión de capital igual a \$49.1 millones de pesos a nivel regional,

equivalente al 9.3% de la inversión regional conjunta de capital en ambos cultivo, pero contribuyó con 63,730 jornales de trabajo (equivalente a 221 empleos permanentes), que equivale al 7.9% del empleo regional conjunto generado por ambos cultivos, lo que demuestra menor eficiencia social del capital usado en la producción de Maíz forrajero GPP en relación a la mostrada por el cultivo de Alfalfa BT, pues, ocupó “poco” capital, “poca” agua, “poco” suelo, lo que generó “poco” empleo y “pocas” ganancias, los adjetivos “mucho” y “poco”, se insiste, es siempre en relación a lo acontecido con el cultivo parámetro, la Alfalfa BT. (Cuadro 1).

En forma sintética en términos porcentuales, del Cuadro 3, puede inferirse que, el cultivo de Maíz forrajero GPP usó el 10.9% de la tierra, el 9.3% del capital y el 7.2% del agua, pero, esos porcentajes de uso en la tierra, el capital y el agua, usados en conjunto por el Maíz forrajero GPP y la Alfalfa BT en la región Lagunera, el Maíz forrajero GPP aportó solamente el 7.6% de las ganancias conjuntas y el 7.9% del empleo generado por ambos cultivos, porcentajes éstos, se insiste, que hablan de lo asimétrico y desproporcionado entre el uso de recursos y los magros logros alcanzados (Cuadro 3).

Cuadro 3: Uso de recursos suelo, agua y capital y generación de empleos y ganancias en los cultivos de *Maíz forrajero* (*Zea mays*) irrigado por Gravedad y Alfalfa (*Medicago sativa*) irrigada por bombeo en el DR017 de La Comarca Lagunera.

Recurso utilizado:	Maíz forrajero gravedad PP	Alfalfa Bombeo	Total ambos cultivos
Superficie cosechada (ha)	4,080	33,471	37,551
Superficie cosechada (% del total)	10.9	89.1	100
Agua subterránea (millones de m³)	46.82	602.40	649
Agua subterránea (% del total)	7.2	92.8	100
Capital (Millones de pesos de 2009)	49.1	479.1	528.2
Capital (% del total)	9.3	90.7	100
Objetivo logrado:			
Empleos generados (número de personas)	221	2,588	2809.5
Empleos generados (% del total)	7.9	92.1	100
Masa regional de ganancia (Millones de pesos)	45.7	553.8	599.5
Masa regional de ganancia (% del total)	7.6	92.4	100
Fuente: Elaboración propia, a partir del Cuadro 1			

5.2 Productividad física del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero producido en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.

La primera variable, denominada Y_1 , misma que evalúa la cantidad de m^3 de agua subterránea usada en el riego que fue necesaria para producir un kilogramo de producto físico, es mostrada en el Cuadro 4, de allí se observa que se necesitaron $0.216m^3$ de agua (216 litros) para producir un kg de Maíz forrajero en el sector Pequeña propiedad irrigado mediante gravedad (GPP), mientras que en el cultivo de Alfalfa BT, producir ese kilogramo de producto físico, demandó $0.215 m^3$ de agua (215 litros). Producir un kilogramo de Maíz forrajero en el sector Pequeña propiedad, implicó utilizar 1 litro menos de agua que en la Alfalfa BT.

Considerando como referente adicional a la Alfalfa, respecto del consumo de agua, es válido considerar como el parámetro el volumen de agua consumido por día por un ser humano, así, si se consideran 100 litros por persona por día²², se determinaría que con el volumen de agua consumido por un kg de Alfalfa BT producido, $0.215 m^3$ (ver Cuadro 4), al multiplicársele por la producción física anual, 2,805,298 ton (Ver cuadro 1), se obtendrían los 602.4 millones de m^3 de agua señalados en el Cuadro 1, por otra parte, considerando una población de un millón de habitantes, se obtendría que esa población gastaría los 602.48 millones de m^3 de agua en un lapso de 6,031.4 días ($=602.48$ millones de $m^3 / 100,000 m^3$ por día en una población de 1 millón de habitantes), efectuando el mismo cálculo para el cultivo del Maíz forrajero GPP, mostraría que el agua consumida por ese cultivo (46.82 millones de m^3 en sus 216,392 ton producidas en 2010, a razón de $0.216m^3/kg$) serviría para abastecer de agua a la misma ciudad de un millón de habitantes durante 468.2 días ($=46.82$ millones de $m^3 / 100,000 m^3$ por día para una población de un millón de habitantes) (ver Cuadros 1 y 4). Visto desde otro ángulo, destinar el agua al

²² 100 litros por persona por día es un bajo volumen para el consumo real actual promedio, no obstante, es perfectamente válido presuponerlo así, bajo, considerando que el consumo humano actual es irracional, más allá de la demanda hídrica sujeta a cánones de consumo humano racional.

cultivo de Alfalfa, implica privar del líquido vital a la población por un período 12.88 veces mayor (=6,031.4/468.2) al correspondiente al Maíz forrajero GPP, pues la producción agrícola, al ser indispensable para la vida humana, en tanto produce alimentos, al ser usada el agua en el riego, excluye que el líquido sea usado como bebida por el humano, ello representa en sí un costo de oportunidad, lo cual le da un carácter cuestionable a la agricultura, en cuanto excluye el recurso agua para consumo humano, la producción agrícola es necesaria por supuesto, pero cobra sentido lo anterior cuando se observa que ciertos cultivos utilizan el escaso recurso agua, como si fuese un bien inagotable.

CUADRO 4. INDICADORES DE EFICIENCIA FISICA, ECONOMICA Y SOCIAL DEL AGUA DE RIEGO EN MAÍZ FORRAJERO IRRIGADO POR GRAVEDAD VERSUS ALFALFA IRRIGADA POR BOMBEO EN EL DISTRITO DE RIEGO DR017.

Indicadores	Variable	Maíz forrajero	Alfalfa
Indicador	Y1 = m ³ de agua por kilogramo	0.216	0.215
Prod. Física	Y2 = kilogramos/m ³ de agua	4.62	4.66
Indicador	Y3 = m ³ de agua por \$1 de ingreso bruto	0.494	0.583
Productividad	Y4 = Ingreso bruto/ m ³ de agua	2.03	1.71
Económica	Y5 = Utilidad bruta/ m ³ de agua	0.98	0.92
	Y6 = m ³ de agua por \$1 de utilidad bruta	1.025	1.088
Indicador	Y7 = Utilidad bruta por m ³ /Precio del m ³ de agua al productor	6.67	2.04
Productividad	Y8 = Empleos generados/100,000m ³ de agua	0.47	0.43
Social	Y9 = Horas de trabajo invertidas por tonelada	2.36	2.13
	Y10 = Ganancia a nivel regional por trabajador	206509	213971
	Y11 = Ganancia / hora invertida de trabajo	89.6	92.9
Fuente: Elaboración propia, con base en los Cuadros 1 y 2			

Para el cultivo de Alfalfa BT, que fue considerado como parámetro en contra del cual se compara el Maíz forrajero GPP, ambos cosechados en el mismo DR-017, se determinó para la variable Y_2 , que mide la cantidad de producto físico (en kg) generado por m^3 de agua, fue igual a $4.66 \text{ kg}/m^3$, superior a los $4.62 \text{ kg}/m^3$ del Maíz forrajero GPP, el mismo m^3 de agua produjo un 1% ($=4.62/4.66=1.2703$) más producto físico que el que ese volumen de agua produciría en la Alfalfa BT, se demuestra así, que en términos de biomasa/ m^3 de agua, es un poco más productivo el Alfalfa BT en comparación al maíz GPP (Cuadro 3).

5.3 Eficiencia económica del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero de la Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.

El costo por m^3 de agua potable subterránea bombeada para uso familiar en zona residencial en Torreón, Coahuila, principal municipio de La Comarca Lagunera, en junio de 2011, fue de $\$9.8/m^3$, que ya deflactado con el índice de precios del Banco de México, equivale a $\$9.57$, valorado en pesos constantes de 2010, lo que permitiría ya hacer comparaciones entre el ingreso bruto monetario generado tanto en Alfalfa como en Maíz forrajero GPP por m^3 de agua en La Comarca Lagunera. Así, se determinó que la variable Y_4 , que evaluó el ingreso bruto producido por m^3 de agua irrigada en 2010, resultó ser igual a $\$2.03$ en Maíz forrajero GPP y $\$1.71$ en Alfalfa BT (Cuadro 4), lo que permite inferir, que ninguno de los dos cultivos, fue capaz de generar un ingreso bruto superior al precio de $\$9.57$ al que se le vendió al consumidor doméstico el m^3 de agua potable en la ciudad de Torreón, Coahuila, ambos cultivos, generaron un ingreso equivalente de apenas al 21.21% en el mejor de los casos, el maíz forrajero GPP, y de 17.86% en el caso del cultivo de Alfalfa BT. Estas cifras sugieren que el costo de oportunidad de la producción agrícola de estos dos cultivos es sumamente elevado, ya que se están dejando de obtener ingresos monetarios considerables al efectuarse su producción, misma que se destina al ganado, al no ser alimentos de consumo humano directo como los granos básicos de maíz grano, frijol y trigo.

No obstante, de compararse en contra del precio sombra del metro cúbico del agua irrigada, propuesto por Godínez-Montoya *et al* (2007)²³, precio generado por el modelo Cobb-Douglas y un modelo de programación lineal igual a \$0.646/m³, que al deflactarle a pesos constantes de 2010, ascendió a \$0.744/ m³, entonces, al igual que al compararle en contra del precio del agua potable entubada distribuida en la Ciudad de Torreón, Coahuila, solo uno de los dos cultivos forrajeros señalados en este estudio, el maíz forrajero con sus \$2.03/m³, rebasarían el ingreso bruto por m³ propuesto de \$0.744/ m³, lo cual demuestra que el agua subterránea está siendo fuertemente subsidiada en la producción de alfalfa forrajera y ello, obligadamente presupone improductividad económica del cultivo, en tanto los productores agrícolas, al no pagar un precio real por el agua, no se esfuerzan por ser eficientes en su uso.

Para producir \$1 de ingreso bruto, en el DR-017, en el cultivo de Maíz forrajero del sector Pequeña propiedad en riego por gravedad, se demandaron 494 litros (el indicador Y₃ fue 0.494 m³), a la vez que en Alfalfa BT se requirió de 583 litros de agua (Cuadro 4), mientras que el organismo público encargado de abastecer del líquido a los hogares de Torreón, Coahuila, México, utilizó solamente 104 litros (=0.104 m³ = \$1*1 m³/ \$9.57) para producir ese mismo \$1 de ingreso bruto, apareciendo de nuevo como ineficientes ambos cultivos en el uso económico del agua, en el rubro de generación de ingreso por unidad de volumen de agua.

Más importante que las variables Y₃ y Y₄ analizadas ya, resultan ser las variables Y₅ y Y₆, ya que la ganancia “g”, al ser la diferencia entre el ingreso bruto “i” y el costo “c”, es decir: $g = i - c$, deviene en un indicador de eficiencia *per se*, ya que la ganancia es un excedente monetario en relación a la inversión de capital, mientras que el ingreso, al no ser un excedente, no es un indicador de eficiencia en sentido estricto como lo es el de la ganancia. Se encontró

²³ Godínez-Montoya, L; J. A. García-Salazar; M. Fortis-Hernández; J. S. Mora-Flores; M. A. Martínez- Damián; R. Valdivia-Alcalá; J. Hernández-Martínez. 2007. Valor económico del agua en el sector agrícola de La Comarca Lagunera. Revista: TERRA Latinoamericana. 25 (1): 51-99.

que el cultivo de Alfalfa BT generó una ganancia bruta de $\$0.92/m^3$, a la vez que el Maíz forrajero GPP produjo una ganancia bruta de $\$0.98/m^3$ de agua, lo cual indica que la gramínea cultivada en el sector Pequeña propiedad, tuvo una productividad económica del uso del agua, inferior en relación a la Alfalfa BT en un 5.8% (Cuadro 3).

5.4 Eficiencia social del agua subterránea usada en el riego por gravedad en Maíz forrajero en el sector Pequeña propiedad versus Alfalfa promedio en La laguna.

El precio del agua aquí considerado, es el resultado de dividir el rubro de “Riego”, parte integrante de la estructura del costo total de producción por hectárea, considerado en los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de La Comarca Lagunera (ver Cuadro 2) entre el volumen de agua irrigado por hectárea, calculado en base a la lámina de riego recomendada por INIFAP y sometida a un 87.5% de eficiencia en su conducción, de acuerdo a sugerencias del CENID-RASPA-INIFAP.

La primer variable de índole social del agua subterránea usada en el riego, la variable Y_7 , determinada mediante un cociente, en el que en el numerador se registra la utilidad bruta/ m^3 de agua lograda por el productor, y en el denominador se consigna al precio/ m^3 de agua que el productor agrícola pagó por ese mismo m^3 de agua extraída del subsuelo. El Cuadro 4 muestra los índices de la variable Y_7 , de forma tal que en el caso del cultivo de Maíz forrajero GPP, el indicador igual a \$ 6.67, denota que por cada \$1 pagado por el agua, el productor obtuvo ese \$1 y \$5.67 adicionales en forma de ganancia bruta, a la vez que en Alfalfa BT, el indicador, al ser igual a \$2.04, sugiere que el productor agrícola de la principal especie forrajera en la región, recobró el peso erogado por el permitirle usar el agua subterránea y \$1.04 adicionales de ganancia bruta, ambos productores, al estar usando un recurso perteneciente a toda la sociedad, están multiplicando su riqueza, ambos casi al doble, y, dado el carácter altamente estratégico del recurso agua subterránea, lleva a plantear la interrogante de si no debiera la

sociedad tasarles el recurso agua a un mayor monto, independientemente de obligarles por ley, a que ese recurso, el agua subterránea, debiera ser utilizado a estándares altos de eficiencia, estándares “altos” fijados por la sociedad en su propio interés.

La principal variable social del uso del agua subterránea en el riego, está dada por la cantidad de empleos generados por cada 100,000 m³ de agua irrigada, evaluada por la variable Y₈ del Cuadro 4, misma que muestra una mayor eficiencia social del agua subterránea en el cultivo de Maíz forrajero GPP, toda vez que cada 100,000 m³ de agua extraída del subsuelo generaron 0.47 empleos permanentes, mientras que en caso de la Alfalfa BT, la unidad considerada de agua subterránea generó 0.43 empleos, es decir, el maíz forrajero GPP creó 9.09% *más* empleo (= 0.47/0.43) que la Alfalfa BT al usar ese mismo volumen de agua, con ello entonces, es que se demuestra que, socialmente, el uso del agua subterránea es 9.09% más productiva en el cultivo de Maíz forrajero GPP en relación al cultivo de Alfalfa promedio en La laguna. Lo anterior, presupone qué, si el objetivo de la Política Económica del uso del agua subterránea fuese la optimización del empleo, conjugado con un ahorro de agua, los tomadores de decisiones, aquellos que administran el agua en la región, debieran restringir el uso del agua en Alfalfa y ampliarlo en Maíz forrajero GPP.

El Cuadro 4, en el caso de la variable Y₉, que evalúa la productividad del trabajo en suelos irrigados con aguas subterráneas, muestra que en el cultivo de Maíz forrajero GPP fue más improductivo el trabajo invertido, comparándole en contra de la Alfalfa promedio en la región, ya que el primero demandó 2.36 horas de trabajo para producir una ton de forraje, a la vez que en la segunda se requirieron 2.13 horas por tonelada. En términos económicos, una hora de trabajo, según lo indica la variable Y₁₁, contrario a lo sucedido con el tiempo de trabajo invertido por tonelada de producto físico, fue más eficiente el Alfalfa que en Maíz forrajero GPP, ya que el primer cultivo generó \$92.9 de ganancia bruta por hora invertida de trabajo, *versus* \$89.6 producidos en Maíz forrajero GPP (ver Cuadro 4).

La variable social del agua subterránea, Y_{10} , que mide la productividad del trabajo en suelos irrigados con aguas subterráneas, evaluándole como el nivel de ganancia/trabajador en cada cultivo, determinó que existió una mayor productividad social en el cultivo de Alfalfa BT, que en Maíz forrajero GPP, ya que el trabajador agrícola adscrito a la producción de Alfalfa, produjo \$213,971 de ganancia, mientras que el trabajador adscrito a la producción de Maíz forrajero, produjo una derrama económica, apropiada por el productor bajo la forma de ganancia bruta privada, igual a \$206,509, es decir, el trabajador adscrito a la Alfalfa le produjo al dueño de ese predio, una ganancia 3.61% mayor que la ganancia producida por el trabajador adscrito a la producción de Maíz forrajero del sector Pequeña propiedad (Cuadro 4).

Desde otra óptica que facilite la comprensión de la importancia social de las anteriores cifras, puede observarse que en el cultivo de Alfalfa BT, de la masa total de riqueza producida regionalmente por el cultivo irrigado con agua subterránea, cada uno de los 2,588 trabajadores adscritos a la producción de Alfalfa BT, aportó \$213,971, mientras que en el caso del Maíz forrajero GPP, cada uno de sus 221 trabajadores permanentes, contribuyó con \$206,509 de la riqueza generada igual a \$45.7 millones de pesos, por lo que, de acuerdo con los indicadores del Cuadro 4, la inversión de trabajo en la producción resultó ser 3.48% ($= \$206,509/\$213,971$) más productiva en el cultivo de Alfalfa respecto de la de Maíz forrajero GPP (Cuadros 1 y 4).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se cumplió el objetivo planteado en tanto se determinó la productividad física, económica y social del uso agrícola del agua del agua irrigada mediante gravedad en el cultivo de maíz forrajero producido en el sector Pequeña propiedad, asimismo, se le comparó en contra de los indicadores correspondientes al cultivo de Alfalfa forrajera promedio, ambos en el Distrito de Riego 017 en La Comarca Lagunera.

A nivel de La Comarca Lagunera, en términos macroeconómicos, el cultivo de Maíz forrajero GPP usó el 10.9% de la tierra, el 9.3% del capital y el 7.2% del agua, pero, esos porcentajes de uso en la tierra, el capital y el agua, usados en conjunto por el Maíz forrajero GPP y la Alfalfa BT en la región Lagunera, el Maíz forrajero GPP aportó solamente el 7.6% de las ganancias conjuntas y el 7.9% del empleo generado por ambos cultivos, porcentajes éstos, se insiste, que hablan de lo asimétrico y desproporcionado entre el uso de recursos y los magros logros alcanzados

Con base en la metodología utilizada, y los resultados arrojados por ésta, se rechaza la primera hipótesis, ya que producir un kg de producto físico de maíz forrajero implica utilizar 216litros mientras que en alfalfa forrajera se demandaron 215 litros.

Con base en la metodología utilizada, y los resultados obtenidos con ésta, se acepta la segunda hipótesis, ya que un m³ de agua irrigada mediante gravedad en maíz forrajero \$2.03 de ganancia bruta, mientras que en el cultivo de alfalfa forrajera ese mismo m³ de agua produjo \$1.71.

Con base en la metodología utilizada, y los resultados obtenidos con ésta, se acepta la tercera hipótesis, ya que el cultivo de maíz forrajero de la Pequeña propiedad irrigado por gravedad en bombeo produjo 1.1 veces más empleo que el alfalfa forrajera por cada 100,000 m³ de agua subterránea usada en el riego, aun cuando, se requirieron más horas de trabajo invertidas por tonelada.

6.2 Recomendaciones

Si bien el análisis de la variable Y_7 , que evalúa la proporción existente entre la utilidad bruta por m³ de agua y el precio por m³ de agua al que “compra” el agua de riego el productor agrícola, denota que al menos, ambos productores, los de maíz forrajero y alfalfa forrajera, sobre todo el productor de alfalfa forraje, están pagando el precio al que se les vende el agua y generan ganancias excedentes adicionales a lo que pagan por el agua que usan en el riego, es más importante aún, remarcar, que están haciendo uso de un bien altamente social, el agua, para enriquecerse en forma privada, por lo que sería recomendable, desde la perspectiva social, que los productores pagasen a la sociedad un par de impuestos, uno general, por el simple uso del agua, y que estuviese condicionado el uso por parte del productor, a un uso eficiente y sustentable a largo plazo, y otro impuesto, de carácter específico, que gravase el monto de ganancia excedente por sobre el precio del agua. Ello, a simple vista pareciera ser injusto, no obstante, debe reiterarse que el productor está haciendo uso *privado* de un bien altamente *social*, por lo que la sociedad, en tanto dueña de ese recurso, estará en derecho al gravar el uso del agua.

Se recomienda a los administradores directos del recurso agua subterránea, instituciones como SAGARPA, CONAGUA, y a aquellas instituciones que indirectamente se relacionan con el uso del recurso agua subterránea, como Secretaría de Economía, Financiera Rural, Comisión Federal de Electricidad (por las tarifas de extracción), Secretarías Estatales de Fomento

Agropecuario, utilicen indicadores de productividad física, económica y social del uso del agua en la asignación del agua y recursos a la producción agrícola, con miras no solo a optimizar el uso del recurso hídrico en los ámbitos físico, económico y social, sino que permita la existencia del recurso agua a largo plazo. Asimismo se recomienda la elaboración de estudios similares a este en cada uno de los cultivos del patrón agrícola regional, con el objetivo siempre de optimizar el uso de recursos como el agua, el crédito, el suelo con objetivos específicos y pertinentes como la generación y distribución de riqueza y el empleo.

VII. LITERATURA CITADA

Adamsen, F. J. 1989. Irrigation method and water quality effect on peanut yield and grade. Agron. J. 84 (4): 589-593.

Agüero V., E. 2012. Productividad del agua subterránea para riego en Chile (*Capsicum annum*) del sector Ejidal versus Nogal (*Carya illinoensis*) en el DR-017, Comarca Lagunera. Tesis. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México.

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2004. Programa hidráulico regional 2002-2006. Región VII. Cuencas Centrales del Norte. Resumen ejecutivo. México, DF. 35 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D. F. 323 p.

El Siglo de Torreón. 2011. Resumen Económico Comarca Lagunera 2010. Editora de la Laguna S. A de C. V. Torreón, Coahuila, México. 80 p.

Godínez-Montoya, L; J. A. García-Salazar; M. Fortis-Hernández; J. S. Mora-Flores; M. A. Martínez- Damián; R. Valdivi-Alcalá; J. Hernández-Martínez. 2007. Valor económico del agua en el sector agrícola de La Comarca Lagunera. Revista: TERRA Latinoamericana. 25 (1): 51-99.

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2003) 'Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade' In: Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. IHE-DELFT. Value of Water Research Report Series No. 12.

Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agron. J. 93: 281-289.

Montemayor T., J.A., J. Olague R., M. Fortis H., R. Bravo S., J. A. Leos R., E. Salazar S., J. Castruita L., J. C. Rodríguez R., y J. A. Chavaría G. 2007. Consumo de agua en maíz forrajero con riego subsuperficial. Terra Latinoamericana 25 (2): 163-168.

Montemayor T., J. A., H. Walter A., J. Olague R., A. Román L., M. Rivera G., P. Preciado R., I. R. Montemayor T., M. A. Segura C., J. A. Orozco V., y P. Yescas C. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. Rev. Mex. Ciencias Pec. 1(2): 145-156.

Ochoa B. R. 2012. El Agua y la Agricultura. Revista Claridades Agropecuarias 227(3). Julio del 2012. Dirección General de Operaciones Financieras, ASERCA/SAGARPA.

Ríos Flores J.L., H. Espinoza Espinoza, M.A. Vergara Sánchez, M. Torres Moreno, M.A. Hernández Martínez, S. Sánchez Hernández. 2010. Producción, productividad y rentabilidad de maíz forrajero (*Zea mays*) regado por gravedad en la laguna, México de 1990 a 2005. Vol. IX Núm. 1 (Enero-Junio) 2010.

SAGARPA, 1990-2010. Delegación de la Región Lagunera Coahuila Durango. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Cd. Lerdo, Dgo.

Saldaña, M. 1998. "Disponibilidad Hidráulica y su aprovechamiento en el DDR 017". VIII

Congreso Nacional de Irrigación y III Seminario Internacional de transferencia de sistema de riego". ANEI, A.C. Memorias. Comarca Lagunera.

Sifuentes F., I. 2002. Diagnóstico macroeconómico de la producción lechera en La Comarca Lagunera durante los años de 1980 al 2000. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo- Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo., México. pp. 6-7

Valdez M.E. 2008. Producción, productividad y rentabilidad de maíz forrajero (*Zea mays*) en bombeo en la laguna de 1990 a 2005. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo -Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango Agosto del 2008.