

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

División de Ciencias Socioeconómicas



**PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS
DE RIEGO DEL ESTADO DE COAHUILA**

Por

REYNA BEATRIZ ÁVILA CHÁVEZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE RIEGO DEL
ESTADO DE COAHUILA

POR:

REYNA BEATRIZ ÁVILA CHÁVEZ

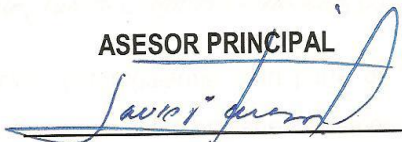
TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

APROBADA

ASESOR PRINCIPAL



M.C. Vicente Javier Aguirre Moreno.

COASESOR


M.C. Ricardo Valdés Silva.

COASESOR


Lic. Oscar Martínez Ramírez.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS


M.C. Tomás Everardo Alvarado Martínez.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2010



DIV. CS: SOCIOECONÓMICAS
COORDINACIÓN

Agradecimientos

Dios

Gracias padre por darme la vida día a día, salud, fe y acompañarme siempre en todo momento de dificultad, gracias por permitirme terminar satisfactoriamente mi carrera profesional. Señor bendito seas siempre.

A mi Alma Mater

La *Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"* por ser mi casa de estudios durante mi carrera profesional, por brindarnos oportunidades a los jóvenes que venimos desde muy lejos para poder lograr un mejor nivel de vida.

A. M. C. Vicente Javier Aguirre Moreno, por haber confiado en mí para realizar esta investigación, por regalarme gran parte de su tiempo, experiencia y conocimientos. Mil gracias porque usted es parte fundamental de que este trabajo sea posible.

A. M. C. Ricardo Valdés Silva, por abrirme las puertas en el ámbito laboral, sus enseñanzas han sido importantes para mí y mi desarrollo profesional.

Al Lic. Oscar Martínez Ramírez, por ser un amigo que sabe guiarnos y poder llegar al camino correcto, le agradezco infinitamente su colaboración y atención para esta investigación.

Dedicatoria

A Mis Padres

Leonor y Teodoro, a estas personas tan maravillosas que Dios seleccionó para que me dieran la vida.

Gracias por sus enseñanzas, por sus consejos, gracias por su confianza, y más gracias aún por su sacrificio en gran parte de sus vidas para formarme desde pequeña; nunca podré pagarles todos esos momentos ni con la riqueza más grande del mundo.

Papás sepan que los amo y los amaré siempre.

Mis Hermanos

Teddy: Eres un gran ejemplo para mí, gracias a tu trabajo y sacrificio me has apoyado para poder salir adelante en mis estudios. En estos tiempos me has enseñado que la palabra imposible no existe para ti y tampoco debe de existir para alguien. Mi amor sabes que esto pasará y Dios te recompensará por esas ganas que tienes de seguir disfrutando de la vida.

Cora: Por ser mi hermana y amiga, parte de lo que sé lo he aprendido de ti.

Francisco: Por tu apoyo, sacrificios, consejos y por quererme mucho. Por ser tu consentida en todo los momento. Eres mi inspiración de entusiasmo, coraje y ambición.

José Manuel: Por ser quien me animó en los momentos de oscuridad, porque contigo no estaba sola, sino había alguien con quien me podía desahogar y que estaba ahí para echarme la mano. Haber compartido la experiencia de estudiar en esta maravillosa casa de estudios nos ha acercado más.

¡Hermanos los Amo!

Familiares

A mis Abuelas

Elia: Abuela yo sé que tú sigues con nosotros y que nos proteges como un ángel, y sé que tu presencia ayudó a que mi hermano siga vivo.

Gracias por tus enseñanzas.

Benita Isabel: Eres tan especial con todos nosotros tus nietos, y comprendes nuestros errores de jóvenes.

Gracias a tu cercanía con Jehová Dios nos cubres a toda la familia como si una burbuja divina nos protegiera. Abuelita gracias por todos tus consejos, por tu gran comprensión y por hablarnos siempre de la palabra del Creador Divino. Gracias por estar en esos momentos tan difíciles.

A mis Sobrinos y Cuñadas

Alonso, Francisco, Cesar y Daniel. Mis niños los amo. Ustedes son la alegría de la familia. *Denia y Rosario*, mis cuñadas. Por amar a mis hermanos y estar con ellos en las buenas y malas. Dios las bendiga y que sus vidas sigan llenas de felicidad.

A mis amigos de la Generación 2005-2009:

*Yeni, Yessi, Yoli, Marle amorecito, Marina, Gaby González, Moni,
Tavo, Saulo, Flavio, Roberto, Lisandro, Rigoberto.*

Por ser mis amigos incondicionales y por haber compartido conmigo momentos inolvidables, tanto buenos como malos. Porque siempre he dicho que estando lejos de casa tus amigos se vuelven tu familia. Mis más sinceros agradecimientos y espero que su vida profesional esté llena de éxitos.

A la familia Rocha Sánchez, en especial a la *Biol. Silvia* por ser como madre y a la vez amiga, gracias por su confianza y apoyos brindados en el transcurso de estos años, le doy gracias a Dios por habérmela encontrado en el camino, gracias por darme la oportunidad de convivir armoniosamente con usted.

A los catedráticos de la División de Ciencias Socioeconómicas:

Que fueron parte fundamental de mi formación académica. Al Ing. Vicente Javier Aguirre, Oscar Martínez, Rubén Livas, Ricardo Valdés, Ma. Imelda Viesca, Rolando Ramírez, Esteban Orejón, Rubén Morán, Gabriela González.

Uberto Domínguez Gutiérrez

El amor definido en su nombre. Gracias Shaparro por estar conmigo cuando más te necesité, y por aprender juntos el significado de esa maravillosa palabra que nos ha mantenido juntos. Te deseo lo mejor de lo mejor infinitamente siempre, en el trabajo, en el amor, la familia y la salud. Miles de éxitos para ti.

*"Al final conservaremos sólo lo que amemos,
amaremos sólo lo que entendamos,
entenderemos sólo lo que se nos enseñe"*

Baba Dioum, ecólogo africano.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	6
MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	6
1.1 Marco Teórico.....	6
1.1.1 El problema de la escasez del agua y la eficiencia en su uso.....	6
1.1.2 La productividad del agua	8
1.2 Metodología	10
1.2.1 Cálculo de ingresos, costos y beneficios por hectárea de cultivo.....	10
1.2.2 Estimación de gasto de agua riego por cultivo	11
1.2.3 Indicadores de productividad del agua	12
1.2.4 Procedimientos para obtención de información.....	15
1.2.5 Procedimiento para la selección de cultivos a estudiar	18
CAPITULO II	20
LA AGRICULTURA DE RIEGO EN EL ESTADO DE COAHUILA	20
2.1 Superficie de riego en el estado de Coahuila	20
2.2 Presas de almacenamiento en Coahuila	21
2.3 Principales cultivos de agricultura de riego.....	23
2.3.1 Superficie sembrada.....	23
2.3.2 Valor de la producción.....	24
2.4 Descripción de los principales cultivos	26
CAPITULO III	31
ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE RIEGO	31
3.1 Ingresos por hectárea.....	31

3.2 Ingresos por m ³ de agua	33
3.3 Beneficios por hectárea	34
3.4. Beneficio por m ³ de agua	37
3.5 Índice de Beneficios de los cultivos de riego	38
3.6 Rentabilidad por hectárea.....	39
3.7 Empleo Generado por m ³ de Agua.....	40
3.8 Gasto de agua en litros por kilogramo de cultivo producido	41
CAPITULO IV	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1. Conclusiones	43
4.2. Recomendaciones	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 2.1.1 Comportamiento de la superficie sembrada bajo riego.....	21
(2003-2008)	21
Cuadro 2.3.1.1 Superficie sembrada en Coahuila de los 15 principales cultivos de riego 2003-2008 (ha).	24
Cuadro 2.3.2.1 Valor de la producción en Coahuila de los 15 principales cultivos de riego 2003-2008 (ha).	25
Cuadro 3.1.1 Ingresos por hectárea de los principales cultivos de riego	32
Cuadro 3.2.1 Ingresos obtenidos por la aplicación de un metro cúbico de agua a una hectárea de los principales cultivos de riego.....	33
Cuadro 3.3.1. Beneficio por hectárea de los principales cultivos de riego	35
Cuadro 3.4.1. Beneficios obtenidos por metro cúbico de agua de los cultivos principales de riego.....	37
Cuadro 3.5.1 Productividad de los cultivos contra la Productividad promedio de agua en Coahuila.....	38
Cuadro 3.6.1. Rentabilidad por hectárea	39
Cuadro 3.7.1 Requerimientos de jornales por metro cúbico de agua empleados a la producción de los principales cultivos de riego en el estado de Coahuila.....	40
Cuadro 3.8.1 Litros de agua necesarios para la producción de un kilogramo de los principales cultivos de riego del estado de Coahuila.....	42

ÍNDICE DE CUADROS ANEXOS

Cuadro 1 Anexo. Variables económicas promedio de los principales cultivos del estado de Coahuila (2003-2008).....	49
Cuadro 2 Anexo. Costos totales de producción y Requerimientos de jornales por ha.....	50
Cuadro 3 Anexo. Rentabilidad por peso invertido.....	50

INTRODUCCIÓN

Azqueta y otros autores (2007),¹ consideran que el agua dulce, esencial para el mantenimiento de la vida, puede convertirse en el corto y mediano plazo en el principal problema mundial, no obstante que las disponibilidades del recurso serían suficientes para abastecer a 20 millones de personas. El que el agua represente un problema para la humanidad, responde entre otros factores, a que no está uniformemente repartida en el planeta, de manera que 26 países se consideran deficitarios y 18 se encuentran en situación precaria; además, que la contaminación del agua está en continuo incremento; la sobre explotación de los acuíferos, de los que depende el abasto de un tercio de la población mundial ha llevado al descenso en decenas de metros del nivel freático en algunas regiones, afectando también a las explotaciones agrícolas y ocasionando riesgos de hundimientos del terreno.

Al final del siglo XX, la agricultura empleaba el 70 por ciento de toda el agua utilizada en el mundo, y la FAO estima que el agua destinada al riego aumentará un 14 por ciento para 2030. Aunque este aumento es inferior al registrado en los años noventa, según las proyecciones, la escasez de agua será cada vez mayor lo que limitará la producción de alimentos².

En los países en vías de desarrollo como México, el agua utilizada para regadío representa el 95% del total de usos del agua, y cumple un papel esencial en la producción y seguridad de los alimentos³. A largo plazo, el

¹ Azqueta, Diego, Alviar, M. Domínguez, L. y O`Ryan R. 2007. "Introducción a la Economía ambiental". Segunda Edición Ed. Mc Graw-Hill, México.

² "El Agua y La Agricultura". Página Web: <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>

³ "Calidad del Agua para Irrigación". Uso del Agua para Riego Pág. Web: <http://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/calidad/irrigacion-calidad-agua.htm#ixzz0gZwUgksf>

desarrollo y mejora de las estrategias agrícolas para estos países está condicionado al mantenimiento, mejora y expansión de la agricultura de regadío.

Uno de los principales problemas ambientales que México enfrenta es la sobre explotación y contaminación acuífera. Al respecto, de 650 acuíferos censados en 1975, 32 se consideraban sobre explotados, y para el 2004 ya eran 104 en esta situación y 17 costeros presentaban intrusión salina⁴.

A consecuencia de la baja precipitación y la reducida capacidad para almacenamiento de las aguas superficiales, en algunas regiones el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento público, doméstico, agrícola e industrial, situación que debe ser preocupante dado que el clima restringe la recarga natural de los mantos acuíferos subterráneos, además de que se extrae más agua de la que se recarga anualmente, por lo que, en los últimos años, se han registrado alarmantemente disminuciones en los niveles de bombeo.

En el caso del estado de Coahuila la falta de agua para riego y la escasa y errática precipitación que se registra, ofrece posibilidades para el cultivo de cerca de 300,000 hectáreas, cifra muy por debajo de la que se reporta con potencial de uso agrícola. El promedio anual de la superficie sembrada bajo riego es de aproximadamente ciento cuarenta mil hectáreas, que representan el 44.5% del total sembrado, pero aportan el 85.3% del valor de la producción, lo que denota su importancia para el desempeño del sector agropecuario estatal.

El estado de Coahuila tiene registradas 13,852 unidades productivas con superficie de riego (UPR); de ellas el 12.8% cuenta con riego tecnificado y concentran el 35% de la superficie sembrada. Las restantes UPR con superficie de riego cuentan solo con canales revestidos y de tierra, por lo que registran

⁴ Azqueta D, Alviar, M, 2007. Op cit.

pérdidas de agua por conducción, lo que representa un manejo ineficiente del recurso⁵.

En el informe de evaluación estatal del Programa de Fomento Agrícola, llevado a cabo por el Comité Técnico Estatal de Evaluación en Coahuila (CTEEC)⁶ se menciona de que la superficie irrigada en el estado de Coahuila ha disminuido en 20,000 hectáreas en los últimos años, por lo que se recomienda hacer un uso más eficiente del agua, para ello se requiere modernizar la infraestructura de 100,000 ha.de riego, sobre todo en áreas de riego rodado, en las que se desperdician cantidades considerables de agua.

El Instituto Nacional de Ecología (INE)⁷ señala que de los 28 acuíferos en el Estado, considerando el nivel de recarga y extracción, ocho se encuentran sobreexplotados, destacando por su situación crítica los acuíferos de Monclova, región Lagunera y Derramadero con niveles de sobreexplotación de 26.0, 94.8 y 56% respectivamente, además de éstos, otros cuatro acuíferos rebasan el 20% de sobreexplotación.

La escasez de agua en el estado de Coahuila y la sobreexplotación de los acuíferos obligan a buscar medidas para hacer un uso más eficiente de este recurso, para ello requiere, entre otras cosas, de estudios técnicos y económicos que evalúen la productividad del agua en sus diferentes usos, y proponer medidas que apoyen preferentemente a los cultivos en los que la productividad de este recurso tan escaso sea mayor en términos de ingresos, beneficios y empleos.

⁵ Comité Técnico Estatal de Evaluación en Coahuila. Informe de Evaluación Externa Estatal de Funcionamiento y Operación 2008. Programa de Adquisición de Activos Productivos. Coahuila, México. Junio 2009

⁶ Cadena Z. Martín, Aguirre M. V., 2007. Informe de Evaluación Estatal. Programa de Fomento Agrícola. Coahuila, México. SAGARPA-Gobierno del Estado de Coahuila. septiembre de 2007. Pág. 16 y 17 CAPITULO 1.

⁷ INE. Retos Ambientales por Distrito Electoral. México 2008. Disponible en <http://dgipea.ine.gob.mx>.

Tomando en cuenta lo expuesto, el objetivo de esta investigación es: “Determinar la productividad del agua en los principales cultivos de riego del Estado en términos de ingresos, beneficios y empleo, para identificar qué cultivos serían los más rentables y debería destinar preferentemente el agua para riego disponible en el Estado”.

Los **objetivos específicos** son:

- ❖ Determinar los principales cultivos de riego que se siembran en el Estado de Coahuila y los requerimientos de agua por hectárea para la producción de cada uno de ellos.
- ❖ Determinar cuáles cultivos de riego en términos de ingreso, beneficios y empleo por unidad (metro cúbico) de agua utilizada tienen mayor productividad.
- ❖ Determinar el requerimiento de agua por unidad (litros por kilogramo) producida de cada cultivo.

La investigación parte de la **hipótesis** que algunos de los cultivos que se producen en Coahuila bajo condiciones de riego presentan niveles de productividad y rentabilidad negativos ó muy bajos, en relación al promedio estatal, lo que implica un uso ineficiente del agua para riego. También se parte del supuesto que algunos de los cultivos que presentan mayores índices de productividad por metro cúbico de agua no están entre los cultivos que ocupan mayor superficie sembrada en el Estado.

Este documento está integrado en cuatro capítulos. En el primero se aborda la base teórica da sustento a la investigación y se describe el método utilizado para llegar a conocer los resultados del análisis. En el segundo capítulo se describe la importancia de la agricultura de riego en el estado de Coahuila y, tomando como criterios de selección los valores promedio de

superficie y el valor de la producción para los años 2003-2008, se determinan los 15 cultivos de riego más importantes en el Estado y que son para los que se evaluó la productividad del agua.

En el tercer capítulo se analiza la productividad del agua en los principales cultivos de riego del estado. El análisis se realiza para cada uno de los parámetros de productividad (ingreso por metro cúbico de agua, beneficio por metro cúbico de agua, empleo por metro cúbico de agua y cantidad de agua por kilogramo de cosecha). Por último, el capítulo cuarto contiene las conclusiones y recomendaciones que se derivan del análisis de productividad.

Los resultados de esta investigación serán considerados útiles en la medida en que productores y autoridades agropecuarias los tomen en cuenta para tomar decisiones que les permitan hacer un uso más eficiente del agua de riego desde el punto de vista económico y del empleo.

Palabras Claves: Productividad del agua, Cultivos de riego, estado de Coahuila, Láminas de riego, Costos de Producción, Superficie sembrada, Valor de la producción.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

En el primer apartado de este capítulo se plantean las teorías y conceptos que sirven como referencia para la realización de la investigación. En el segundo se describe la metodología empleada para el cálculo de los indicadores de productividad utilizados en la investigación, con el propósito de proporcionar elementos que permitan interpretar los resultados que se presentan en el Capítulo III.

1.1 Marco Teórico

En él se abordan la discusión sobre el problema de la escasez y los criterios para la asignación de recursos escasos entre fines alternativos, así como el concepto de productividad y las formas en que ésta puede medirse cuando se trata de evaluar la productividad del agua de riego en los cultivos son los elementos teóricos en torno a los que gira la investigación.

1.1.1 El problema de la escasez del agua y la eficiencia en su uso

Tradicionalmente, la escasez de agua se ha considera como un problema hidrológico, sin embargo, en realidad por las características que asume es cada vez en mayor grado un problema económico, dado que se trata de un recurso escaso, que al margen de otros usos, es demandado casi en un 90% para actividades económicas. Por lo anterior, es necesario analizar la escasez del agua desde una perspectiva económica, puesto que, pese a sus características especiales, el agua es un recurso al cual podrían aplicársele criterios análogos

a los usados para asignar otros recursos también escasos, como es el análisis de productividad y el análisis de rentabilidad.

Desde el punto de vista económico, escasez significa que un recurso es insuficiente para atender todas las necesidades o todos los usos para los que es requerido, por lo que se deben tomar decisiones que permitan asignarlo a aquellos usos en los que genere mayores beneficios o mayor utilidad, es decir a los usos en los que su aplicación sea más eficiente.

Para Romero⁸ la eficiencia en la asignación de un recurso escaso se logra cuando el valor marginal de un uso se iguala con el valor marginal de los demás usos alternativos, lo que implica que el recurso debe asignarse a aquellas actividades en las que la utilidad o beneficios marginal sea mayor.

Para el caso específico del agua de riego lo anterior significaría que si sólo se tuviese un metro cúbico de agua adicional, éste debería destinarse a aquel cultivo en el que se logre un mayor beneficio, lo que implica que si la sociedad desea aumentar su bienestar o beneficio debería redistribuir el recurso de los usos de menor productividad a los de mayor productividad, hasta que la productividad en los diversos usos tienda a igualarse.

Utton⁹ afirma que, dado que el agua es un recurso escaso que se puede usar para distintas funciones o usos, debemos buscar mejorar la eficiencia de los distintos usos, penalizando y desalentando los usos más inadaptados y dispendiosos en los territorios cuyas escasas dotaciones así lo justifiquen.

De los sectores que utilizan agua dulce, la agricultura, a la que corresponde el 70% de la extracción mundial de agua, es la menos rentable en general. Esto ha determinado que algunos defensores de la valoración del agua promuevan mercados del agua no reglamentados que, al tratarla como un bien con valor económico, redirigen el agua desde los usos de escaso valor hacia los de elevado valor, por lo común de la agricultura de riego a la horticultura de

⁸ Romero, Carlos. 1994. "Economía de los Recursos Ambientales y Naturales". Alianza Editorial, Madrid España.

⁹ Utton (185,1992).

mayor valor, y de las zonas rurales en general a los sectores industriales y urbanos. La idea es que como la demanda supera a la oferta cuando el agua se trata como bien gratuito, el mercado dará equilibrio a la oferta y la demanda y, en algunos casos, reducirá los efectos ambientales negativos de la explotación excesiva del agua¹⁰.

Desde esta óptica, la correcta asignación del agua supondría entonces que los tomadores de decisiones conozcan la productividad de este recurso en sus distintos usos, para luego asignarla a los que generan mayor ingreso, beneficio y empleo por metro cúbico de agua utilizada, razón por la que en este trabajo se pretende calcular la productividad del agua de riego cuando es destinado a distintos cultivos.

1.1.2 La productividad del agua

Según Samuelson y Nordhaus¹¹ una de las medidas más importantes del desempeño económico es la productividad, la cual mide la proporción entre la producción total y el promedio ponderado de los insumos. La productividad aumenta si con la misma cantidad de insumos se genera más producto. La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. En este caso el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o valor del agua consumida¹². El valor del producto podría ser expresado en diferentes términos: biomasa, grano, dinero. Por ejemplo, el enfoque del llamado “cultivo por gota”, se refiere a la cantidad de producto obtenido por unidad de agua, “peso por gota”, es referido a la cantidad de dinero obtenido por unidad de agua. Otro enfoque considera las diferencias en los valores nutricionales de los diferentes

¹⁰ FAO, 2006. “El uso del Agua en la Agricultura, Gestión del agua: hacia el 2030 y Agua, alimentos y ecosistemas en África. FAO Marzo de 2006. Pág. Web <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0603sp1.htm>

¹¹ Samuelson, Nordhaus. Economía. Decimotava edición. McGraw Hill. México 2007.

¹² 2003. Departamento de Desarrollo Sostenible. “Descubrir el potencial del agua para la agricultura” Documento Web: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4525S/y4525s06.htm>

cultivos o que la misma cantidad de un cultivo alimenta más personas que la misma cantidad de otro cultivo. Cuando se discute acerca de seguridad alimentaria es necesario tener en cuenta esos criterios (Renault y Wallender, 2000). Otra preocupación surge con la forma de expresar los beneficios sociales de la productividad del agua en la agricultura, como podría ser el empleo que se genera por unidad de agua.

Todas las opciones que se han sugerido pueden ser resumidas como “nutrientes por gota”, “per cápita por gota”, “trabajos por gota” y “pesos por gota”.

Es importante mencionar que no existe una forma única para el cálculo de la productividad, pero todas implican una relación entre dos variables, una referida al volumen o el valor de la producción y la otra referida al nivel de utilización del recurso para el cual se desea estimar la productividad, por lo cual el valor considerado en el numerador podría depender del enfoque del análisis así como de la disponibilidad de datos.

La mejora en la utilización del agua tanto en la agricultura de secano como en la de regadío será fundamental para afrontar las situaciones previstas de escasez de agua. La mejora de la utilización o de la productividad del agua se entiende en términos de obtener la mayor cantidad de cultivos posible por volumen de agua: ***"más cultivos por gota"***. Es posible que los agricultores prudentes con respecto al dinero prefieran fijarse como objetivo el máximo de ingresos por unidad de agua: ***"más pesos por gota"***, mientras que los dirigentes de las comunidades y los responsables de las políticas podrán tratar de conseguir el máximo empleo y los máximos ingresos en todo el sector agrícola: ***"más puestos de trabajo por gota"***. Por consiguiente, en un sentido amplio, el incremento de la productividad en la agricultura puede dar lugar a

mayores beneficios por cada unidad de agua tomada de los recursos hídricos naturales¹³.

Como se establece líneas arriba, no existe una forma única de calcular la productividad. Por lo anterior, la realización de esta investigación parte de la evidencia empírica de que el uso del agua, independientemente de su origen, genera una determinada productividad que puede ser medida en función del valor de mercado del producto obtenido en su aplicación.

Dicho uso también implica que se ocupe una determinada mano de obra, que es variable en cantidad, y está en función del proceso productivo a que se dedique el agua, por lo que también se puede valorar la cantidad de empleos generados por unidad de agua.

De acuerdo con lo anterior, la productividad del agua se medirá en términos de ingreso, de beneficios y de empleo generado por metro cúbico de agua aplicado a los principales cultivos de riego que se explotan en el estado de Coahuila. También se hará una estimación del agua necesaria para producir un kilogramo de cada uno de los cultivos considerados para el análisis.

1.2 Metodología

En este apartado se describe la forma en que serán calculadas variables como el ingreso, los costos y los beneficios de cada cultivo, y cómo los resultados serán utilizados para determinar el valor de los indicadores de productividad utilizados para este estudio.

1.2.1 Cálculo de ingresos, costos y beneficios por hectárea de cultivo

El **Ingreso por hectárea** de cultivo es el monto total que se recibe el agricultor por la venta de la producción obtenida en una hectárea de cultivo, por lo que

¹³ "El Agua y La Agricultura". Página Citar correctamente Web:
<http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>

para su cálculo se multiplica el precio unitario de venta (p) por la cantidad (q) de producto.

Otra forma de obtener el ingreso por hectárea, consiste en dividir el valor de la producción total entre el número de hectáreas sembradas por el agricultor, por lo que extendiendo este concepto al ámbito estatal se puede estimar el ingreso por hectárea de cultivo dividiendo el valor de la producción (\$) entre la superficie sembrada (ha.)

$$\text{Ingreso por Hectarea} = \frac{\text{Valor de la Producción}}{\text{Superficie Sembrada}}$$

El **costo de producción por hectárea** se refiere a la valoración monetaria de los gastos en los que incurren los productores agrícolas para producir una hectárea de cultivo, incluyendo costos que van desde la preparación del suelo, siembra y fertilización, labores culturales, riegos, fitosanidad, hasta la cosecha y algunas veces la etapa de empaquetado.

En términos económicos el beneficio es la ganancia que obtiene el actor de un proceso económico. Por lo tanto, el **beneficio por hectárea** de cultivo es simplemente la diferencia entre los ingresos obtenidos por la venta de la producción obtenida en una hectárea y el costo total de cultivar dicha hectárea, es decir:

$$\text{Beneficio por Hectarea} = \text{Ingreso por Ha} - \text{Costo Total de Producción}$$

1.2.2 Estimación de gasto de agua riego por cultivo

En esta investigación el gasto de agua en cada cultivo se estimó utilizando como indicadores la lámina neta de riego y la lámina bruta requerida para producir en una hectárea de cultivo.

La **lámina neta** de aplicación de agua es la cantidad de agua que debe ser aplicada durante el riego con el fin de reponer el agua que ha utilizado el

cultivo durante la función fisiológica de la planta. Para calcular la lámina neta de aplicación de agua, se requiere conocer los siguientes datos:

1. La humedad disponible del suelo. (Capacidad de Campo – Punto de Marchitez Permanente)
2. El agotamiento de la humedad disponible del suelo.
3. La profundidad radical efectiva del cultivo.

La **lámina bruta** de riego se obtiene dividiendo la lámina neta entre la eficiencia de riego.

Fórmula:

$$Lb = \frac{Ln}{E.S.R.}$$

Dónde:

$Lb =$ La lámina bruta por riego en mm.

$Ln =$ La lámina neta por riego en mm.

$E.S.R. =$ Eficiencia de los Sistemas de Riego (para el caso de Coahuila se consideró la eficiencia de riego de sistemas intermedios de tecnificación como son los sistemas de aspersión y goteo)

1.2.3 Indicadores de productividad del agua

Para este estudio se van a utilizar como indicadores de la productividad del agua en los cultivos de riego en Coahuila, el ingreso por metro cúbico de agua ($\$/m^3$), el beneficio por metro cúbico de agua ($\$/m^3$), el empleo por metro cúbico y el gasto de agua por kilogramo de producto (litros por kilogramo). Adicionalmente se calcula un índice que permite evaluar la productividad de cada uno de los quince cultivos evaluados contra la productividad promedio del agua en los quince cultivos evaluados.

1) Ingresos por m³ de agua:

Son los ingresos que se obtienen por utilizar un metro cúbico de agua en la producción de los cultivos de riego, estos sin tomar en cuenta los costos totales de producción durante el proceso productivo.

$$\text{Ingreso por m}^3 \text{ de agua} = \frac{\text{Ingreso por Ha}}{\text{Gasto Total de Agua}}$$

2) Beneficio por m³ de agua:

Beneficios por metro cubico de agua se obtuvieron de dividir Beneficios por hectárea entre el gasto total de agua en metros cúbicos.

Este parámetro servirá para mostrar a los actores, ya sea productores del sector primario, organismos gubernamentales, privados y demás miembros de la sociedad que se interesen por la productividad que genera el agua, la ganancia neta (pesos), se obtiene por gasto total de agua para una hectárea (m³).

$$\text{Beneficio por m}^3 \text{ de agua} = \frac{\text{Beneficio por Ha}}{\text{Gasto Total de agua}}$$

3) Índice de Beneficio de los Cultivos

Compara la productividad de los cultivos contra la productividad promedio del agua en el Estado de Coahuila.

$$IBCultivo = \frac{\text{Beneficios x m}^3 \text{ de agua en Cultivo}}{\text{Beneficio x m}^3 \text{ de agua en Coah.}}$$

4) Rentabilidad por Hectárea:

Muestra la rentabilidad por Hectárea de los cultivos a través de los beneficios por hectárea.

$$R \times Ha = \frac{\text{Beneficio } x \text{ Ha}}{\text{Costo Total de Producción}} (100)$$

5) Empleo generado por m³ de agua:

Este indicador mide cuántos empleos se generan por metro cúbico de agua en cada cultivo y puede ser útil para que los actores del sector primario evalúen la eficiencia del agua en la generación de empleo. Dado que la información disponible sobre empleo en los cultivos comúnmente está expresada en jornales por hectárea, la fórmula para el cálculo de este indicador se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Jornales } x \text{ m}^3 \text{ de Agua} = \frac{\text{Jornales } x \text{ Ha}}{\text{Gasto Total de Agua}}$$

6) Gasto de Agua en Litros por Kilogramo de Cultivo producido:

Este parámetro indicará cuantos litros de agua se necesitan para producir un kilogramo de cultivo o producto, ya obtenidos los resultados se proseguirá a identificar cuáles son aquellos cultivos que utilizan mayores cantidades del liquido vital.

$$G.A. \frac{\text{litros}}{\text{kg}} = \frac{\text{Gasto Total de Agua (l)}}{\text{Producción (kg)}}$$

1.2.4 Procedimientos para obtención de información

Para evaluar la productividad del agua en cada uno de los cultivos seleccionados, se analizaron las siguientes variables, tomando como base datos promedios reportados por diversas fuentes, por lo que podría haber productores que tengan mayores o menores cifras a las reportadas para cada variable.

- Superficie sembrada agrícola por unidad de superficie y año
- Producción por unidad de superficie y año
- Valor de la producción agrícola por unidad de superficie y año
- Costo total de producción por hectárea
- Mano de obra necesaria por unidad de superficie
- Lámina de Riego Neta
- Eficiencia de los Sistemas de Riego por Goteo y Aspersión
- Lámina Bruta en metros cúbicos o Gasto Total del Agua en metro cubico

Los datos para la investigación se obtuvieron consultando sistemas de información como el Sistema Agroalimentario y de Consulta (SIACON) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), documentos disponibles en la Internet, y documentos relacionados con el tema a investigar.

Los datos de superficie sembrada, producción por unidad de superficie y valor de la producción agrícola se obtuvieron del SIAP y SIACON, información que fue utilizada para seleccionar los cultivos a estudiar y para calcular el ingresos por hectárea para cada uno de los cultivos seleccionados para el estudio

Los quince cultivos más importantes se seleccionaron tomando como criterios la superficie promedio sembrada y el promedio del valor de la producción reportada en las estadísticas oficiales en el período 2003-2008. La

regla de selección fue que los cultivos seleccionados aparecieran entre los 20 cultivos más importantes de la agricultura de riego en Coahuila considerando ambos criterios.

Se decidió trabajar con el promedio de seis años en lugar de los datos del último año porque cuando se usa información de un solo ciclo se corre el riesgo de que el dato no sea representativo de lo que ha ocurrido en los años recientes, pues, por ejemplo, el valor de la producción puede verse afectado de manera notable por variaciones de precios o de rendimientos, variaciones que se eliminan al promediar varios años.

El cálculo del ingreso por hectárea para cada cultivo se determinó dividiendo el promedio del valor de la producción entre el promedio de la superficie cosechada en el período 2003-2008, considerando los valores a precios constantes del año 2008. Esta forma de cálculo permite tomar en cuenta tanto las variaciones en rendimiento como las variaciones en los precios de los productos que pudiesen haberse presentado en un lapso de cinco años, lo que hace más confiable la estimación.

Aunque se reconoce que el promedio no necesariamente refleja la realidad de todos los productores, se considera que es una buena opción estimar los resultados que obtienen los agricultores coahuilenses bajo condiciones de riego, no obstante que cada productor enfrenta condiciones ambientales y dispone de tamaños de superficie diferentes y no tiene el mismo capital, lo que afecta su producción y productividad.

Los costos con los que se trabajara en los 15 cultivos se obtuvieron en entrevista con funcionarios de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Coahuila, y también los publicados por el SIACON y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental La Laguna, o se obtuvieron mediante entrevistas no estructuradas a productores del Estado.

La limitación de la información, puede ser que son costos promedios y que para algunos productores pueden ser altos o bajos dependiendo la modalidad que usen en su producción, ya que algunos producen con tecnología de punta y otros con tecnología tradicional o baja; además también depende de la región donde se siembre el cultivo ya que las condiciones climatológicas no son iguales en todas las regiones o municipios del estado de Coahuila.

La mano de obra necesaria por unidad de superficie, se encontró disponible en términos de jornales; para algunos cultivos estos se obtuvieron de los costos de producción de los cultivos en el Estado, otra fuente fueron los Manuales para Educación Agropecuaria de la editorial SEP-TRILLAS y documentos disponibles en la Internet, ésta información de igual forma contempla sus limitantes, ya que para algunos cultivos los requerimientos en mano de obra en términos de jornales son datos de bibliografía o son los que utilizan los mismos cultivos pero no necesariamente son para el estado de Coahuila .

Los requerimientos netos de agua de riego para los cultivos bajo análisis fueron obtenidos de diferentes fuentes, entre las que se cuentan el Departamento de Riego y Drenaje de la UAAAN, especialistas de pastos de la UAAAN, Manuales para Educación Agropecuaria de la editorial SEP-TRILLAS y Tesis de Licenciatura realizadas en la UAAAN.

La Eficiencia de los Sistemas de Riego se obtuvo de la publicación “Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica” Editado por FIRA en la Serie Agricultura. Riego y Drenaje. Considerando que en Coahuila lo sistemas de riego tecnificado que se usan con más frecuencia son Aspersión y Goteo; se consideró una eficiencia promedio del 64%.

Está información contempla los requerimientos técnicos generales de agua, siendo su limitante que son datos de literatura, y que el gasto o requerimiento de agua varía según las condiciones climatológicas, temperatura,

humedad, suelos, latitudes, vientos, etc. Puesto que no es lo mismo una necesidad de agua en un cultivo, en un estado del Norte que a uno de Sur donde la disponibilidad de agua es mayor. Además también depende de los sistemas de riego que se utilicen para el regadío de los cultivos, ya que cada sistema posee diferentes eficiencias. De igual manera la eficiencia utilizada del 64% por medio de los dos sistemas antes mencionados, no es la que utilizan todos los productores y no solo se usan esos dos sistemas, ya que también predominan en gran medida los riegos: rodado, cintilla, gravedad, surcos, drenaje, entre otros.

1.2.5 Procedimiento para la selección de cultivos a estudiar

En la selección de los cultivos a estudiar se inició **analizando las estadísticas de todos los cultivos de riego del** estado de Coahuila; las cuales fueron obtenidas en el Sistema Agroalimentario y de Consulta (SIACON) y en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Se analizaron datos del 2003-2008, para un total de 73 cultivos, utilizando la superficie sembrada y el valor de la producción como indicadores para seleccionar los más importantes en el Estado, explotados bajo condiciones de riego. Para facilitar el análisis y la selección de cultivos la información de cada indicador se redujo a un solo valor por cultivo, utilizando para ello la media o promedio de los datos recabados. La media, es una forma de resumir la información de una distribución, suponiendo que cada observación tendría la misma cantidad de la variable.¹⁴

Dados los n números a_1, a_2, \dots, a_n , la **media aritmética** se define simplemente como:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{a_1 + \dots + a_n}{n}$$

¹⁴ Wikipedia, la inciclopedia libre “Media Aritmetica”, (pagina web) http://es.wikipedia.org/wiki/Media_aritm%C3%A9tica

Una vez obtenidos los valores promedio de las superficies sembradas y del valor de la producción para cada cultivo, se procedió a ordenar los cultivos mediante valores de mayor a menor seleccionando a los 20 primeros en cuanto a superficie y los 20 primeros en cuanto a valor.

Para la obtención de la lista definitiva de cultivos a estudiar, se seleccionaron los 15 que estuviesen en los primeros lugares de ambos indicadores, aplicando el siguiente procedimiento: Si un cultivo estaba en los primeros 20 en cuanto a superficie, pero no en cuanto a valor se desechaba; si estaba entre los primeros de valor pero no en superficie, se desechaba, de modo que los cultivos seleccionados fueron aquellos que ocupan los primeros lugares tanto en valor como en superficie. Por ejemplo, si en la lista de los primeros 20 cultivos en superficie sembrada se encontraba Alfalfa y también aparecía entre los primeros veinte en cuanto a valor, entonces se seleccionó para calcular su productividad, mientras que si en el primer indicador se encontraba Sorgo Grano y en el segundo no, era causa de eliminación.

CAPITULO II

LA AGRICULTURA DE RIEGO EN EL ESTADO DE COAHUILA

En este capítulo se describe la importancia de la agricultura de riego en el estado de Coahuila tomando como criterios de selección los valores promedio de superficie y el valor de la producción para los años 2003-2008, de igual forma se mencionan algunos aspectos relevantes que tienen los cultivos seleccionados para el estudio de productividad.

2.1 Superficie de riego en el estado de Coahuila

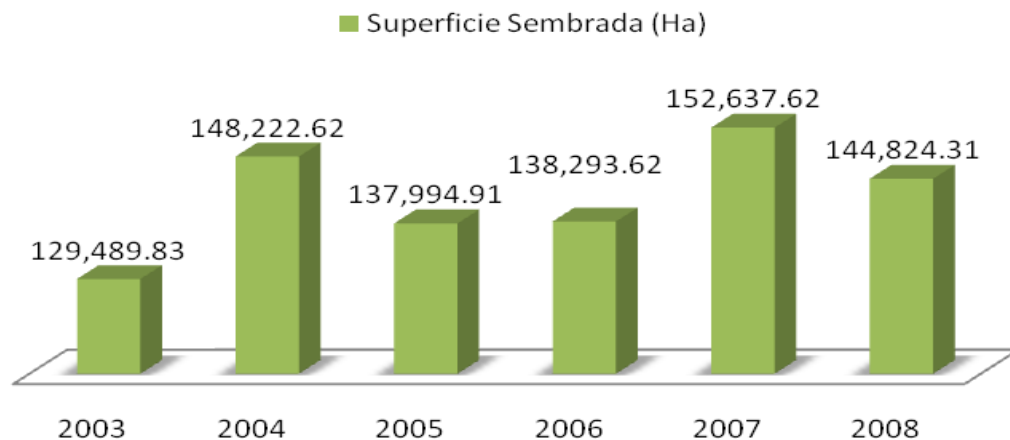
Durante el período 2003-2008 en Coahuila se cultivan en promedio 292,195 hectáreas anuales, de las que 141,911 hectáreas son de riego y el resto (150,284) de las hectáreas corresponden a la agricultura de temporal, que en porcentajes corresponden a 49% y 51% respectivamente.

No obstante lo extenso que es el Estado, presenta fuertes variaciones en cuanto a precipitación y disponibilidad de agua para riego, por ejemplo en el período 2003 a 2008 se observa que la superficie sembrada de bajo riego fluctuó entre las 129,490 ha registradas en el 2003 y las 144,824 ha sembradas en el 2008 (Figura 2.1.1), con un promedio para el período de 141,911 hectáreas bajo el régimen de riego.

Las variaciones en la superficie irrigada en el Estado se asocian a diversos factores, entre los que destacan la variación en la disponibilidad de agua en la presas que abastecen a la zona agrícola de La Laguna y al abandono de algunas áreas de riego por falta de recursos económicos y/o baja rentabilidad de las actividades agrícolas que en ellas se realizan.

El estado de Coahuila cuenta con 26 acuíferos, de los 9 están sobreexplotados, destacando El Principal, en la Región Laguna, El Saltillo-Ramos Arizpe y el de Monclova, en los que la extracción es el doble de la recarga lo que se traduce en continuo descenso de los niveles de bombeo y el consecuente aumento de los costos de riego. En el Informe de Evaluación 2005 del Programa de Fomento Agrícola se reporta que para lograr un uso más eficiente de agua de riego se requiere tecnificar al menos 100,000 hectáreas y revestir cerca de 1,700 km de canales¹⁵.

Figura 2.1.1 Comportamiento de la superficie sembrada bajo riego (2003-2008)



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008

2.2 Presas de almacenamiento en Coahuila

Las principales presas localizadas en el Estado son la Amistad, la Venustiano Carranza, la Fragua, la Noche Buena, la Centenario y la San Miguel. La presa la Amistad¹⁶ se ubica en el municipio de Acuña y tiene una capacidad de almacenamiento de 7,050 millones de metros cúbicos. La Venustiano Carranza

¹⁵ Informe de Evaluación Estatal. Programa de Fomento Agrícola. Coahuila, México, septiembre de 2007.

¹⁶ Es una obra internacional ejecutada conjuntamente por los Gobiernos de México y los Estados Unidos de América.

(Don Martín) capta aguas del río Salado y se localiza en el municipio de Juárez, tiene una capacidad de captación de hasta 1,322 millones de metros cúbicos, aunque cabe señalar que sus aguas se usan para irrigar tierras del estado de Nuevo León. La Fragua, que riega alrededor de 3,600 ha. de los municipios de Jiménez y Piedras Negras y su afluente es el río San Rodrigo, almacena 45.7 millones de metros cúbicos y se ubica en el municipio de Jiménez. La presa Noche Buena capta escurrimientos del arroyo Noche Buena, afluente del Río Bravo, y se ubica en el municipio de Ocampo, tiene una capacidad para regar 1,300 ha. Las presas Centenario y San Miguel captan agua de los escurrimientos del río San Diego y tienen una capacidad de almacenamiento de 25.6 y 20.2 millones de metros cúbicos, respectivamente.

Otras presas con las que se beneficia la agricultura coahuilense, pero que no se localizan en territorio estatal si no en el estado de Durango, son la Presa Lázaro Cárdenas (El Palmito), con una capacidad de 3,386 millones de metros cúbicos y la presa Francisco Zarco (Las Tórtolas), con capacidad de 436 millones de metros cúbicos, mismas que atienden a los 5 municipios de la Región Laguna.

La infraestructura de conducción consiste en 3,152 km de canales primarios y secundarios, de los que 1,638 km se localizan en el DDR- Laguna, estando revestidos sólo el 52%. En los DDR Acuña, Sabinas y Monclova, la infraestructura estimada es de 1,414 km, de los cuales solamente el 29% están revestidos. La falta de revestimiento de canales, tanto primarios como secundarios, es el origen de fuertes pérdidas de agua por conducción debido a infiltración¹⁷.

¹⁷ Evaluación Alianza Contigo 2003. Informe de Evaluación Estatal. Programa Fomento Agrícola. Problemática Agrícola y su atención por la Alianza para el Campo. Coahuila, México, septiembre, 2004.

2.3 Principales cultivos de agricultura de riego

Los principales cultivos de riego en el Estado se definieron tomando en cuenta que fuesen los que ocupan mayor superficie sembrada y tienen mayor valor de la producción.

Durante el período de los 6 años de estudio (2003-2008) Coahuila registra 73 especies diferentes, sin embargo 15¹⁸ de ellas ocuparon el 93.43% de la superficie sembrada y aportaron el 92.73% del valor de la producción agrícola estatal durante el mismo período. Tomando como base su participación en estas dos variables, los cultivos más importantes son Alfalfa Verde, Sorgo Forrajero Verde, Avena Forrajera, Pastos, Algodón Hueso, Nuez, Maíz Forrajero, Trigo Grano, Maíz Grano, Sorgo Escobero, Melón, Manzana, Papa, Sandía y Tomate Rojo. Estos cultivos son los que se seleccionaron para evaluar la productividad del agua en Coahuila.

2.3.1 Superficie sembrada

Durante el período 2003-2008, en Coahuila se sembró una superficie en promedio anual de 141,910.49 hectáreas de cultivos bajo riego. El 93.43% de la superficie corresponde a la utilizada por los 15 cultivos (cuadro 2.3.1.1) y el 6.57% a otros cultivos¹⁹.

Tomando en consideración los cultivos que se encuentran arriba de las 10,000 hectáreas en superficie se encuentran por orden de importancia Alfalfa Verde, Sorgo Forrajero Verde, Avena Forrajera, Pastos, Algodón Hueso, Nuez y Maíz Forrajero. Cabe señalar que entre la Alfalfa, Sorgo Forrajero y Avena Forrajera concentran el 43.35% de la superficie sembrada total del Estado.

¹⁸ Para determinar los principales cultivos se consideraron las variables superficie sembrada y valor de la producción.

¹⁹ Como se mencionó anteriormente en Coahuila en el período 2003-2008 se sembraron 73 especies, pero para la presente investigación se consideran 15 más importantes en cuanto a valor de la producción y la superficie, por lo que el rubro de otros cultivos se consideran todos aquellos cultivos de menor importancia en cuanto a las dos variables mencionadas.

Otro aspecto a resaltar es que entre los principales cultivos, los que predominan en gran número de participación son el grupo de los forrajes.

Cuadro 2.3.1.1 Superficie sembrada en Coahuila de los 15 principales cultivos de riego 2003-2008 (ha).

Cultivos	Años						Promedio	TMCA
	2003	2004	2005	2006	2007	2008		
ALFALFA VERDE	24,725	24,299	24,373	23,530	23,100	22,980	23,834	-1.45
SORGO FORRAJERO VERDE	22,192	20,208	16,856	24,499	26,964	25,423	22,690	2.76
AVENA FORRAJERA	13,418	15,335	15,022	11,659	17,950	16,565	14,991	4.30
PASTOS	12,079	12,611	12,529	11,594	11,209	10,966	11,831	-1.91
ALGODÓN HUESO	4,569	12,120	14,299	11,291	14,858	12,046	11,530	21.40
NUEZ	9,948	9,948	10,184	11,715	12,252	12,603	11,108	4.85
MAÍZ FORRAJERO	7,097	10,674	10,665	11,659	12,438	12,044	10,763	11.16
TRIGO GRANO	3,337	5,155	6,443	5,129	5,995	5,609	5,278	10.95
MAÍZ GRANO	4,744	6,068	4,561	4,509	4,716	5,347	4,991	2.42
SORGO ESCOBERO	5,508	3,835	4,654	4,597	5,096	3,002	4,448	-11.43
MELÓN	3,544	3,805	3,898	4,039	4,046	4,652	3,997	5.59
MANZANA	3,930	3,930	3,930	3,968	3,053	3,053	3,644	-4.92
PAPA	1,683	2,055	1,544	1,015	1,429	777	1,417	-14.32
SANDIA	1,285	1,293	1,159	1,092	839	1,363	1,172	1.19
TOMATE ROJO	551	735	1,007	804	1,208	1,006	885	12.79
OTROS CULTIVOS	10,880	16,154	6,872	7,196	7,489	7,389	9,330	-7.45
ESTADO	129,490	148,223	137,995	138,294	152,638	144,824	141,911	2.26

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008

2.3.2 Valor de la producción

Por su participación en el valor promedio de la producción agrícola, los cultivos más importantes en Coahuila son Alfalfa Verde, Nuez, Algodón Hueso, Sorgo Forrajero Verde, Papa, Melón, Maíz Forrajero, Avena Forrajera, Manzana, Pastos, Tomate Rojo, Sorgo Escobero, Sandía, Trigo Grano y Maíz Grano. De

los cuales los primeros 7 mencionados aportan poco más del 70% al valor de la producción estatal (Cuadro 2.3.2.1).

Cuadro 2.3.2.1 Valor de la producción en Coahuila de los 15 principales cultivos de riego 2003-2008 (ha).

Cultivos	Años						Promedio	TMCA
	2003	2004	2005	2006	2007	2008		
ALFALFA VERDE	621,802	480,065	578,841	642,606	687,628	785,837	632,796	4.79
NUEZ	329,509	468,376	498,175	399,469	453,238	307,703	409,412	-1.36
ALGODÓN HUESO	151,617	333,619	382,222	336,251	444,910	369,661	336,380	19.51
SORGO FORRAJERO VERDE	240,316	241,955	162,058	308,048	372,381	384,156	284,819	9.84
PAPA	331,147	337,428	377,896	236,819	245,783	140,584	278,276	-15.75
MELÓN	173,184	169,773	310,986	240,189	300,394	306,031	250,093	12.06
MAÍZ FORRAJERO	87,285	129,607	158,136	251,489	235,161	293,508	192,531	27.45
AVENA FORRAJERA	142,041	114,427	146,257	108,786	192,609	193,208	149,555	6.35
MANZANA	28,108	175,759	161,435	231,665	103,692	161,205	143,644	41.81
PASTOS	161,237	147,175	140,958	131,660	112,152	126,737	136,653	-4.70
TOMATE ROJO	80,884	67,700	83,032	81,687	239,198	197,684	125,031	19.57
SORGO ESCOBERO	41,880	32,311	35,917	49,703	52,860	34,972	41,274	-3.54
SANDIA	49,514	16,670	56,672	36,370	35,080	37,884	38,698	-5.21
TRIGO GRANO	12,024	25,171	25,652	27,635	21,778	83,068	32,555	47.19
MAÍZ GRANO	23,767	41,099	20,684	18,444	30,369	39,580	28,991	10.74
OTROS CULTIVOS	292,967	245,640	246,455	188,857	229,817	244,495	241,372	-3.55
ESTADO	2,767,282	3,026,775	3,385,374	3,289,676	3,757,049	3,706,314	3,322,078	6.02

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008

Los otros cultivos de menos importancia participan con un bajo porcentaje del valor de la producción estatal del 7.27% y el resto de mayor importancia se les otorga a los 15 principales cultivos.

En promedio del 2003 al 2008 se obtuvo un valor de 3, 322,078.44 miles de pesos a nivel estatal de los cuales los mismos 7 cultivos antes mencionados aportaron la cifra de 2, 384,306.74 miles de pesos para ese mismo período.

2.4 Descripción de los principales cultivos

A continuación se hace una descripción general de los principales cultivos conforme al grado de importancia en cuanto a las dos variables.

El cultivo de mayor importancia en el Estado es la **Alfalfa Verde**, con una superficie sembrada y un valor de la producción de 16.80% y 19.05% respectivamente. Este cultivo se localiza principalmente en la Región Laguna, ya que esta concentra el 85.3% del inventario estatal de ganado lechero y constituye el principal destino para este forraje²⁰. En promedio de 2003 a 2008 se sembraron 23,834 hectáreas, con un máximo de 24,725 hectáreas en 2003 y un mínimo de 22,980 para 2008, lo que representa una disminución en la superficie sembrada con una tasa media de crecimiento del -1.45% lo que significa una disminución de 1,745 hectáreas que dejaron de sembrarse y a la vez de regarse. El valor de la producción en estos años arrojan una TMCA de 4.79%.

Como segundo cultivo de importancia se encuentra **Sorgo Forrajero Verde**, este representa el 15.99% en cuanto a la participación de la superficie en el Estado, aunque en valor de la producción ocupa el 4to lugar con una aportación de 284,819 miles de pesos, lo que representa casi el 8.6% del total en el Estado. Este cultivo ha tenido incrementos en su superficie sembrada y en el valor de la producción que se reflejan en una TMCA del 2.76% y 8.57% respectivamente.

La **Avena Forrajera** este cultivo tiene una participación de casi del 11% en la superficie, y en cuanto a valor se refiere ocupa el octavo lugar, con 149,555 miles de pesos que representan el 4.5%. La superficie sembrada de este cultivo en el período se ha incrementado lo que representa una TMCA del 4.30% así mismo para el valor de la producción de un 4.50%.

²⁰ Evaluación Alianza Contigo 2003. Informe de Evaluación Estatal. Programa de Fomento Agrícola. Problemática Agrícola y su atención por la alianza para el campo. Coahuila, México, septiembre, 2004. Pág. 22.

De los **Pastos** su superficie sembrada se mantiene estable para los primeros tres años del análisis, y para los tres siguientes observa que se han dejado de sembrar poco más de las 1,100.00 hectáreas lo que representa una TMCA de -1.91%, en el período de estudio, esto tal vez a la poca disponibilidad de agua y demás aspectos que favorecen la producción en esas regiones. En el valor de la producción ha disminuido ya que por sus cifras ocupa el décimo lugar en importancia, con un promedio de 136,653 miles de pesos, con un máximo de 161,237 en el primer año y un mínimo de 126,737 las que arrojan un TMCA de -4.70%.

El quinto lugar lo ocupa el **Algodón Hueso**, en 2003 este cultivo ocupaba tan sólo 4,569 hectáreas y para 2008 registró 12,046 con una TMCA del 21.40%, sin duda uno de los mayores crecimientos en cuanto a superficie en los últimos años. El Algodón Hueso ocupa el tercer lugar entre los cultivos de riego en cuanto a valor de la producción, con una participación del 10.13% en el total estatal, en parte debido a que el valor de la su producción creció a un ritmo semejante al de la superficie (19.51%).

El sexto lugar le corresponde a la **Nuez**, perteneciente al grupo de los frutales que mayormente predominan en el estado de Coahuila. Durante el período 2003-2008 se sembraron en promedio 11,108 hectáreas, con una TMCA del 4.85% en el período. Esta fruta se concentra en el Sureste, Norte y Laguna. En cuanto al valor de la producción la nuez ocupa el segundo lugar entre los cultivos de riego del Estado, con un porcentaje del 12.32%, no obstante que esta variable registró una TMCA del -1.36% entre el 2003 y el 2008.

Maíz Forrajero con un promedio de 10,763 hectáreas para 2003-2008, con una TMCA del 11.16%. El aumento registrado en la superficie sembrada se refleja en un crecimiento en el valor de la producción que registra una TMCA del 27.45%, que lo ha llevado a ubicarse entre los 7 cultivos que representan el 71.77% del total del valor producido bajo riego en Coahuila.

Trigo Grano ocupa el octavo lugar en superficie sembrada, este cultivo ha tenido cifras estables con una superficie promedio de 5,278 ha. y una TMCA del 10.95%, en cuanto a el valor de la producción se encuentra en el penúltimo lugar de los 15 cultivos principales, con una participación de casi el 1%, aunque sus cifras en miles de pesos han venido en aumento ya que para el 2003 aportó con 12,024 miles de pesos y para el último año del período fue de 83,068 miles de pesos, sin duda un crecimiento considerable de una TMCA del 47.19%.

Maíz Grano este cultivo ha presentado cifras inestables en el período de estudio, ocupa una superficie promedio de más de 4,900 hectáreas con una TMCA del 2.42%, y representa el 3.52% de la superficie estatal bajo riego. En valor es el que ocupa el último lugar de los 15 cultivos en estudio, participando con 0.87% del total; presentó su cifra más alta para el 2004 de 41,099.17 miles de pesos. En promedio genera al Estado 28,991 miles de pesos que representa una TMCA del 10.74%.

El cultivo del **Sorgo Escobero** ocupa en cuanto a superficie sembrada el décimo lugar con un porcentaje del 3.13% lo que representa la cifra de 4,448 hectáreas en promedio, considerando una tasa de crecimiento anual en el período 2003-2008 negativa de -11.43% lo cual indica que el cultivo ha venido disminuyendo su superficie de siembra. De igual forma en valor de la producción se encuentra en el décimo segundo lugar con un valor promedio de 41,274 miles de pesos cifra que representa 1.24% para el período 2003-2008, con una tasa de crecimiento negativa de -3.54%, razones señalan que el cultivo ha venido perdiendo importancia en el Estado.

En cuanto a las Hortalizas: **Melón, Papa, Sandía y Tomate Rojo**, ocupan el 11°, 13°, 14° y 15° lugar respectivamente de superficie sembrada.

El Estado es uno de los principales productores de melón y la producción se concentra en la Laguna, donde predominan pequeños productores, y en

Parras, donde se ubican los productores a gran escala orientados a la exportación. Se considera que las mayores limitaciones para la expansión del cultivo son la disponibilidad de agua y problemas de mercado, sobre todo en la Laguna. El Melón ha registrado una tasa de crecimiento en su superficie del 5.59%, y en promedio considera 3,997 hectáreas que son representadas por el casi 3% en su participación porcentual en el Estado. En el valor de la producción el Melón ocupa el sexto lugar, participando con el 7.53% durante el período; en 2003 aportó 173,184 miles de pesos y para el 2008 la cantidad aumentó en 306,031 miles de pesos, con una tasa de crecimiento anual del 12.06%.

La Papa es un cultivo intensivo en el uso de capital y de tecnología, se caracteriza por niveles altos de utilización de agroquímicos y el uso de semilla importada o producida en otros Estados. La producción se realiza en condiciones de riego, pero enfrenta problemas de abastecimiento de pozos y alto costo de energía eléctrica y de control fitosanitario. La producción se localiza en casi en su totalidad en Arteaga. En promedio del 2003 a 2008 se han sembrado 1,417 hectáreas mostrando una disminución en su superficie de con una TMCA del -14.32%, con un máximo de 1,638 ha en el primer año y con un mínimo de 777 ha para el último año debido a que el cultivo se está abandonando debido a fuertes problemas fitosanitarios. En valor de la producción la Papa ocupa el quinto lugar con una participación de 8.38% de igual forma cuenta para el período de análisis con una TMCA negativa de -15.75%.

La Sandía en promedio se han sembrado en el período 1,172 hectáreas con una participación porcentual de 0.83%, siendo su crecimiento anual de tan sólo 1.19%, en cuanto al valor producido ocupa el 13° lugar sus cifras en miles de pesos no han sido del todo estables ya que su TMCA así lo demuestra siendo negativa en su crecimiento del -5.21%.

El Tomate Rojo presenta altibajos en cuanto a superficie sembrada, con un promedio de 885 hectáreas sembradas durante 2003 a 2008, siendo su participación porcentual de apenas 0.62% en la superficie estatal de riego. Ocupa el lugar 11 en cuanto a valor de producción siendo su participación de 3.76%. Su TMCA para superficie sembrada es de 12.79% y en valor de la producción ha tenido un crecimiento anual del 19.57%.

Manzana esta fruta ocupa el décimo primer lugar en cuanto a superficie sembrada y en valor de la producción ocupa el noveno; y su producción se concentra en el municipio de Arteaga. Este cultivo presenta comportamientos estables en sus cifras en el periodo referido, en promedio se han sembrado 3,644 hectáreas, mismas que representan el 2.57% de la participación porcentual total en el Estado, durante 2003 y 2008 su superficie ha mostrado una disminución anual del -4.92%. Las cifras en términos de valor pasaron de 28,108 miles de pesos en el 2003 a y 161,2050 en el 2008, con una TMCA del 41.81%.

En resumen los cultivos que se encuentran en auge de acuerdo a la superficie sembrada son: Algodón Hueso, Maíz Forrajero, Trigo Grano, Tomate Rojo, Melón, Sorgo Forrajero, Maíz Grano, Nuez y Avena Forrajera ya que estos se encuentran por arriba de la TMCA que arrojan todos los cultivos de agricultura de riego en el Estado y los cultivos que se están abandonando son Alfalfa Verde, Pastos, Sorgo Escobero, Manzana, Papa y Sandía pues su TMCA de cada uno de ellos arroja crecimientos negativos o bajos en comparación a la TMCA de todos los cultivos de riego.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE RIEGO

En este capítulo se presentan los resultados del Análisis de la Productividad del Agua de Riego en los Principales Cultivos del estado de Coahuila en el período de 2003-2008. El análisis se realiza para cada uno de los parámetros de productividad que se calcularon para los 15 cultivos de riego seleccionados en la agricultura de Coahuila, a saber: ingreso por metro cúbico de agua, beneficio por metro cúbico de agua, empleo por metro cúbico de agua y cantidad de agua por kilogramo de cosecha.

3.1 Ingresos por hectárea

El ingreso por hectárea de los principales cultivos, se obtuvo dividiendo los valores de la producción promedio de cada uno de ellos entre la superficie sembrada promedio en el período 2003-2008, este parámetro da a conocer cuántos pesos se genera en una hectárea cultivada sin tomar en cuenta los costos de producción que incurren para su siembra.

En promedio los 15 cultivos generan un ingreso por hectárea de 42,563 pesos; los cultivos que se encuentran por arriba de la media son: tomate rojo, papa y melón. Los cultivos que se encuentran muy por abajo de la media son sorgo forrajero, avena forrajera, pastos, maíz forrajero, trigo grano, maíz grano y sorgo escobero.

Los productores de papa son los que mayores ingresos por hectárea obtienen en el Estado, ya que alcanzan un monto de 196,361 pesos por hectárea, seguidos por los productores de tomate rojo con 141,272 pesos por

hectárea y la tercera posición la ocupa el melón con 62, 564 pesos por hectárea (Cuadro 3.1.1) Aunque estos cultivos se encuentran dentro de los últimos cinco lugares en cuanto a superficie sembrada. Sus rendimientos estatales son de los más altos y se encuentran en el rango de 26 a 35 toneladas por hectárea y sus precios de venta están entre los **más altos pues oscilan de los 2,500 a los 5,700 pesos por toneladas**, lo que da como resultado ingresos por hectárea altos.

Cuadro 3.1.1 Ingresos por hectárea de los principales cultivos de riego

<i>Cultivos</i>	<i>Superficie Sembrada (Ha)</i>	<i>Producción (Ton)</i>	<i>Rendimiento (Ton/Ha)</i>	<i>Precio (\$/Ton)</i>	<i>Valor (Pesos)</i>	<i>Ingreso por Hectárea (Pesos/Ha)</i>
ALFALFA VERDE	23,834	1,746,389	74.43	362.35	632,796,473	26,550
SORGO FORRAJERO VERDE	22,690	802,039	35.66	355.12	284,818,850	12,552
AVENA FORRAJERA	14,991	456,416	31.68	327.67	149,554,774	9,976
PASTOS	11,831	373,813	31.64	365.57	136,653,073	11,550
ALGODON HUESO	11,530	55,329	4.82	6,079.58	336,379,958	29,173
NUEZ	11,108	11,614	1.16	35,250.24	409,411,517	36,856
MAIZ FORRAJERO	10,763	488,126	45.42	394.43	192,530,999	17,888
TRIGO GRANO	5,278	12,810	2.48	2,541.44	32,554,574	6,168
MAIZ GRANO	4,991	11,771	2.37	2,462.84	28,990,611	5,809
SORGO ESCOBERO	4,448	18,162	4.15	2,272.53	41,273,709	9,278
MELON	3,997	99,215	26.65	2,520.72	250,092,792	62,564
MANZANA	3,644	28,949	8.39	4,962.02	143,644,066	39,419
PAPA	1,417	48,330	34.09	5,757.82	278,276,150	196,361
SANDIA	1,172	31,587	30.81	1,225.12	38,698,273	33,031
TOMATE ROJO	885	31,615	35.58	3,954.77	125,030,832	141,272
Promedio de los 15 Cultivos						42,563

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008.

Los cultivos cuyos rendimientos promedio se encuentran en el rango de 30.0 a 75.0, toneladas por hectárea y sus precios pagados al productor de igual manera son altos en comparación al país incluyen a la alfalfa, avena forrajera, pastos, maíz forrajero, papa, sandía y tomate rojo, lo que explica el porqué estos cultivos tienen ingresos por hectárea considerables.

Comparando los resultados se observa que los cultivos que ocupan la mayor parte de la superficie estatal (alfalfa, sorgo forrajero, avena forrajera, pastos y algodón hueso), sus ingresos por hectárea son inferiores en cuanto a los que ocupan una superficie inferior (tomate rojo, sandia, papa, manzana y melón) y que sin embargo demuestran que sus ingresos por hectárea son más altos. La disyuntiva es seguirlos cultivando o cambiar hacia otros de mayor ingreso.

3.2 Ingresos por m³ de agua

Para conocer cuántos pesos de ingreso por metro cúbico de agua utilizados se obtienen de cada cultivo se utilizaron las variables de gasto total de agua por metro cúbico e ingresos por hectárea.

Cuadro 3.2.1 Ingresos obtenidos por la aplicación de un metro cúbico de agua a una hectárea de los principales cultivos de riego.

<i>Cultivos</i>	<i>Lámina de Riego Neta (mm)</i>	<i>Eficiencia de Riego (Aspersión y Goteo)</i>	<i>Lámina Bruta de Riego (mm)</i>	<i>Gasto Total de Agua (m3)</i>	<i>Ingreso/Ha (\$)</i>	<i>Ingreso/m3 de Agua (\$/m3)</i>
ALFALFA VERDE	770	0.64	1,203.13	12,031	26,550	2.21
SORGO FORRAJERO VERDE	550	0.64	859.38	8,594	12,552	1.46
AVENA FORRAJERA	375	0.64	585.94	5,859	9,976	1.70
PASTOS	400	0.64	625.00	6,250	11,550	1.85
ALGODON HUESO	1250	0.64	1,953.13	19,531	29,173	1.49
NUEZ	1100	0.64	1,718.75	17,188	36,856	2.14
MAIZ FORRAJERO	720	0.64	1,125.00	11,250	17,888	1.59
TRIGO GRANO	600	0.64	937.50	9,375	6,168	0.66
MAIZ GRANO	750	0.64	1,171.88	11,719	5,809	0.50
SORGO ESCOBERO	400	0.64	625.00	6,250	9,278	1.48
MELON	602	0.64	940.63	9,406	62,564	6.65
MANZANA	1200	0.64	1,875.00	18,750	39,419	2.10
PAPA	550	0.64	859.38	8,594	196,361	22.85
SANDIA	625	0.64	976.56	9,766	33,031	3.38
TOMATE ROJO	500	0.64	781.25	7,813	141,272	18.08
Promedio de los 15 Cultivos						4.54

Fuente: Cálculos propios, a partir de información de Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica, FIRA y Cuadro 3.1.1 Ingresos por hectárea de los principales cultivos de riego.

Como resultado del análisis se encontró que el ingreso promedio por metro cúbico de agua aplicado en los quince cultivos analizados es \$4.54. Los cultivos de tomate rojo, papa y melón se ubican por encima del promedio de productividad, mientras que los cultivos 12 cultivos restantes alcanzan una productividad del agua inferior a la que se logra en conjunto para todos los cultivos analizados (Cuadro 3.2.1).

Los tres cultivos que arrojaron mayores ingresos por metro cúbico de agua fueron por orden de importancia: papa, tomate rojo y melón; los cuales oscilan entre los 6 y los 23 pesos de ingresos por la utilización de 1,000 litros de agua.

De entre los cultivos analizados, el Maíz y Trigo para grano son los que generan menores ingresos por unidad de agua, pues ni siquiera aportan un peso de ingreso por metro cúbico. Otros cultivos con bajos niveles de ingreso son forrajes y frutales (cuadro 3.2.1).

De acuerdo a los datos señalados y considerando solamente el nivel de ingreso generado por metro cúbico de agua, podríamos decir que los cultivos más atractivos son papa, tomate y melón ya que entre los tres aportan en un promedio de \$16 por metro cúbico de agua, sin embargo habría que analizar si realmente se encuentran entre los cultivos que generan mayor rentabilidad, lo que se analiza en el apartado siguiente.

3.3 Beneficios por hectárea

El ingreso por hectárea es un indicador de productividad que no toma en cuenta los costos en los que incurre el productor para generar el ingreso, de manera que puede haber cultivos que generen un alto ingreso por hectárea, pero que no sean rentables. Por ello es necesario tomar en cuenta los beneficios por hectárea de cultivo y la productividad del agua en términos de beneficios por metro cúbico. Los beneficios por hectárea se calcularon restándole a los ingresos por hectárea los costos de producción por hectárea.

Los quince cultivos arrojan un beneficio promedio por hectárea de 21,733 pesos. Los cultivos que se encuentran por arriba de la media son nuez, melón, papa y tomate rojo. Los cultivos restantes se encuentran muy por debajo de la media, siendo algunos de ellos negativos en su beneficio por hectárea.

Los cultivos que muestran mayores niveles de beneficios por hectárea son, por orden de importancia, Papa, Tomate Rojo, Melón, Manzana, Nuez y Sandía; aunque casi todos ellos presentan la desventaja de que requieren cuantiosas inversiones para su producción, tal es el caso de papa, manzana, tomate rojo y sandía cuyo costo de producción está por encima de los 20,830 pesos, que es el costo promedio para la producción de una hectárea considerando 15 cultivos estudiados (Cuadro 2 Anexo)

Cuadro 3.3.1. Beneficio por hectárea de los principales cultivos de riego

<i>Cultivos</i>	<i>Ingreso/Ha (\$)</i>	<i>Costo Total por Hectárea (\$)</i>	<i>Beneficio por Ha (\$)</i>
ALFALFA VERDE	26,550	19,345.00	7,205
SORGO FORRAJERO VERDE	12,552	15,104.18	-2,552
AVENA FORRAJERA	9,976	6,633.30	3,343
PASTOS	11,550	7,211.52	4,339
ALGODON HUESO	29,173	21,288.46	7,885
NUEZ	36,856	14,160.80	22,695
MAIZ FORRAJERO	17,888	13,636.36	4,252
TRIGO GRANO	6,168	11,740.00	-5,572
MAIZ GRANO	5,809	13,908.76	-8,100
SORGO ESCOBERO	9,278	7,350.00	1,928
MELON	62,564	20,254.00	42,310
MANZANA	39,419	30,000.00	9,419
PAPA	196,361	84,360.00	112,001
SANDIA	33,031	22,802.32	10,228
TOMATE ROJO	141,272	24,661.74	116,611
Promedio de los 15 Cultivos			21,733

Fuente: Cálculos propios con información de Cuadro 3.1.1 Ingresos por hectárea de los principales cultivos de riego, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

Los cultivos con un nivel intermedio de beneficios por hectárea son Alfalfa, Algodón, Manzana y Sandía, cuya utilidad fluctúa entre los \$7,205 y los

\$10,228 por unidad de superficie, con requerimientos de inversión que van desde los 19,345 en alfalfa hasta los \$30,000 en manzana. Es obvio que para un inversionista interesan los dos aspectos, pues no es lo mismo lograr un beneficio de \$9,419 por hectárea invirtiendo \$30,000, que lograr un beneficio de \$10,228 con una inversión de \$22,802.

Los cultivos con menores niveles de utilidad por hectárea son los forrajes, con excepción de la alfalfa, así como el cultivo de sorgo escobero y los granos. Es de destacar que los cultivos de Sorgo Forrajero, Trigo y Maíz generan pérdidas que van desde 0.17 a 0.58 pesos por peso invertido (Cuadro 3 Anexo). Aunque la característica en rendimientos promedios del Sorgo Forrajero casi se encuentra a la par con los rendimientos promedios reportados para este cultivo a nivel nacional y signifique que tiene una buena productividad física, demuestra que no brinda beneficios a sus productores, sus costos de producción están por encima de sus ingresos y como resultado no genera beneficios, lo que también se debe a que sus precios promedio en Coahuila están por debajo de los reportados en el país, con comportamientos inestables. En el caso de granos el problema deriva de la baja productividad que se registra a nivel estatal, pues mientras Coahuila produce 2.48 ton. por ha en trigo, a nivel nacional el rendimiento es de 5.64 ton. por ha, mientras que en maíz estas cifras son de 2.37 ton. por ha y 6.80 ton. por ha, respectivamente.

En cuanto a rentabilidad por peso invertido (Cuadro 3 Anexo), se observa que los cultivos que devuelven un peso o más por cada peso invertido son: Tomate Rojo con un índice de 4.73, que significa que el productor recupera su peso más 4.73 adicionales; le siguen Melón con un índice de 2.09, Nuez con 1.60 y Papa con 1.33.

El análisis de beneficios por hectárea muestra que no todos los cultivos que reportan altos ingresos son necesariamente los más rentables, como es el caso de la manzana, que aunque se encuentra entre los más importantes en generación de ingreso por hectárea, no está entre los principales en cuanto a

beneficios por unidad de superficie. Lo anterior significa para decidir cuáles cultivos apoyar, los tomadores de decisiones deben considerar ambos aspectos, pues la generación de ingreso puede estar relacionada con la creación de más empleos.

3.4. Beneficio por m³ de agua

En promedio los quince cultivos generan un beneficio de \$ 2.45 por metro cúbico de agua. Los cultivos que se encuentran por arriba de la media del beneficio por m³ de agua son: tomate rojo (14.93), papa (13.03) y melón (4.50), el resto de los cultivos se encuentra por debajo de la media (Cuadro 3.4.1).

Cuadro 3.4.1. Beneficios obtenidos por metro cúbico de agua de los cultivos principales de riego

<i>Cultivos</i>	<i>Beneficio por Ha</i>	<i>Gasto Total de Agua (m3)</i>	<i>Beneficio por m3 de Agua</i>
ALFALFA VERDE	7,205	12,031	0.60
SORGO FORRAJERO VERDE	-2,552	8,594	-0.30
AVENA FORRAJERA	3,343	5,859	0.57
PASTOS	4,339	6,250	0.69
ALGODON HUESO	7,885	19,531	0.40
NUEZ	22,695	17,188	1.32
MAIZ FORRAJERO	4,252	11,250	0.38
TRIGO GRANO	-5,572	9,375	-0.59
MAIZ GRANO	-8,100	11,719	-0.69
SORGO ESCOBERO	1,928	6,250	0.31
MELON	42,310	9,406	4.50
MANZANA	9,419	18,750	0.50
PAPA	112,001	8,594	13.03
SANDIA	10,228	9,766	1.05
TOMATE ROJO	116,611	7,813	14.93
Promedio de los 15 Cultivos			2.45

Fuente: Cálculos propios a partir de información de Cuadro 3.3.1 Beneficios por hectárea, Láminas brutas de riego y Eficiencia de los sistemas de riego por aspersión y goteo (FIRA)

Los cultivos en los que el uso del agua de riego parece no justificarse son sorgo forrajero, trigo grano y maíz grano, pues su índice de beneficios por metro cúbico de agua resulta negativo.

3.5 Índice de Beneficios de los cultivos de riego

Este índice se construyó para visualizar cuáles cultivos logran un beneficio por metro cúbico de agua superior al beneficios promedio que se logra a nivel estatal en los quince cultivos analizados, el cual se estimó en \$2.45/m³. Los resultados del cálculo se muestran en el Cuadro 3.5.1

Cuadro 3.5.1 Productividad de los Cultivos contra la Productividad promedio de Agua en Coahuila

<i>Cultivos</i>	<i>Beneficio por Ha</i>	<i>Beneficio por m3 de agua</i>	<i>Índice de Beneficio de los Cultivos</i>
ALFALFA VERDE	7,205	0.60	0.24
SORGO FORRAJERO VERDE	-2,552	-0.30	-0.12
AVENA FORRAJERA	3,343	0.57	0.23
PASTOS	4,339	0.69	0.28
ALGODON HUESO	7,885	0.40	0.17
NUEZ	22,695	1.32	0.54
MAIZ FORRAJERO	4,252	0.38	0.15
TRIGO GRANO	-5,572	-0.59	-0.24
MAIZ GRANO	-8,100	-0.69	-0.28
SORGO ESCOBERO	1,928	0.31	0.13
MELON	42,310	4.50	1.84
MANZANA	9,419	0.50	0.21
PAPA	112,001	13.03	5.33
SANDIA	10,228	1.05	0.43
TOMATE ROJO	116,611	14.93	6.10
Productividad promedio del Beneficio por m³ del Agua en los 15 cultivos de riego		2.45	

Fuente: Cálculos propios, a partir de información Cuadro 3.3.1 Beneficios por hectárea y Cuadro 3.4.1 Beneficios por metro cúbico de agua.

Los cultivos que muestran un índice igual o superior a uno son aquellos en los que su rentabilidad por metro cúbico de agua supera al promedio de todos los cultivos, destacando Tomate Rojo que genera beneficios seis veces mayores que el promedio de los 15 cultivos, la papa cinco veces mayores y el melón casi 2 veces mayores.

Todos los demás cultivos generan utilidades inferiores al promedio estatal, encontrándose que el sorgo forrajero, el maíz y el trigo grano muestran los menores índices.

3.6 Rentabilidad por hectárea

En este parámetro los grupos de frutales y hortalizas siguen siendo los mejor posicionados. Tomate rojo es el cultivo de mayor rentabilidad con 472.8%, le sigue el melón con 209%, nuez con 160.3% y papa con 132%, aunque todos tienen en común que son cultivos con altos requerimientos de inversión.

Cuadro 3.6.1. Rentabilidad por hectárea

<i>Cultivos</i>	<i>Beneficio por Ha</i>	<i>Costo Total por Hectárea (\$)</i>	<i>Rentabilidad por Ha</i>
ALFALFA VERDE	7,205	19,345.00	37.2
SORGO FORRAJERO VERDE	-2,552	15,104.18	-16.9
AVENA FORRAJERA	3,343	6,633.30	50.4
PASTOS	4,339	7,211.52	60.2
ALGODON HUESO	7,885	21,288.46	37.0
NUEZ	22,695	14,160.80	160.3
MAIZ FORRAJERO	4,252	13,636.36	31.2
TRIGO GRANO	-5,572	11,740.00	-47.5
MAIZ GRANO	-8,100	13,908.76	-58.2
SORGO ESCOBERO	1,928	7,350.00	26.2
MELON	42,310	20,254.00	208.9
MANZANA	9,419	30,000.00	31.4
PAPA	112,001	84,360.00	132.8
SANDIA	10,228	22,802.32	44.9
TOMATE ROJO	116,611	24,661.74	472.8
Promedio de los 15 cultivos			78

Fuente: Cálculos propios, a partir de información Cuadro 3.3.1 Beneficios por hectárea, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

En promedio la rentabilidad porcentual del beneficio por hectárea en el Estado es del 78% cifra que es mayormente gobernada por los grupos de cultivos antes mencionados. Los cultivos con una participación porcentual negativa son tres: sorgo forrajero y maíz y trigo granos.

Este parámetro confirma que los cultivos de mayores índices de productividad no son los que ocupan mayores superficies.

3.7 Empleo Generado por m³ de Agua

En promedio por cada metro cúbico de agua que se aplica en riego, en Coahuila se generan 0.0064 jornales (Cuadro 3.7.1). Los cultivos que se encuentran por arriba de la media son melón, manzana, papa, sandía y tomate rojo; los que menos empleos generan por metro cúbico de agua son los cultivos de forrajes y granos.

Los requerimientos de mano de obra en cada cultivo se relacionan en gran medida los requerimientos técnicos para su producción y con la posibilidad y el costo de mecanizar algunas actividades, siendo esto más difícil en frutales y hortalizas.

Cuadro 3.7.1 Requerimientos de jornales por metro cúbico de agua empleados a la producción de los principales cultivos de riego en el estado de Coahuila

<i>Cultivos</i>	<i>Requerimientos de Mano de Obra (jornales/ha)</i>	<i>Gasto Total de Agua (m3)</i>	<i>Mano de Obra por m3 de Agua (jornales/m3)</i>
ALFALFA VERDE	22	12,031	0.0018
SORGO FORRAJERO VERDE	8	8,594	0.0009
AVENA FORRAJERA	9	5,859	0.0015
PASTOS	15	6,250	0.0024
ALGODON HUESO	33	19,531	0.0017
NUEZ	64	17,188	0.0037
MAIZ FORRAJERO	12	11,250	0.0011
TRIGO GRANO	5	9,375	0.0005
MAIZ GRANO	12	11,719	0.0010
SORGO ESCOBERO	17	6,250	0.0027
MELON	120	9,406	0.0128
MANZANA	373	18,750	0.0199
PAPA	115	8,594	0.0134
SANDIA	114	9,766	0.0117
TOMATE ROJO	162	7,813	0.0207
Promedio de los 15 Cultivos			0.0064

Fuente: Manuales para Educación Agropecuaria SEP-TRILLAS, Costos de Producción, Lámina Bruta de Riego y Eficiencia de los sistemas de riego por aspersión y goteo (FIRA)

Si se toma en cuenta que en Coahuila se genera 0.0064 jornales por cada metro cúbico aplicado de agua a los cultivos, esto significaría que para generar un jornal es necesario disponer de 156.3 metros cúbicos.

3.8 Gasto de agua en litros por kilogramo de cultivo producido

Este parámetro arroja datos para responder a una de las principales preguntas que queríamos conocer ¿Cuántos litros de agua se necesitan para producir un kilogramo de producto?

En promedio los 15 cultivos necesitan 2,232 litros de agua para la producción de un kilogramo de cultivo (Cuadro 3.8.1); los cultivos que demandan una cantidad de agua por kilogramo superior al promedio son nogal, algodón, trigo grano, maíz grano y manzana, destacando el caso de nogal en el que se requiere de 14,774 litros de agua para obtener un kilo de nuez.

Los cultivos que requieren menos agua por kilogramo de producto son los forrajes (pastos, maíz, sorgo, avena y alfalfa), que en promedio necesitan 207 litros por kilogramo obtenido. Los requerimientos menores de agua para estos cultivos es producto de que en mayor parte estos son materia seca útil para alimento de animales rumiantes.

Como una referencia para contextualizar estos resultados, está el artículo “La Amenaza de la Carne”, publicado el día 7 de mayo del 2009 en el periódico Vanguardia de Saltillo, Coahuila, en el que se afirma que en la Agricultura de Estados Unidos para producir un kilo de trigo, se necesitan 900 litros de agua y que las papas requieren 500 litros de agua por kilo de tubérculo. Las diferencias entre los resultados obtenidos en esta investigación y los que se mencionan en Vanguardia, podrían deberse a los diferentes niveles de productividad que se registran entre los productores de Coahuila y los de Estados Unidos y a las diferentes condiciones climáticas de las zonas de producción.

Cuadro 3.8.1 Litros de agua necesarios para la producción de un kilogramo de los principales cultivos de riego del estado de Coahuila

<i>Cultivos</i>	<i>Gasto Total de Agua (m3)</i>	<i>Gasto Total de Agua (litros)</i>	<i>Producción (Ton)</i>	<i>Producción (Kg)</i>	<i>Gasto de Agua por Kilogramo (l/kg)</i>
ALFALFA VERDE	12,031	12,031,250.00	74.43	74,430.00	162
SORGO FORRAJERO VERDE	8,594	8,593,750.00	35.66	35,655.00	241
AVENA FORRAJERA	5,859	5,859,375.00	31.68	31,681.67	185
PASTOS	6,250	6,250,000.00	31.64	31,635.00	198
ALGODON HUESO	19,531	19,531,250.00	4.82	4,816.67	4,055
NUEZ	17,188	17,187,500.00	1.16	1,163.33	14,774
MAIZ FORRAJERO	11,250	11,250,000.00	45.42	45,416.67	248
TRIGO GRANO	9,375	9,375,000.00	2.48	2,478.33	3,783
MAIZ GRANO	11,719	11,718,750.00	2.37	2,366.67	4,952
SORGO ESCOBERO	6,250	6,250,000.00	4.15	4,150.00	1,506
MELON	9,406	9,406,250.00	26.65	26,650.00	353
MANZANA	18,750	18,750,000.00	8.39	8,393.33	2,234
PAPA	8,594	8,593,750.00	34.09	34,086.67	252
SANDIA	9,766	9,765,625.00	30.81	30,808.33	317
TOMATE ROJO	7,813	7,812,500.00	35.58	35,581.67	220
Promedio de los 15 Cultivos					2,232

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008, Lámina Bruta de Riego y Eficiencia de los sistemas de riego por aspersión y goteo (FIRA)

Después de haber hecho los cálculos y obtener los datos que queríamos en el principio, haremos las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados que arrojaron los parámetros.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta aquí las principales conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación. Se pretende que las conclusiones sirvan para que los actores de la sociedad, en mayor parte a los que actúan en la agricultura tengan elementos que contribuyan a enfrentar de mejor manera el problema de la escasez y el uso ineficiente del agua de riego en algunos cultivos que predominan en el estado de Coahuila, de igual forma se pretende que las recomendaciones sean útiles y factibles de aplicación.

4.1. Conclusiones

La productividad promedio de un metro cúbico de agua en la agricultura de Coahuila, considerando los 15 cultivos seleccionados son: en Ingresos \$4.54; en Beneficios \$2.45; y en empleo es de 0.0064 jornales.

Los cultivos que generan mayores Ingresos por hectárea son Papa, Tomate Rojo y Melón mismos que generan mayores Ingresos por metro cúbico.

Los cultivos que generan mayores Beneficios por hectárea son Sandía, Nuez, Melón, Papa y Tomate Rojo, por orden de importancia. Los cultivos de mayor importancia en cuanto a Beneficios por metro cúbico de agua son Tomate Rojo, Papa y Melón.

Los cultivos tomate rojo, melón, papa, sandía y manzana, son cultivos que constituyen las mejores opciones si el objetivo del uso del agua fuera la generación de empleos por metro cúbico de agua, pues requieren menos agua para generar un jornal.

Los cultivos que reportaron una mayor productividad considerando el beneficio por metro cúbico de agua fueron Tomate Rojo, Papa y Melón.

Los cultivos que se destacan en beneficios y empleos son Tomate Rojo, Papa, Melón y Sandía.

Tanto en términos de ingresos por ha e ingresos por metro cúbico de agua, beneficios por ha y metro cúbico de agua los cultivos de tomate rojo, melón y papa mantienen los primeros lugares.

Los cultivos con mayores índices de productividad (tomate, papa, melón y sandía) no son los que ocupan la mayoría de las hectáreas sembradas en estado de Coahuila, ya que son los que ocupan los últimos lugares respecto a ese indicador.

Los forrajes utilizan la mayor parte de la superficie de riego en el Estado, pero presentan índices de productividad bajos en términos de ingresos, beneficios y empleo por metro cúbico de agua.

4.2. Recomendaciones

Reconociendo que el agua es un recurso escaso, y por lo tanto muy valioso para la agricultura de Coahuila, se sugieren las siguientes medidas para contribuir a mejorar la eficiencia en el aprovechamiento económico de este recurso:

1. Dar a conocer los resultados de esta investigación a los involucrados en las decisiones de qué sembrar en el Estado de Coahuila (productores y funcionarios de distintos niveles de gobierno).
2. Que las dependencias relacionadas con el sector agropecuario impulsen una reconversión productiva, estimulando los cultivos con mayores índices de beneficios y mayor generación de empleo por metro cúbico de agua, como son tomate rojo, melón, papa y nuez,

desestimulando la siembra de los menos productivos como trigo grano, maíz grano y forrajes.

3. Realizar estudios de mercado que permitan visualizar hasta qué grado es conveniente expandir la producción de los cultivos con mayores índices de productividad, sin que su viabilidad económica se vea afectada debido a la posible saturación del mercado y caída de los precios de venta.
4. Se recomienda realizar estudios sobre la rentabilidad de ingresos, beneficios y por metro cúbico de agua para otras hortalizas cuya producción es factible en Coahuila, pues, en general, fue este grupo de cultivos el que reporta mayores índice de productividad por unidad de agua aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Martínez, José Antonio. Producción de Maíz Forrajero (*Zea mays* L-A-773) Bajo Diferentes Poblaciones de Plantas y Láminas de Riego. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 1993. Saltillo Coah. Méx.

CTEEC. Evaluación Alianza Contigo 2003. Informe de Evaluación Estatal Programa Fomento Agrícola. Problemática Agrícola y su atención por la Alianza para el Campo. Coahuila, México. Septiembre, 2004.

CTEEC. Evaluación Alianza para el Campo 2005. Informe de Evaluación Estatal Programa de Fomento Agrícola. Coahuila, México. Septiembre de 2006.

CTEEC. Evaluación Alianza para el Campo 2006. Informe de Evaluación Estatal Programa de Fomento Agrícola. Coahuila, México. Septiembre de 2007.

García, Cristina. Aplicación de Lixiviados de Vermicomposta a Sandía (*Citrullus lanatus*) en un Sistema de Producción Tradicional. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 2007. Saltillo Coahuila México.

Glanze, Peter. El Maíz Grano, Producción mecanizada de maíz grano en las regiones tropicales y subtropicales. Ediciones Euroamericanas.

Manuales para Educación Agropecuaria. Cultivos Básicos. Área: Producción Vegetal. Editorial Trillas/SEP.

Méndez Tendero, José Manuel. El Cultivo de Sorgo Forrajero (*Sorghum vulgare Pers*). Monografía de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 2004. Saltillo Coahuila México.

Reche Marmol, José (1988). La Sandía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Recinos López, José Martín. Adecuación de Sistemas de Riego para la Huerta de Nogal del Bajío de la UAAAN. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 1995. Saltillo Coahuila México.

Serie de Manuales para la Educación Agropecuaria. Producción Vegetal Maíz. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México 1978.

Vanguardia. Omnia. Saltillo Coahuila México. 7 de mayo de 2009.

ANEXOS

**Cuadro 1 Anexo. Variables económicas promedio de los principales cultivos del estado de Coahuila
(2003-2008)**

<i>Cultivos</i>	<i>Superficie Sembrada (Ha)</i>	<i>Participación % de la Superficie Sembrada)</i>	<i>Producción (Ton)</i>	<i>Rendimiento (Ton/Ha)</i>	<i>Precio (\$/Ton)</i>	<i>Valor (Miles de Pesos)</i>	<i>Participación % del Valor de la Producción</i>	<i>Ingreso por Hectárea (Miles de Pesos/Ha)</i>
ALFALFA VERDE	23,834.25	16.80	1,746,389.14	74.43	362.35	632,796.47	19.05	26.55
SORGO FORRAJERO VERDE	22,690.26	15.99	802,039.29	35.66	355.12	284,818.85	8.57	12.55
AVENA FORRAJERA	14,991.31	10.56	456,416.30	31.68	327.67	149,554.77	4.50	9.98
PASTOS	11,831.25	8.34	373,812.65	31.64	365.57	136,653.07	4.11	11.55
ALGODON HUESO	11,530.35	8.13	55,329.46	4.82	6,079.58	336,379.96	10.13	29.17
NUEZ	11,108.34	7.83	11,614.43	1.16	35,250.24	409,411.52	12.32	36.86
MAIZ FORRAJERO	10,762.85	7.58	488,125.94	45.42	394.43	192,531.00	5.80	17.89
TRIGO GRANO	5,277.73	3.72	12,809.51	2.48	2,541.44	32,554.57	0.98	6.17
MAIZ GRANO	4,990.63	3.52	11,771.23	2.37	2,462.84	28,990.61	0.87	5.81
SORGO ESCOBERO	4,448.33	3.13	18,161.98	4.15	2,272.53	41,273.71	1.24	9.28
MELON	3,997.38	2.82	99,214.90	26.65	2,520.72	250,092.79	7.53	62.56
MANZANA	3,644.00	2.57	28,948.73	8.39	4,962.02	143,644.07	4.32	39.42
PAPA	1,417.17	1.00	48,330.12	34.09	5,757.82	278,276.15	8.38	196.36
SANDIA	1,171.58	0.83	31,587.39	30.81	1,225.12	38,698.27	1.16	33.03
TOMATE ROJO	885.03	0.62	31,615.21	35.58	3,954.77	125,030.83	3.76	141.27
OTROS CULTIVOS	9,330.02	6.57				241,371.79	7.27	
Total	141,910.49	100				3,322,078.44	100	

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), 2008.

Cuadro 2 Anexo. Costos totales de producción y Requerimientos de jornales por ha.

<i>Cultivos</i>	<i>Costo Total por Hectárea (\$)</i>	<i>Jornales/ha</i>
ALFALFA VERDE	19,345.00	22
SORGO FORRAJERO VERDE	15,104.18	8
AVENA FORRAJERA	6,633.30	14
PASTOS	7,211.52	15
ALGODÓN HUESO	21,288.46	19
NUEZ	14,160.80	64
MAÍZ FORRAJERO	13,636.36	12
TRIGO GRANO	11,740.00	5
MAÍZ GRANO	13,908.76	12
SORGO ESCOBERO	7,350.00	17
MELÓN	20,254.00	120
MANZANA	30,000.00	373
PAPA	84,360.00	115
SANDIA	22,802.32	114
TOMATE ROJO	24,661.74	162
Promedio	20,830.43	

Fuente: Manuales para Educación Agropecuaria SEP-TRILLAS, Costos de Producción

Cuadro 3 Anexo. Rentabilidad por peso invertido

<i>Cultivos</i>	<i>Ingreso/Ha (\$)</i>	<i>Costo Total por Hectárea (\$)</i>	<i>Beneficio por Ha</i>	<i>Pesos obtenidos por pesos invertidos</i>
ALFALFA VERDE	26,550	19,345.00	7,205	0.37
SORGO FORRAJERO VERDE	12,552	15,104.18	-2,552	-0.17
AVENA FORRAJERA	9,976	6,633.30	3,343	0.50
PASTOS	11,550	7,211.52	4,339	0.60
ALGODÓN HUESO	29,173	21,288.46	7,885	0.37
NUEZ	36,856	14,160.80	22,695	1.60
MAÍZ FORRAJERO	17,888	13,636.36	4,252	0.31
TRIGO GRANO	6,168	11,740.00	-5,572	-0.47
MAÍZ GRANO	5,809	13,908.76	-8,100	-0.58
SORGO ESCOBERO	9,278	7,350.00	1,928	0.26
MELÓN	62,564	20,254.00	42,310	2.09
MANZANA	39,419	30,000.00	9,419	0.31
PAPA	196,361	84,360.00	112,001	1.33
SANDIA	33,031	22,802.32	10,228	0.45
TOMATE ROJO	141,272	24,661.74	116,611	4.73

Fuente: Cálculos propios Cálculos propios, a partir de información Cuadro 3.1.1 Beneficios por hectárea, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)