



Artículo: COMEII-16007

II CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2016

Chapingo, Edo. de México, del 08 al 10 de septiembre

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL ENFOQUE GIRH EN EL SISTEMA LÁCTEO EN PEQUEÑA ESCALA, EN LA SUBCUENCA DE AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO

**Laura Dolores Rueda Quiroz¹; Luis Brunett Pérez²; Enrique Espinosa Ayala³; Tizbe
Teresa Arteaga Reyes²**

¹Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recurso Naturales, Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Amecameca- Ayapango Km 2.5, 56900 Amecameca de Juárez, México. zidfenril@yahoo.com.mx. (*Autor de correspondencia).

²Instituto de Ciencias Agropecuaria y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Toluca - Atlacomulco Km. 14.5, CP 50000, Toluca.

³Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Amecameca- Ayapango Km 2.5, 56900 Amecameca de Juárez, México.

Resumen

Una de las actividades pecuarias que más agua consume es la producción láctea, por ello, el objetivo de esta investigación fue identificar y analizar los principales factores que afectan la gestión hídrica del sistema de producción de leche en pequeña escala en la subcuenca de Amecameca, Estado de México. Para ello, se aplicó la metodología de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Se recolectó la información de 22 unidades de producción y seis informantes clave de diversas dependencias a nivel federal, estatal, municipal y delegacional. El análisis de los datos se hizo mediante estadística descriptiva. El trabajo mostró los siguientes resultados: El agua proviene de deshielos y pozos profundos, el costo anual promedio por pago de agua fue de \$2925.00 (Abasto de red municipal y compra de pipa). El periodo de baja disponibilidad es de Diciembre a Mayo (época de estiaje).

Palabras clave adicionales: Producción de leche, gestión del agua.



Introducción

El mundo se encuentra actualmente en una crisis que ha ido creciendo, llevando consigo problemas de escasez y contaminación de agua así como modificaciones en el ciclo hidrológico (UNESCO, 2010). Por tanto, en los últimos años el recurso hídrico ha sido el tema central en la agenda de muchos países (Carbajal *et al.*, 2011).

En 1992, se celebra la Declaración de Dublín sobre Agua y Medio Ambiente en donde expertos consideraron que la situación de los recursos hídricos mundiales se estaba volviendo crítica. En el 2002, se realiza la Cumbre Sobre Desarrollo Sostenible, en este encuentro se instó a los países del mundo a crear planes de gestión de sus recursos hídricos. Posteriormente, en el 3er. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, llamado “El Agua en un Mundo en Cambio” realizado en el 2010, se menciona el aumento en el consumo de productos agrícolas para satisfacer las necesidades de las poblaciones siendo estos el motor principal de un mayor uso del agua, además se hace referencia a las competencias por el agua y las deficiencias en la gestión del recurso las cuales exigen una mayor respuesta social a través de la administración y la legislación (UNESCO, 2010). Durante el año 2006 se llevó a cabo en la Ciudad de México el Foro Mundial del Agua en donde se reafirmó el compromiso de lograr las metas orientadas a la implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

En México el panorama sobre el tema del agua a nivel nacional es preocupante; para el gobierno de la República es ya un asunto de seguridad nacional. Carabias y Landa (2005), enfatizan que la crisis del recurso hídrico pone en riesgo el desarrollo del país en los próximos años. A nivel local, en la Región Hidrológica No. XVIII “Aguas del Valle de México” existe un panorama similar; dicha región está clasificada como una zona con escasez hídrica absoluta y con acuíferos sobreexplotados en Chalco-Amecameca (CONAGUA, 2009).

Retomando lo ya mencionado, en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible se hace un llamado a todos los países para desarrollar planes de gestión integrada de sus recursos hídricos. Ante dicha problemática hídrica global, surge una estrategia que da margen a la creación de planes sobre una mejor administración del recurso, creada por la Asociación Mundial para el Agua y la Red Internacional de Organismo de Cuenca (GWP-INBO, 2009), la cual se da a la tarea de escribir: “Los Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos” en el 2008 y un año después redacta junto con la Red Internacional de Organismo de Cuenca, el Manual de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. (GWP-INBO, 2009). Para este estudio se aplicó la metodología de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) desarrollada por *Global Water Partnership*; la cual tiene un enfoque socio-político con una perspectiva sustentable (GWP, 2008). Esta metodología integra e involucra a todos los sectores y grupos de interés relacionados con el agua; además, ayuda a identificar las áreas y etapas claves que requieren los procesos

de participación y consulta para establecer las bases de una sólida cooperación intersectorial para el futuro (GWP-INBO, 2009).

En la figura 1, se muestra esquemáticamente la estructura del proceso con cada una de las etapas del ciclo GIRH.

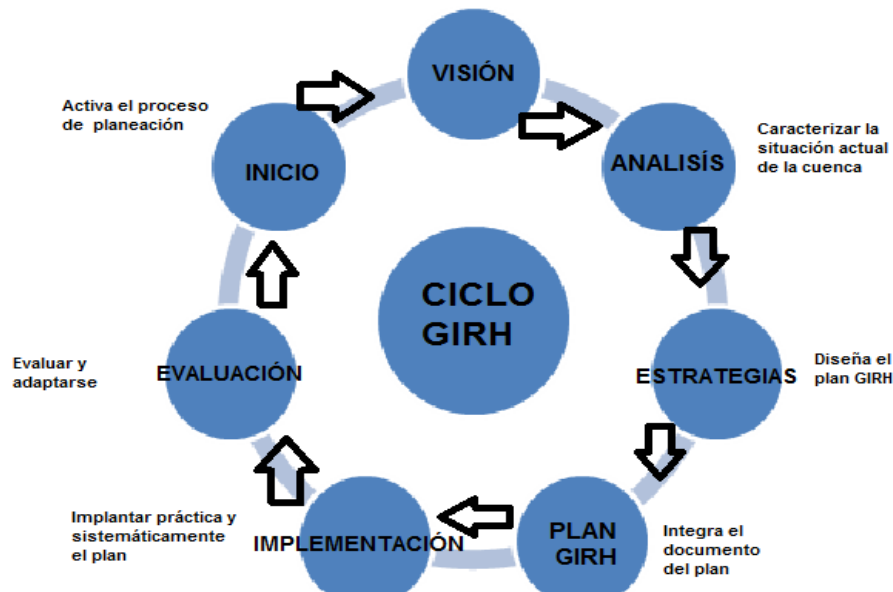


Figura 1. Diagrama del ciclo GIRH

Fuente: Díaz *et al.* (2009)

En esta investigación, se destaca el uso con fines ganaderos, que es uno de los sectores productivos de la sociedad rural. En el año 2010 la FAO menciona que la ganadería emplea un 8% del líquido a nivel mundial; mientras que CONAGUA (2011), refiere a su vez que en México el uso consuntivo agrícola agrupado representa el 76.7% del agua concesionada a nivel nacional. Este uso contempla varios empleos del agua además del riego agrícola como son: acuacultura, pecuario y otros; pero no hace referencia específica al porcentaje de agua empleada a nivel nacional por la ganadería.

En la Región Hidrológica Administrativa No. XIII “Aguas del Valle de México” a la cual pertenece la subcuenca Amecameca, CONAGUA (2009) puntualiza que el uso pecuario de agua representa un 0.09% (4.22 hm³/año) del volumen concesionado en la región.

En México, los estudios sobre gestión del agua han sido encaminados mayormente a nivel de región, cuencas y subcuencas con un enfoque socio-político-administrativo (CONAGUA, 2009; Díaz *et al.*, 2011; Burns, 2011 y López *et al.*, 2013). En cuanto a estudios científicos dirigidos a analizar la relación que tiene la gestión del agua en la producción de leche existen pocos. Algunos estudios toman en cuenta a sistemas pecuarios en general analizando el nexo de la gestión integrada de los recursos hídricos con otra metodología sobre gestión de recursos naturales (Twonlow *et al.*, 2008), otras metodologías consideran este mismo



sistema pero con otro enfoque (Descheemaeker *et al.*, 2010). Como se ha resaltado, los mencionados estudios no abordan el sistema de producción de leche, a pesar de que este esquema de producción es uno de los que más demanda agua. Por lo tanto, en esta investigación el objetivo fue identificar y analizar los principales factores que afectan la gestión hídrica del sistema familiar lácteo en la Subcuenca Amecameca.

Según Gallardo (2004), dentro de los sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) o familiares, los productores consideran a la actividad lechera como un complemento de la producción agrícola y cuentan con instalaciones rústicas dentro del establo; dentro de sus características principales estos cuentan con 3 a 20 vacas con sus respectivos remplazos; tienen superficies pequeñas de tierra o rentan (Espinosa, 2009). Por su parte, Espinoza *et al.* (2008), mencionan que este sistema aporta aproximadamente el 35% de la producción nacional total y poseen el 18.9 % de los vientres en el país.

Una de las particularidades de mayor importancia dentro de las unidades de producción que conforman el sistema de producción en pequeña escala es la mano de obra utilizada, la cual es de tipo familiar, interviniendo todos sus miembros (Romero, 2010 y Tapia, 2010). Las instalaciones con las que cuentan son rústicas y el tipo de ganado manejado es del fenotipo Holstein con cruza de ganado Suizo o ganado criollo (Puente *et al.*, 2011). Para la ordeña de las vacas por lo general es a mano y en pocos casos mecanizada (Ortiz *et al.*, 2005).

Según el SIAP (2011), la producción de leche en los municipios de Amecameca y Ayapango fue de 18'005.840 litros/año. Se estima que la producción global de las queserías en la delegación de Poxtla, Municipio de Ayapango, alcanza los 2,200 kg semanales, lo cual remite a una comercialización de aproximadamente 22,000 litros de leche (Romero *et al.*, 2011), utilizados en la elaboración de quesos de diferentes variedades principalmente de quesos frescos de tipo artesanal, los cuales son comercializados en queserías locales o distribuidos en la ciudades de Cuautla, Cuernavaca y en la Ciudad de México (Tapia, 2010); por lo cual, ambos municipios se consideran como una zona de producción de leche en pequeña escala de importancia regional.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la subcuenca Amecameca (Figura 2) en los municipios de Amecameca y Ayapango, situados al sur-oriental del Estado de México en las faldas de la Sierra Nevada, dentro de la provincia del eje volcánico y la cuenca del río Moctezuma-Pánuco. El municipio de Amecameca se localiza entre las coordenadas geográficas 98° 37' 34" y 98° 49' 10" de longitud oeste y 19° 3' 12" y 19° 11' 2" de latitud norte, a una altura de 2,420 metros sobre el nivel del mar; el clima es templado subhúmedo Cb (w2) y registra una temperatura media anual de 14.1°C. Para el municipio de Ayapango se localiza entre las coordenadas, 19° 11' latitud norte y 98° 45' de longitud oeste, se encuentra a una altura de 2,450 metros

sobre el nivel del mar, su clima es subhúmedo con lluvias en verano (IGEDEM, 2011).

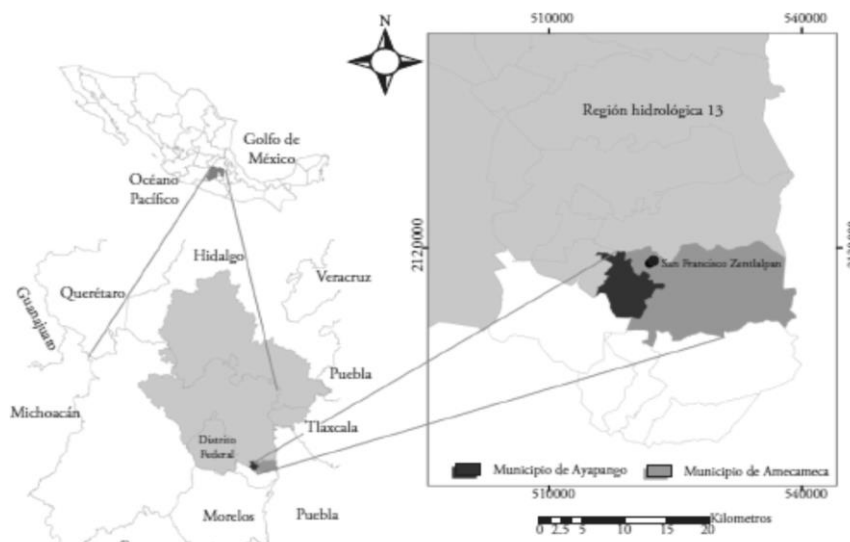


Figura 2. Subcuenca Amecameca

Fuente: Elaboración propia

Como primer paso se procedió a levantar la información en la población objetivo (22 unidades de producción) con ayuda de una encuesta semiestructurada (Cuadro 1). Esta cifra se obtuvo gracias a un censo que realizó Puente (2011) en donde menciona que existen 193 productores en los municipios de Amecameca y Ayapango conjuntamente y con base a la fórmula referida en Daniel (2005) se obtuvo el tamaño de muestra.

Así mismo, se entrevistaron a seis informantes clave en la subcuenca pertenecientes a: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) residencia de Operación Chalco-Sureste; Agua y Saneamiento de Amecameca; 6to Regidor con la comisión de Agua, Drenaje y Alcantarillado del Municipio de Ayapango; Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía y el Comité de Agua de la Delegación de San Francisco Zentlalpan perteneciente al municipio de Amecameca, municipio de Amecameca. La metodología que se aplicó para la recopilación de los datos fue la propuesta por la *Global Water Partnership-GWP* (2008) que incluye un ciclo con siete etapas: Inicio, Visión, Análisis, Estrategias, Plan, Implementación y Evaluación a la cual se realizó una modificación por Díaz *et al.* (2010). Con el propósito de alcanzar el objetivo de esta investigación (que no incluye la elaboración de un plan sino identificar y analizar la gestión hídrica en el sistema de producción de leche en pequeña escala) se consideraron solo dos etapas: Visión y Análisis.

Etapa 1. Visión: Permitió caracterizar la situación actual de la subcuenca; es decir, el origen, disponibilidad, cantidad y usos del agua. Para desarrollar esta etapa se efectuó una revisión documental y se entrevistaron a seis informantes clave de la subcuenca Amecameca.



Etapa 2. Análisis: Consistió en examinar los factores que sobresalieron en la etapa anterior, tanto a nivel de subcuenca como dentro del sistema de producción de leche, con la finalidad de caracterizar la situación actual de la administración del agua tanto en el sistema de producción de leche como a nivel de subcuenca.

Cuadro 1. Características de las 22 Unidades de producción en el SPLPE

	Tamaño del hato cabezas/unidad de producción	Vacas		Producción láctea L/vaca/día	Tipo de ordeño Casos/unidad de producción	
		Producción	Secas		Mecánico	Manual
Promedio	16.6	8	2	14.7	14	8

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Contexto regional.

La situación de los recursos hídricos en la región XVII “Aguas del valle de México” permitió vislumbrar un panorama general de esta zona la cual, cuenta con una recarga media de los acuíferos de la región de 1,710.60 hm³/año, teniendo una disponibilidad natural media por habitante de 135.71 m³/año. El uso público urbano utiliza más del 52%, el agrícola 32%, energía eléctrica 5%, industrial 6%, pecuario 0.09% y usos múltiples el 3% (CONAGUA, 2009).

En comparación a nivel de Subcuenca Burns (2011), menciona que solo 136 millones de m³ de agua de lluvia son recargados en el acuífero de las Subcuenca Amecameca y la Compañía anualmente, los diversos usos de agua por volumen extraído en el acuífero Chalco-Amecameca son los siguientes: uso público urbano con concesión 83%, público urbano sin concesión 10.3%, industrial 2.7% y agrícola 3.4%, la distribución promedio para ambos municipios es de 139 L/habitante/día; por último, menciona que es mayor el volumen de extracción que el volumen de recarga en el acuífero; es así que CONAGUA (2002) ratifica estos datos, mencionando que no existe disponibilidad de agua para el acuífero Chalco-Amecameca.

El abastecimiento de agua potable para el municipio de Amecameca según el Plan de Desarrollo Municipal (2003), la captación de agua de deshielo es de 166 litros por segundo (lps) promedio anual, apoyando a este caudal el sistema sureste (seis pozos). Para el abastecimiento del recurso hídrico en el municipio de Ayapango de las diversas fuentes de extracción el aforo es de 50.4 lps. La población total de ambos municipios según IGECM (2011) fue de 57,285 habitantes, que de acuerdo a las estimaciones realizadas por Burns (2011), consumen por uso público urbano el 83.7%. La tarifa bimestral por toma (13 mm) de interés social y popular es de 2.17 salarios mínimos, teniendo un valor de \$59.00/día el salario mínimo regional para el momento del estudio, es decir, anualmente se pagó por toma doméstica un total de \$1536.00 (Gaceta de Gobierno, 2012).



Siguiendo el mismo contexto López *et al.* (2012), describen el monto por toma y por comunidad, las cuales varían una de otra, siendo en la delegación de Zentlalpan en donde el monto es mayor, en comparación con el costo en la delegación de Pahuacan perteneciente al municipio de Ayapango; donde el cobro lo realiza una asociación civil que lleva por nombre “Comisión de aguas de Deshielo de los volcanes de Amecameca”, a esta asociación el comisariado de bienes comunales les paga una porción del dinero recaudado por el derecho de uso de aguas y se encarga de vigilar y dar mantenimiento a la red hidráulica y en caso necesario acuden al municipio de Ayapango a solicitar el servicio de pipas para su delegación (Cuadro 2).

En comparación CONAFOVI (2005) reporta que los servicios a los que las familias de las poblaciones rurales tienen acceso son escasos y tienden a invertir en pipas en promedio \$200.00 pesos mexicanos mensuales.

Cuadro 2. Costo por toma de agua según el sistema de deshielo por municipio.

NOMBRE DEL SISTEMA DE DESHIELO	COMUNIDAD	MUNICIPIO AL QUE PERTENECE	ORGANISMO QUE COBRA LAS TARIFAS	COBRO POR	TARIFA ANUAL (pesos)
Morelos	Zentlalpan	Amecameca	OPDPSASA	Toma	700.00
Gabriel Ramos Millán	Pahuacan	Ayapango	Comisión de aguas de deshielo	Toma	140.00
Sistema el Salto	Amecameca (Cabecera)	Amecameca	OPDPSASA	Toma	664.00

Fuente: López *et al.* (2012) OPDPSASA (Organismo Público Descentralizado para la Presentación de los Servicios de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Amecameca).

Contexto local.

Los resultados promedio de los datos obtenidos a partir de las entrevistas hechas en las poblaciones se presentan a continuación. Los usos del agua son diversos según las poblaciones encuestadas, el de mayor porcentaje es el uso doméstico para ambos municipios; para el caso del uso pecuario, representa menos del 1%, así mismo, para el agrícola ya que en esta zona de estudio es característico la agricultura de temporal (Figura 3). El monto anual por toma doméstica para Amecameca fue de \$729.00 y para Ayapango \$1153.00; el servicio de pipa municipal tuvo un costo de \$721.00 para Amecameca y en Ayapango de \$550.00 según la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM), dichas pipas tiene una capacidad de 10 000 Litros, estas son utilizadas por los habitantes en época de baja distribución del recurso en un 45% de los casos, esta época de disminución del recurso hídrico comprende los meses de Diciembre a Mayo; el origen del agua proviene de cuatro sistemas de deshielos (60%) y seis pozos llamados sistema sureste (40%), en la época de estiaje aunque la cantidad es menor de agua, se sigue abasteciendo de agua a la población.

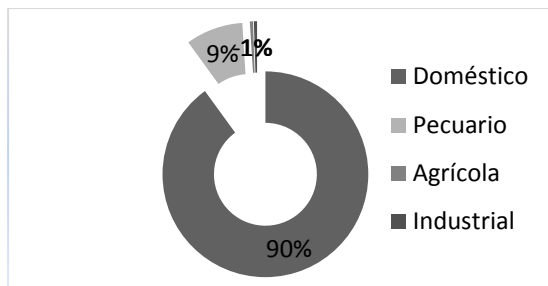


Figura 3. Usos del agua en los municipios de Amecameca y Ayapango.
Fuente: Elaboración propia

El agua se almacena en diferentes tipos de depósitos con capacidades diversas según sea el caso (Figura 4).

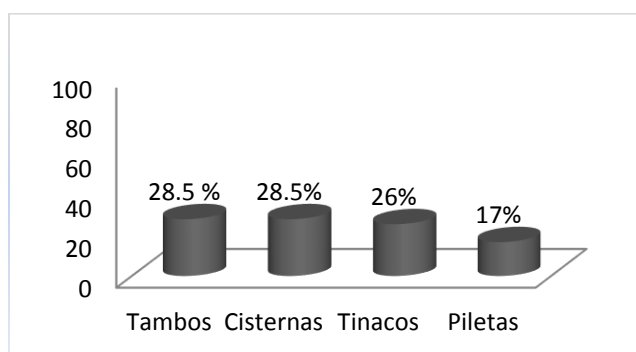


Figura 6. Tipos de depósitos para almacenar agua.
Fuente: Elaboración propia

Los actores que administran el recurso dentro de los municipios en estudio son servidores públicos a nivel estatal (CAEM) y Municipal (Organismo público descentralizado de Agua y Saneamiento de Amecameca y a la 6° Regiduría con la Comisión de agua y alcantarillado del Municipio de Ayapango), ellos se encargan de cobrar cuotas (solo los municipios), reparar fugas, tandeo del recurso hídrico por bloque según la comunidad donde se esté distribuyendo, además de implementar en la época de estiaje el Programa para el suministro de agua “Estiaje 2014” Figura 5, con el cual se suministra el agua por día/hora/zona dentro de la cabecera municipal y se distribuye la información entre la comunidad para que estén informados sobre el tandeo del recurso en la zona donde habiten.

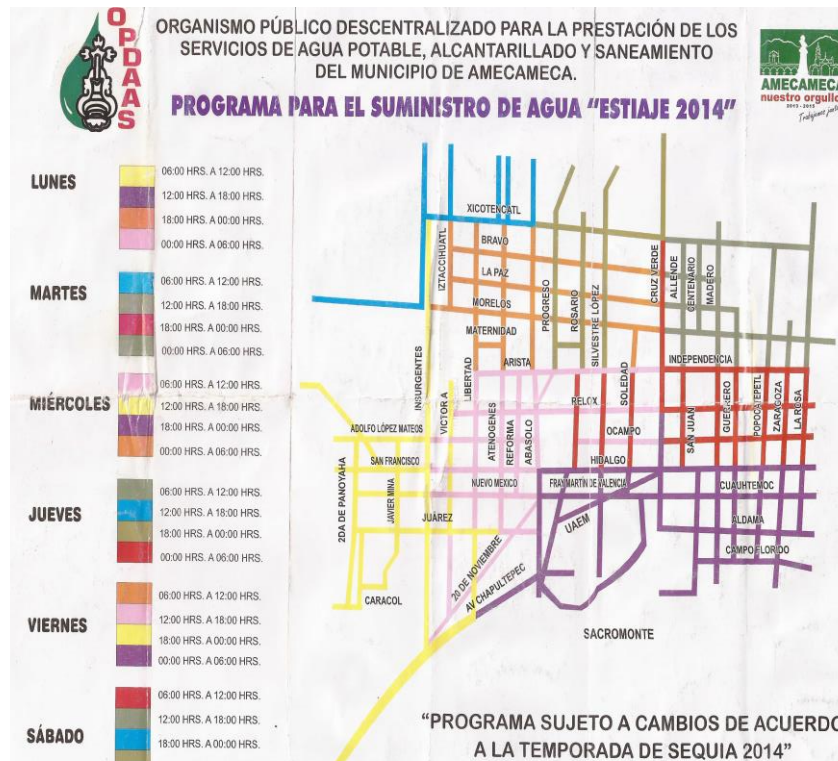


Figura 5. Programa para el suministro de agua “Estiaje 2014”
Fuente: OPDAAS

De acuerdo con López *et al.* (2012), las funciones que desempeña la CAEM en los sistemas de agua que están bajo su administración son los siguientes: limpieza, vigilancia, verificación, ampliación, rehabilitación y mantenimiento de la red hidráulica; así como la asignación del volumen de agua para cada comunidad según el número de pobladores y la época del año, los municipios se encargan de pagar el volumen de agua que fue consumida a la comisión de agua del Estado de México (CAEM).

Los criterios que toman en cuenta las autoridades municipales para instalar una toma municipal se basan en el suministro de agua potable que elijan los usuarios de acuerdo a la siguiente clasificación: Uso doméstico y no doméstico, para un uso equitativo en el pago de derecho del suministro de agua potable, el uso no doméstico se clasifica de acuerdo al giro comercial que se esté solicitando: seco, semiseco y húmedo, los ranchos y establos se encuentran clasificados dentro del uso húmedo según la Gaceta de Gobierno (2012), pero las unidades de producción de leche cuentan con toma de uso doméstico y los administradores las consideran como tal, así como los solicitantes del servicio; ya que es una actividad complementaria.

Por otra parte, Burns (2009), refiere solo algunas granjas dedicadas a la cría de pollos y cerdos, pero no señala ninguna de las unidades dedicadas a la producción láctea de la zona dentro de los municipios de Amecameca y Ayapango. En la



delegación de San Francisco Zentlalpan cuenta con la existencia de un comité de administración del agua, el cual gestiona los siguientes rubros: fijan cuotas (el pago es directamente al municipio), agrupamiento de pobladores para la realización de faenas de limpieza, reparación de fugas y el tandeo del recurso hídrico a través de la apertura de las distintas válvulas que se encuentran en la comunidad. La población objetivo mencionó la existencia de este comité en 45% de los casos, este grupo está integrado por un presidente, un secretario y un tesorero, los cuales integran el equipo de trabajo del delegado municipal, conformándose cada tres años.

Por último, en la delegación de Pahuacan en el Municipio de Ayapango, el cobro de las tomas domésticas lo realizan los pobladores a los comuneros propietarios de las tierras ejidales por donde pasa el Sistema de Deshielo que surte de agua a la delegación, es por ello que el monto que esta población realiza es inferior con respecto a las otras comunidades (Cuadro 2.). La población objetivo mencionó que la captación de agua les es suficiente dentro de la unidad de producción en un 77% de los casos, además calificaron el servicio de agua potable y la distribución del líquido dentro de su comunidad como irregular aludiendo que no es la misma cantidad que llega al centro de cada población en comparación a las periferias de la comunidad.

Finalmente, casi la totalidad de la población (95%) estaría dispuesta a recurrir a la práctica de cosecha de agua de lluvia, siempre y cuando contaran con disponibilidad económica para realizarla y captarla en depósitos que les permitan almacenar una gran cantidad y utilizarla en temporada de estiaje, tanto para la limpieza de sus instalaciones y como agua de bebida para los animales, pero solo el 9% de los productores la llevan a cabo.

Análisis

La caracterización de la administración hídrica a nivel de subcuenca permitió mostrar la diversidad de datos que existen de tres factores importantes en la gestión hídrica del recurso: Volumen concesionado de agua por comunidad, usos y costos. Donde este último, repercute en la economía de los habitantes de la zona en específico a los productores lácteos, agregando un insumo más a los costos de alimentación del ganado lechero, como se ha hecho mención existen variaciones entre las diferentes fuentes consultadas y la información obtenida por las diferentes poblaciones sobre los costos por toma de agua para ambos municipios, esto abre una brecha sobre el valor real que tiene el recurso para los administradores en turno, ya que discrepan unos sobre otros sin tomar en consideración el valor real del agua.

Los actores juegan un papel importante en la administración hídrica de la zona, desde los que se encuentra debidamente establecidos jurídicamente (estatales y municipales) hasta los que participan como un servicio que prestan a su comunidad (cargo honorífico) y las autoridades ejidales, estos últimos dos encajan o son eslabones importantes en un sistema en donde la pieza más pequeña es necesaria,



porque estos actores llenan los huecos en donde es necesaria la participación de las comunidades como usuarios del recurso.

Por otro lado, es pertinente señalar que aunque existen datos que muestran el volumen concesionado de agua promedio por municipio, estos valores no son actuales, vuelven a discrepar de una referencia a otra y no contemplan todas las fuentes de extracción del recurso hídrico.

Cabe hacer mención que para generar una gestión del mismo, es necesario contar y contemplar con una visión actual del panorama del agua en la zona para generar políticas públicas que no solo brinden un bienestar socio-económico a la sociedad; sino garanticen un uso del agua correcto con una perspectiva sustentable; sin embargo, y derivado de la investigación se asume que es necesario contar con una mejora en la administración del recurso que aunque se cuenta con la cantidad necesaria para los servicios de la comunidad, no hay disponibilidad del mismo solo se cuenta con el volumen de agua que a cada comunidad se le concesiona, es así que esta problemática de disponibilidad aunada a la época de estiaje, en donde las autoridades implementan programas para repartir el recurso a la comunidad de una forma más equitativa y lo cual pone de manifiesto este flagelo que es parte de un gran nudo que es la gestión hídrica de la subcuenca y de la cual es ya necesario generar alternativas, prácticas y políticas con una visión sustentable del recurso. Finalmente, como se mencionó el volumen de recarga es inferior a éste; por lo tanto, no se está pensando en la cantidad de líquido que se le suministrara a la población futura.

En cuanto al origen del recurso hídrico es necesario voltear a ver las señales de alarma sobre el problema hídrico con respecto al consumo de agua en la zona y las consecuencias que genera como es la sobreexplotación y las secuelas del actual calentamiento global por mencionar de las más importantes dando como resultado la desaparición de alguna fuente de extracción del recurso hídrico a mediano plazo, que llevaría consigo conflictos sociales por competencia de usos, es ahí donde deben de intervenir los diferentes usuarios del recurso para generar mejoras en la gestión del agua que implicaría una visión actual de la problemática, sin dejar de contemplar ningún uso del agua.

Las referencias marcan porcentajes mínimos del uso del líquido por empleo pecuario, pero es necesario tomar en cuenta el uso ganadero en específico el impacto que ejerce en esta zona lechera el sistema de producción de leche en pequeña escala debe atenderse el diseño de políticas públicas para su regulación. Además, cada población cuenta con diferentes y diversas fuentes de extracción de agua (superficial o subterráneas) por lo que esto se ve reflejado en el volumen de agua que se le concesiona por temporada; es decir, las comunidades que son abastecidas con algún sistema de deshielo el volumen de agua tiende a ser irregular durante el transcurso del año y por consecuencia la población en época de estiaje comienza a presentar problemas de disponibilidad del recurso.



La cosecha de agua de lluvia se vislumbra como una posible solución, ya que solo el 9% de los productores encuestados llevan a cabo esta práctica que desde una perspectiva sustentable le ahorraría a gran parte de la población el costo por los servicios de agua potable, pero será necesaria una capacitación a los usuarios que garantice una calidad en el recurso captado.

Conclusiones

Los factores que afectaron a la gestión hídrica fueron los siguientes: Volumen concesionado, monto económico y usos, visualizados a partir de la primera etapa de la metodología. Las unidades de producción de leche son un reflejo del sistema de producción de leche en pequeña escala que se encuentra en la zona, el costo económico que genera disponer de agua en el sistema de producción es un factor que afectó directamente al mismo. Aunque estos factores se administran y generan a nivel macro afectan a nivel micro es decir, a las unidades de producción, ya sea de forma directa como indirectamente. Estos resultados demuestran que existen huecos en la administración del líquido tanto en la gestión a nivel de subcuenca como dentro del sistema de producción lácteo, los administradores del recurso (estatales, municipales, delegacionales y ejidales) solo ejercen el papel de suministrar, reparar y mantener, pero no contemplan el papel de conservarlo sustentablemente, ya que entre más eficiente sea la gestión del agua y cuente con datos actuales que permitan una mejor administración se podrá visualizar un mejor futuro en el suministro del mismo para las próximas generaciones de la zona y sus actividades productivas entre ellas la producción láctea, que es en este rubro donde la administración por las comunidades es necesaria porque nadie más que ellas saben de las necesidades que requiere cada población.

Desde un punto de vista social al ser el agua un recurso importante para toda actividad productiva de la sociedad un déficit en los factores (volumen concesionado y usos del agua) que integran la gestión hídrica, generara conflictos por competencia de usos, afectando a las familias que depende de la actividad lechera en la zona y que hoy en día está generando problemas hídricos en la región.

Finalmente, el trabajo de investigación permitió identificar a los principales actores que participan en la gestión del agua, así como sus funciones. En cuanto a la metodología GIRH, se rescatan diferentes aspectos que permiten tener un mejor acercamiento a la problemática del agua y sería conveniente continuar con las diferentes etapas con la intención de llegar a construir un plan de acción que permita orientar los trabajos hacia la sustentabilidad del recurso hídrico, además de implementar prácticas sustentables como lo es la "cosecha de lluvia" la cual beneficiaría tanto a productores pecuarios como a la sociedad en general si se implementa de una forma adecuada (época de estiaje) y generando un recurso hídrico de calidad.

Se concluye que con base a la aplicación de la metodología modificada del enfoque GIRH, en la zona de estudio no hay un problema de escasez en el volumen de agua concesionada, sino de una problemática social de distribución del vital líquido dentro



de la zona de estudio. Se recomienda continuar realizando investigaciones en torno al agua y a la sustentabilidad de la producción lechera y en la transformación de productos en la región.

Nota.- La presente investigación forma parte del megaproyecto de "Evaluación de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción en Pequeña Escala" con apoyo del CONACyT 129449

Referencias bibliográficas

Burns E. (2009). Repensar la cuenca. La gestión de ciclos del agua en el Valle de México. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Burns E. Coord. (2011). Plan Hídrico para las Subcuencas Amecameca, la Compañía y Tláhuac Xico. Universidad Autónoma Metropolitana y Comisión de cuenca de los ríos Amecameca y la Compañía. México.

Carabias J. y Landa R. (2005). "Agua, Medio Ambiente y Sociedad: Hacia la Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México". Ed. UNAM, Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte. México. D.F.

Carbajal E., Campos H. y Calderón R. (2011). Políticas de conservación y manejo del agua en el estado de México, caso: "Santuario del agua Valle de Bravo". Quivera. No. 2011-2: 63-92.

CONAFOVI. (2005). Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales [Folleto]. CONAFOVI. México, D. F.

CONAGUA. (2002). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Chalco-Amecameca, Estado de México. Comisión Nacional de Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de aguas subterráneas. México, D.F.

CONAGUA. (2009). Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Primera Edición. Comisión Nacional del Agua, Edit. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Coyoacán, México, D.F. Consultado en: www.conagua.gob.mx.

CONAGUA. (2011). Estadísticas del agua en México. Edición 2011. Comisión Nacional del Agua, Edit. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Tlalpan, México, D.F. Consultado en: www.conagua.gob.mx.

Díaz C., Esteller M. V., Velasco A., Martínez J., Arriaga C. M., Vilchis A. Y., Manzano L., Colín M., Miranda S., Uribe M. L. y Peña A. (2009). Guía de Planeación Estratégica Participativa para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Capítulo Estado de México, Red Interinstitucional e Interdisciplinaria de Investigación, Consulta y



Coordinación Científica para la Recuperación de la Cuenca, 1era. Edición, México.

Daniel, W. (2005). Bioestadística. 4° Edición, Editorial Limusa, Madrid, España.

Descheemaeker K, Mapedza E., Amede T. y Ayalneh W. (2010). Effects of integrated watershed management on livestock water productivity in water scarce areas in Ethiopia. *Physics and Chemistry of the Earth* Vol. 35: 723–729.

Espinosa, A. E. (2000). La competitividad del Sistema Agroalimentario Localizado productor de quesos tradicionales Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México.

Espinoza O., Rivera H., y García H. (2008). Los Canales y Márgenes de Comercialización de Leche la Cruda Producida en Sistema Familiar (Estudio de Caso). *Veterinaria México*. 39 (001).

Gaceta de Gobierno de Gobierno del Estado de México. (2012). Tarifas para red de distribución de agua potable para el municipio de Amecameca. Comisión de agua del Estado de México.

Gallardo N. (2004). Situación actual de la producción de leche de bovino en México. Coordinación General de Ganadería.

GWP-INBO. (2009). Manual para la gestión Integrada de los Recursos Hídricos. GWP (Global Water Partnership) e INBO (*International Network of Basin Organizations*, INBO). Paris, Francia.

GWP. (2008). Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Bases para el Desarrollo de Planes Nacionales. GWP (*Global Water Partnership*) Centro y Sudamérica. Edit. Elanders. Brasil.

IGECEM. (2011^a). Estadística Básica Municipal del Estado de México. Municipio de Ayapango. Gobierno del Estado de México. México.

IGECEM. (2011^b). Estadística Básica Municipal del Estado de México. Municipio de Amecameca. Gobierno del Estado de México. México.

López S., Martínez S. y Palermo J. (2012). La administración de sistemas de abasto de agua para uso doméstico en la región de los volcanes: el papel de las comunidades. Segundo Congreso Red de Investigadores Sociales sobre el agua. Universidad de Guanajuato. México.

Ortiz S., García T. y Morales T. (2005). Manejo de Bovinos Productores de leche. Colegio de Posgraduados. Secretaria de la reforma agraria.



- PDU. (2003^a). Plan Municipal de Desarrollo Urbano Amecameca. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano.
- PDU. (2003^b). Plan Municipal de Desarrollo Urbano Ayapango. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano.
- Puente J., Brunett L., Espinosa E. y Márquez O. (2011). Calculo del consumo de energía en la producción de leche en pequeña escala, Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, U.A.EM., Toluca, Estado de México, México.
- Romero A. G. (2010). Caracterización del Agroecosistema de Producción de Leche en el Municipio de Ayapango, Estado de México. Tesis de Licenciatura en MVZ de la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Amecameca, Noviembre.
- Romero T. A., Ávila L. y Viesca C. (2011). Queserías, Gastronomía y Autodesarrollo: El caso de Poxtla, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, Estado de México, México.
- SIAP. (2011). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Tabulado Municipal- Producción Leche-Bovino, Caprino. Consulta en: www.siap.gob.mx.
- Tapia R., (2010). Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistemas de producción de leche en San Francisco Zentlalpan Municipio de Amecameca de Juárez, Estado de México. Tesis de Licenciatura en MVZ de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Twomlow S., Love D. y Walker S. (2003). The nexus between integrated natural resources management and integrated water resources management in southern Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*. Vol. 33: 889–898.
- UNESCO. (2010). El Agua en un mundo en cambio. 3er. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Sevilla, España.