

Objetivos y logros del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI)

Dr. Manuel Anaya Garduño - Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, anayam@colpos.mx

La creación del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI) tiene como objetivo general lograr el abastecimiento con agua de lluvia en cantidad y calidad para consumo humano en las familias y en las comunidades, con especial atención a las poblaciones marginadas. Además, se construyeron cisternas revestidas con geomembrana de PVC estéril sin problemas de liberación de sustancias tóxicas para el consumo humano y que son de gran plasticidad para el abastecimiento de agua para diversas especies animales y para riego con agua de lluvia en cultivos desarrollados en invernaderos. Asimismo, se ha realizado el registro ante el IMPI de la marca de agua de lluvia purificada "Lluviatl".

La misión del CIDECALLI es formar líderes nacionales e internacionales en aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano, producción agrícola, consumo animal y uso industrial, que conlleven a un mejor desarrollo social, económico y ambiental. La visión del CIDECALLI es promover la cultura sobre el aprovechamiento integral del agua de lluvia para el desarrollo sustentable y la conservación de los recursos naturales en el ámbito mundial.

Los resultados obtenidos al construir los diferentes prototipos de cisternas del CIDECALLI demuestran algunas soluciones a los problemas de abastecimiento en cantidad y calidad del agua para consumo humano, consumo animal, riego de plantas en invernaderos y riegos de auxilio en la agricultura de temporal. Además, se ha dado amplia difusión al CIDECALLI a través de cursos, conferencias, manuales, CD, programas de radio, trípticos, carpetas alusivas y entrevistas con periodistas y reporteros de televisión dentro y fuera del país. Sin embargo, es importante reforzar los programas de investigación sobre calidad del agua para consumo humano, con la posibilidad de añadir elementos nutritivos para mejorar la nutrición en las comunidades marginadas. Es necesario poner énfasis en la calidad del agua de lluvia para diversos usos: consumo humano, consumo animal, producción agrícola y uso industrial, ya que se puede decir que: ¡calidad de agua es calidad de vida!

INTRODUCCIÓN

Alrededor de dos mil millones de personas (un tercio de la humanidad) sufrieron consecuencias por los efectos de desastres naturales en la última década del siglo XX; las sequías y las inundaciones representaron un 86% de los mismos. Por otra parte, desde la época de bronce los asentamientos humanos y las actividades económicas respectivas se han desarrollado según la disponibilidad del agua.

El abastecimiento de agua dulce representa uno de los problemas más críticos que enfrenta la comunidad internacional. El agua es un elemento primordial para la vida en nuestro planeta y el cuerpo humano está constituido por 70% de agua. Las fuentes importantes de agua incluyen ríos, lagos y acuíferos, en los que existe sobre explotación y contaminación, poniendo en peligro a las diversas poblaciones que dependen de ellas. La cantidad de agua dulce en el planeta es la misma que hace 2,000 años, cuando la población humana era 33 veces menor a la actual. En el año 2025, dos terceras partes de la población mundial (5,500 millones de personas), vivirán en países con serios problemas relativos a la disponibilidad de agua, si continúan las políticas actuales.



Un 70% de la superficie terrestre es agua, aunque sólo 3% de ella es dulce y tres cuartas partes de esta agua no son accesibles, ya que se encuentra en glaciares y en las zonas polares; así, solamente 1% del agua dulce es accesible. El agua de estas fuentes se abastece con la lluvia, las nevadas y la niebla. En el ámbito mundial se dispone de 12,500 a 14,000 millones de metros cúbicos de agua por año para consumo humano.

Los problemas de la humanidad en relación al recurso del agua se refieren a sistemas deficientes en abastecimiento de agua potable y saneamiento, lo cual probablemente provocará conflictos, tensiones, disputas y guerras a nivel local, nacional e internacional.

Es difícil establecer un consumo de agua *per cápita* debido a las diversas condiciones sociales, económicas y ecológicas: la Organización Mundial de la Salud estima que para satisfacer las necesidades básicas para beber, bañarse, cocinar y saneamiento, se requieren de 50 a 100 litros de agua dulce por persona por día para un estándar de vida mínimamente aceptable.

La agricultura es el sector que más agua consume en el ámbito mundial (70%) y el que más contaminación produce por el uso excesivo de agroquímicos, al inducir la contaminación de aguas superficiales y de los acuíferos. Los desechos de las industrias han aumentado considerablemente en las últimas décadas ya que los contaminantes industriales suelen arrojarse directamente a las vías fluviales. El agua de lluvia arrastra también sales y aceites en las calles de las ciudades, y también se presenta la lixiviación de metales pesados. Además, en las zonas industriales se tienen contaminantes como el dióxido sulfuroso y los óxidos de nitrógeno que forman la lluvia ácida.

Otro problema relacionado con el agua se refiere a las enfermedades que causan la muerte a millones de personas cada año. Un 60% de la mortalidad de niños menores de un año

se relaciona con enfermedades infecciosas y parasitarias, en su mayor parte relacionadas con la calidad del agua, como en Bangladesh y Pakistán. La provisión de agua pura y de saneamiento adecuado salvaría millones de vidas al reducir la presencia de enfermedades relacionadas con la calidad del agua; lo que indica que los gobiernos y las organizaciones de asistencia deberán considerar como alta prioridad abastecimiento y calidad.

Según Herodoto de Halicarnaso, los antiguos persas del siglo V (A.C.), “Veneraban en tanto grado a los ríos, que ni defecaban, ni escupían, ni se lavaban las manos en ellos, como tampoco permitían que ningún otra persona lo hiciera”.

El valor del mercado mundial del agua se estima en 22 mil mdd, con crecimientos anuales de 12%. En México el consumo *per cápita* es, en promedio, de 86.1 litros y crece más que los refrescos de cola.

La situación actual en México, en relación con el abastecimiento y saneamiento del agua indica que existen trece millones de habitantes sin acceso al agua potable y 24 millones que no cuentan con sistemas de drenaje y alcantarillado.

El territorio nacional cuenta con una superficie aproximada de 200 millones de hectáreas, de las cuales 110 se dedican a la ganadería, alrededor de 18 millones de hectáreas a la agricultura de temporal y 6.3 son irrigadas. Lo anterior indica la necesidad de considerar los sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia como una tercera vía para ayudar a resolver los problemas que enfrenta la población, la ganadería y la agricultura nacional. Es posible establecer sistemas de captación del agua de lluvia en techos de casas habitación, edificios, centros comerciales, fábricas o almacenes, los cuales representan millones de metros cuadrados en el país donde se podrían coleccionar millones de metros cúbicos de agua de lluvia, la cual con un manejo adecuado tiene una gran calidad.

En todo el territorio nacional se tiene un promedio anual de lluvia de 1,500 kilómetros cúbicos de agua. Si sólo se aprovechara 3% de esa cantidad, se podría abastecer a 13 millones de mexicanos que actualmente no cuentan con agua potable, así como dar dos riegos de auxilio a 18 millones de hectáreas de temporal, abastecer a 50 millones de unidades animal y regar 100 mil hectáreas de invernadero.

El Colegio de Postgraduados, ante el reto de abastecimiento en cantidad y calidad de agua para los diversos usos (doméstico, agrícola, pecuario, forestal e industrial), ha establecido el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI).

OBJETIVOS

Los objetivos del CIDECALLI son:

- Captar y aprovechar el agua de lluvia con fines de consumo humano, industrial, agrícola, forestal y producción animal.
- Generar y transferir las tecnologías desarrolladas.
- Dar un valor agregado al agua de lluvia envasada, al añadir ácido fólico, flúor, minerales y vitaminas.
- Mejorar la eficiencia en el uso del agua de lluvia para la producción agrícola, ganadera y forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El CIDECALLI ha desarrollado un modelo novedoso de prototipos de cisternas revestidas con geomembranas de PVC de alta resistencia y un diseño aplicado a la construcción de cisternas de uso doméstico, así como diversos prototipos comunitarios y para aplicaciones agropecuarias específicas, con enfoque sistémico para la captación, filtración, purificación, conducción, almacenamiento,

disposición y tratamiento del agua. El CIDECALLI promoverá la captación, purificación y envasado de agua de lluvia, con especial atención a las comunidades rurales de escasos recursos y a las instituciones académicas. Además, se ofrecerán cursos y diplomados en sistemas de captación y aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, y reforzarán las actividades de investigación y de generación y transferencia de tecnologías sobre este tema.

Esta propuesta tecnológica permite reducir y evitar la evaporación y tiene prototipos diseñados para cisterna familiar, estanque para producción de peces y contenedor para riego de huerto familiar, purificadora de agua de lluvia, abrevadero para pequeñas explotaciones ganaderas, depósito para riego en invernaderos, reservorios para riegos agrícolas y digestor para tratamiento de aguas de desecho. En conjunto, estos prototipos constituyen el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI), ubicado en Montecillo, Texcoco, Estado de México. A continuación se describen los prototipos de cisternas revestidas y techadas con geomembrana de PVC.

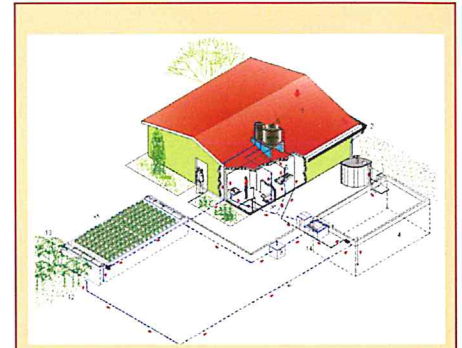
El sistema COLPOS 1 considera el ciclo hidrológico y utiliza el agua de lluvia para consumo humano previa filtración y purificación; las aguas jabonosas se utilizan en el sanitario, las aguas negras se tratan y el excedente se destina al riego de frutales (ver figura 1).

LOGROS

La visión del CIDECALLI es promover una cultura sobre el aprovechamiento integral del agua de lluvia para el desarrollo sustentable y la conservación de los recursos naturales.

En la zona Mazahua se planteó y construyó un sistema para captar agua de lluvia para almacenarla y purificarla con un sistema de tratamientos acorde a la calidad de la fuente, con el fin de envasarla y abastecer continuamente a una población que no cuenta con agua de calidad.

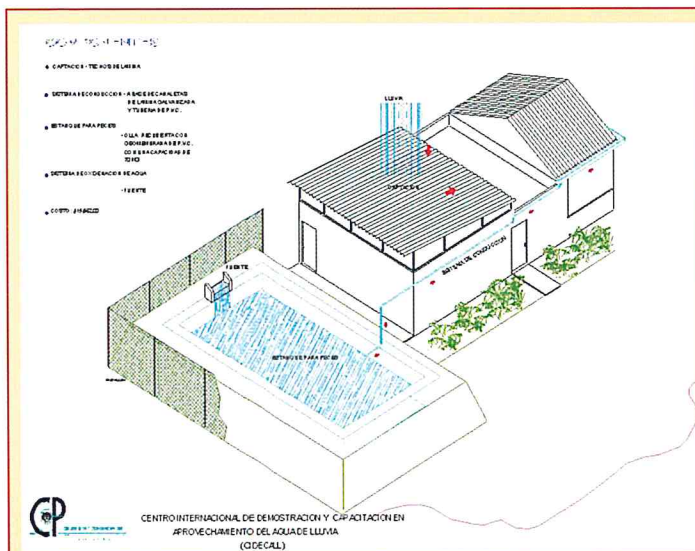
Los habitantes beneficiados son 2600, con un consumo *per cápita* de 2.4



MANEJO INTEGRAL DEL CICLO HIDROLÓGICO
 Abastecimiento con agua potable y purificada a una familia de 4 personas y un consumo *per capita* de 100 litros diarios durante todo el año.
 Área de captación: 120 m²
 Precipitación pluvial anual: 610 mm.
 Tamaño del tanque de almacenaje: 73 m³
 Costo: 3,800 USD



Figura 1. COLPOS 1. Cisterna para uso doméstico.



Descripción: Cuenta con el sistema de captación, conducción y almacenamiento, de agua de lluvia para el cultivo de peces de ornato y comestibles en sistemas de producción libre y de jaulas flotantes. Un uso alternativo del agua es el cultivo de hortalizas y plantas medicinales en huerto familiar para proveer a la familia de vitaminas y minerales y los subproductos para consumo animal y elaboración de compostas.
 Capacidad: 70 m³
 Costo: 1,800 USD

Figura 2. COLPOS 2. Estanque para peces de ornato y comestibles y contenedor para riego de huerto familiar.

Agrícola San Isidro



Leyson



Gracias al trabajo de tres generaciones, en Agrícola San Isidro además de convertirnos en el máximo productor de berenjena del mundo, también procesamos frutas, hortalizas, y añadimos valor a una gran cantidad de productos del campo.

Nuestras instalaciones se encuentran al Noroeste de la República Mexicana, en Carretera la 20, Kilómetro 13.5, Navolato, Estado de Sinaloa. Nos localizamos en el valle donde se producen las mejores hortalizas de México, esta ventaja nos permite alcanzar los estándares más altos de calidad y comercializar nuestros productos en distintas partes del mundo.

Somos los productores más importantes de berenjena de alta calidad de Norteamérica. Durante más de 53 años, nuestra familia ha operado el negocio y ha provisto productos categoría "Premium" con integridad y profesionalismo.

En Agrícola San Isidro hemos sido reconocidos como modelo internacional de "Excelencia de Exportación" por el gobierno Mexicano en dos ocasiones.

Estamos orgullosos de ser reconocidos como administradores con conciencia social y ambiental.

En lo que a nuestros clientes y consumidores concierne, simplemente ofrecemos indiscutiblemente el mejor producto del mercado.

PRODUCTOS LEYSON:



Berinas Snack
Berenjena deshidratada
sabor chile
Cont. Neto 40 gr.



Berinas Snack
Berenjena deshidratada
sabor dulce
Cont. Neto 40 gr.



**Pulpa de Berenjena
con chile**
Cont. Neto 65 gr.



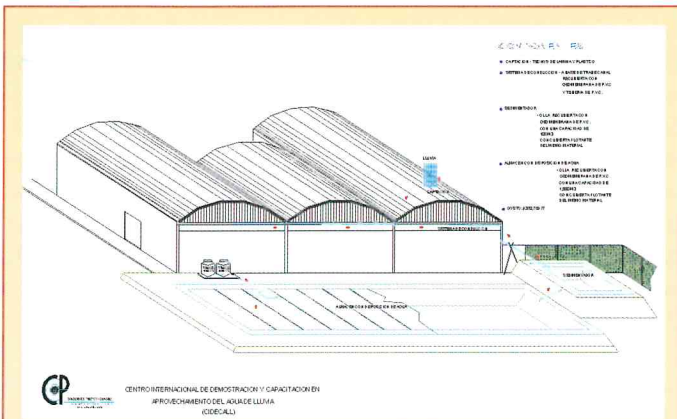
**Mermelada de
Berenjena**
Cont. Neto 420 gr.



PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS



www.asic.com.mx



Es posible el abastecimiento del agua de lluvia purificada a nivel comunitario, además, es posible prevenir la presencia de enfermedades gastrointestinales. La inversión *per cápita* es de 40 a 50 USD. Capacidad de la cisterna: 2,000.00 m³. Número de personas beneficiadas: 2,300.

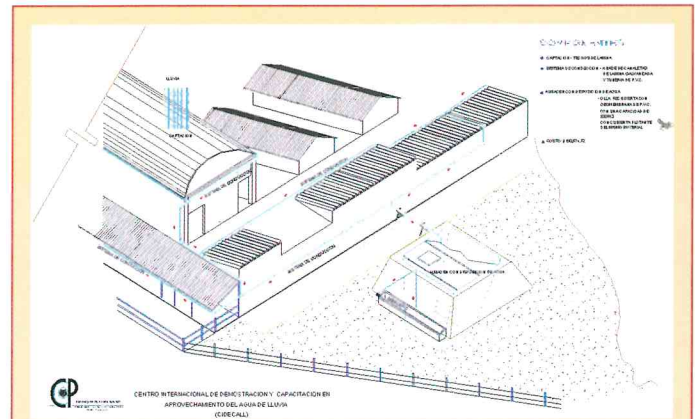


Figura 3. COLPOS 3. Purificadora de agua de lluvia.

litros diarios de acuerdo con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud de la ONU, lo que representa anualmente un volumen de 2246 m³ y un volumen de almacenamiento de 1500 m³ para ocho meses de sequía.

Los pasos que se realizaron para el diseño del sistema de captación se presentan a continuación:

1. Localización del sitio para establecer el sistema.
2. Determinación de la demanda.
3. Cálculo de la disponibilidad de agua.
4. Diseño del área efectiva de captación de precipitación.
5. Diseño del sistema de conducción del agua captada.
6. Diseño del volumen del sedimentador o trampa de sólidos.
7. Diseño del sistema de almacenamiento de agua captada.
8. Diseño del bombeo de agua almacenada y,
9. Diseño del sistema de purificación.



Con esta obra se asegura agua de calidad a los animales de un pequeño hato ganadero para asegurar su supervivencia y buen desarrollo en las épocas de estiaje, se diseñó para satisfacer las necesidades de consumo (50 litros por día por unidad animal). Contará con sistemas de captación, conducción, almacenamiento (cubierto), filtrado y disposición (bebederos). Capacidad: 500 m³. Costo: 4,000 USD.

Figura 4. COLPOS 4. Abrevadero para pequeñas explotaciones ganaderas.

Para el diseño se considera la demanda de agua mensual de los meses de sequía y para mantener un abastecimiento permanente, se añaden dos meses más.

Datos:

$$D_j = 186 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$M_{\text{sequía}} + 2 = 6 + 2 = 8$$

$$V = 187 * 8 = 1498 \text{ m}^3 \text{ cisterna} =$$

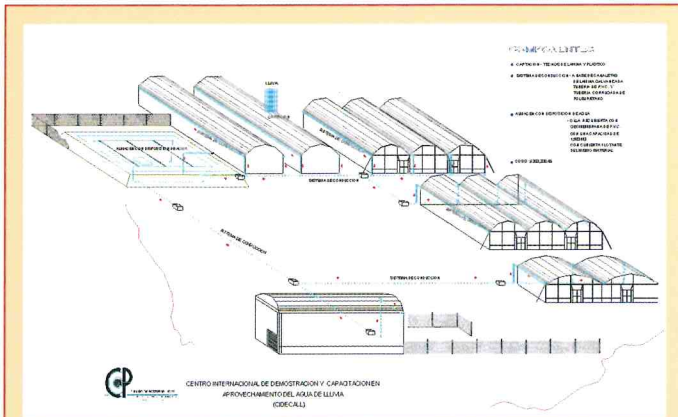
El procedimiento es igual que en caso anterior; los resultados son una cisterna de 21 metros de ancho, 36 metros de largo por 3.5 metros de profundidad.

Para realizar el diseño del sistema de purificación, se tomaron muestras de agua de lluvia de la zona y se determinaron parámetros físicos y químicos en laboratorio; dentro de los más importantes para la selección del equipo son: TDS (600 ppm), dureza superior a 200 ppm y menor de 200 unidades de turbidez. Por tanto, se seleccionó una planta purificadora con sistema de suavización y ósmosis inversa, garantizando así la calidad del producto.

La planta purificadora de agua está diseñada para abastecer a una población de 6000 habitantes, con una dotación diaria de 2.4 litros *per cápita*, de acuerdo a la norma de la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo, la producción inicial será de 328 garrafones de 19 litros por turno, una producción mensual de 9,853 garrafones (187 mil litros de agua purificada) representando el 41 % de la capacidad total.

En la Meseta Tarasca, en el municipio de Los Reyes, se establecieron tres proyectos de captación, almacenamiento, purificación y envasado de agua de lluvia.

Las características de las poblaciones, infraestructura disponible, necesidad de agua por año y las dimensiones



El propósito de este sistema es almacenar el agua captada en los techos de los propios invernaderos y mantenerla en condiciones de calidad adecuada para riego de cultivos bajo el sistema hidropónico. Se demostrará que es posible el cultivo bajo este sistema intensivo aún en los lugares con condiciones inadecuadas de clima y precipitación para el cultivo a cielo abierto. Capacidad: 2,000 m³



Figura 5. COLPOS 5. Cisterna para riego en invernaderos.

de las cisternas que abastecen dicha demanda, se presentan en el cuadro siguiente.

Lugar	Altitud (msnm)	Población (habitantes)	Área de captación (m ²)	Necesidad (m ³ /año)	Dimensiones (m)
Santa Rosa	2650	179	200	175	14x13x3.5
San Isidro	2550	1462	1400	1314	41x10x3.5
San Antonio	2500	690	750	613	19x11x3.5

Se consideró conveniente utilizar los techos de las instituciones educativas con el objeto de fomentar y reforzar la cultura sobre la captación y el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, de tal manera que contribuya al desarrollo rural sustentable en las comunidades de las zonas marginadas.

El proceso de producción del agua de lluvia purificada no genera contaminantes, por lo que no se tendrá problemas al descargar el agua al drenaje.

Las tres plantas purificadoras de agua de lluvia están diseñadas para abastecer a una población de 3,000- 6,000 habitantes con una dotación diaria de 2.4 litros *per cápita* de acuerdo a la norma de la organización mundial de la salud. Se tiene una producción inicial de 800 garrafrones de 19 litros por turno de ocho horas, con una capacidad de almacenamiento de las tres cisternas de 1 millón quinientos mil litros y una capacidad de purificación de agua de lluvia de 2 millones quinientos mil litros. El costo de producción de un garrafón de 14 litros es de \$4.40.

En los últimos dos años el CIDECALLI ha dado capacitación a más de 2,500 estudiantes, productores, técnicos, investigadores y tomadores de decisiones, así como a organismos no gubernamentales. Se está elaborando la norma sobre sistemas de captación del agua de lluvia con el objeto de certificar a técnicos especializados en la materia. Además, se contempla el establecimiento de diplomados a nivel nacional e internacional y generar alianzas estratégicas con instituciones educativas.

CONCLUSIONES

- El agua de lluvia representa una solución para abastecer en cantidad y calidad a las poblaciones que no tienen acceso a este vital líquido. Además, es una opción para la producción agrícola, el uso industrial y el consumo animal, lo cual garantiza el abastecimiento en cantidad y calidad.
- Los prototipos de cisternas revestidas y techadas con geomembrana de PVC permiten ofrecer tecnologías para el abastecimiento con agua de lluvia a las poblaciones marginadas y representan una estrategia para la autosuficiencia en las instituciones educativas.
- Los proyectos de Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia, son rentables, productivos y de alta competitividad. En los sistemas comunitarios, la inversión por persona varía de 350 hasta 500 pesos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Anaya, G.M. 1998. Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe. Ed. IICA. México.

Anaya, G.M. 1998. Memoria de la V Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Oaxaca, Oax.

Anaya *et al* (Editores). 1999. Memoria de la VI Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Jalapa, Ver.

Anaya *et al* (Editores). 2000. Memoria de la VII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, Estado de México.

Anaya *et al* (Editores). 2003. Proceedings of the XI international Conference on Rainwater Catchment Systems. Montecillo, Estado de México.

Anaya G.M. y Huerta, D.G. (Editores). 2005. Memoria de la XI Reunión y I de América y el Caribe sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco.

Anaya *et al* (Editores). 2006. Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Zonas Marginadas. Experiencia Exitosa No. FT239. Cuarto Foro mundial del Agua. México, D.F.