



Agua segura para consumo humano utilizando las precipitaciones

Mario Basán Nickisch¹, Tosolini, Rubér²,
Luciano Sánchez¹, Fabián Tejerina Díaz³,
Patricia Jordán³ y Héctor Vera⁴

En ambientes donde el agua subterránea es de mala calidad, o se encuentra a profundidades considerables, una buena opción es utilizar el agua de lluvia para consumo humano. Debido a esta gran demanda, desde el INTA se han propuesto y desarrollado sistemas para estos territorios en base a tecnologías apropiadas, respetando conocimientos locales y trabajando conjuntamente con los productores.

Se trata de sistemas en los que es prioritario conocer la distribución interanual y mensual de las precipitaciones que se producen en cada lugar, para definir con precisión la superficie necesaria para captar el volumen demandado. Optimizar el área de captación (techos), conducción (canaletas y bajadas) y almacenamiento (aljibes) para aprovechar las lluvias en su totalidad.

Los aljibes pueden construirse con mampostería, ferrocemento o placas de hormigón, entre otros, debiendo estar correctamente tapados y alejados de potenciales focos de contaminación.

Siempre es necesario implementar sistemas de filtrado que retengan los elementos que provengan del lavado inicial del área de captación con el comienzo de cada lluvia. Así el agua se almacena limpia y puede ser tratada eficientemente.

Se deben utilizar sistemas de bombeo herméticos para impedir la introducción de cualquier elemento

que pueda contaminar el agua garantizando el consumo de agua segura para las personas.

En regiones donde el agua subterránea no es apta para el consumo humano es válido analizar la alternativa de aprovechar las precipitaciones para ese consumo.

Los aljibes tradicionales de Argentina que se basan en el aprovechamiento del agua de lluvia que se capta de los techos, y que se conducen con canaletas y cañerías que terminan en un depósito central no han evolucionado lo esperado por diferentes motivos.

Algunos de los problemas de estos sistemas consisten en que:

- Son construidos sin el diseño apropiado ocupándose materiales de baja calidad.
- Las áreas de captación no tienen las dimensiones acordes a las precipitaciones del lugar ni al volumen que se requiere captar.

- c) Las canaletas y bajadas no tienen el tamaño ni la cantidad necesarios para poder conducir el agua captada por los techos hacia los depósitos.
- d) Entre la superficie de captación y el depósito no hay mecanismos que garanticen el filtrado de los materiales que pudieran existir al momento de las lluvias, lo que pone en riesgo la calidad del agua almacenada.
- e) Los depósitos de almacenamiento no disponen de cierre superior hermético, ni de mecanismos de bombeo estancos para extraer el agua, tampoco mecanismos de rebalse, que prevean el no ingreso de alimañas, roedores, insectos, etc.
- f) No se realizan tratamientos bacteriológicos al agua para considerarla segura para el consumo humano.

El objetivo principal de este trabajo es remarcar los elementos de diseño necesarios para concretar sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia cuyo destino es el consumo humano y, fundamentalmente, la necesidad de almacenar agua limpia mediante sistemas de filtrado eficientes, con el correspondiente tratamiento bacteriológico para poder garantizar el consumo de agua segura a las personas, bajo la premisa de la utilización de tecnologías apropiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los sistemas (Fig. 1) constan básicamente de:

- Un área de captación.
- Un sistema de canaletas y bajadas.
- Un sistema de prefiltrado, cucharas y cámaras de inspección.
- Un sistema de filtrado.
- Un depósito de almacenamiento.
- Un mecanismo de bombeo para extraer el agua.
- Un tratamiento de potabilización.

El área de captación (Fig. 1) es la superficie necesaria que permite el escurrimiento del agua hacia el sector de canaletas. Esta superficie es clave para garantizar el llenado del depósito en base a las precipitaciones locales.

Su dimensión sale del análisis de las lluvias del lugar

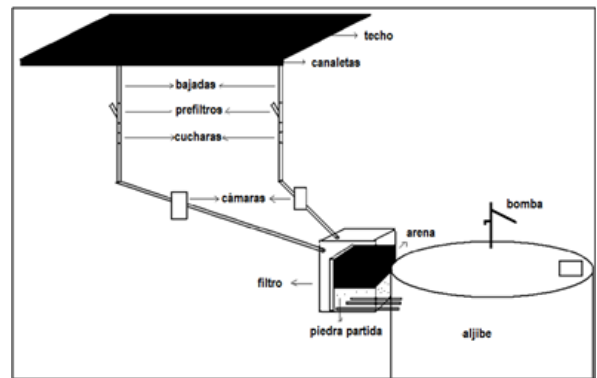


Figura 1 - Componentes de un sistema de aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano. (Autor: Mario Basán Nickisch-INTA).

o cercanas, siendo recomendable contar con series de precipitaciones anuales lo suficientemente extensas, 30 a 40 años como mínimo, (Fig. 2) para contemplar períodos hidrológicos secos, húmedos y medios.

En la Fig. 2 se puede apreciar la alta componente aleatoria de la variable precipitación, muy común en regiones semiáridas y áridas. Por ello no se recomienda trabajar con los valores promedios históricos para captar agua de lluvia.

Para lograr la Lluvia de Diseño se deben realizar los análisis probabilísticos de esta variable aplicando modelos desarrollados para tal efecto (Normal, Log Normal, Wakeby, Pearson, Log Pearson, Exponencial, General de Valores Extremos), donde en base a elegir los menores errores cuadráticos medios de la varianza y de la frecuencia, se opta por un valor de diseño que corresponda a un período de retorno o recurrencia bajo, $Tr = 1,25$ años para estos estudios, para así garantizar el abastecimiento de agua durante todo el año en todos los años.

La distribución de las precipitaciones durante el año (Fig. 3) debe tenerse en cuenta para adoptar el tamaño del depósito necesario para satisfacer la demanda.

Otra variable de diseño importante es la demanda que se debe cubrir, por ello se analiza la cantidad de personas que van a ser abastecidas por ese sistema de agua y que requerimientos van a ser satisfechos, priorizando el consumo personal e higiene de los alimentos, utensilios de uso diario, etc., partiendo con una dotación de 2 a 3 litros diarios por persona, que se irá incrementando si el aljibe también servirá

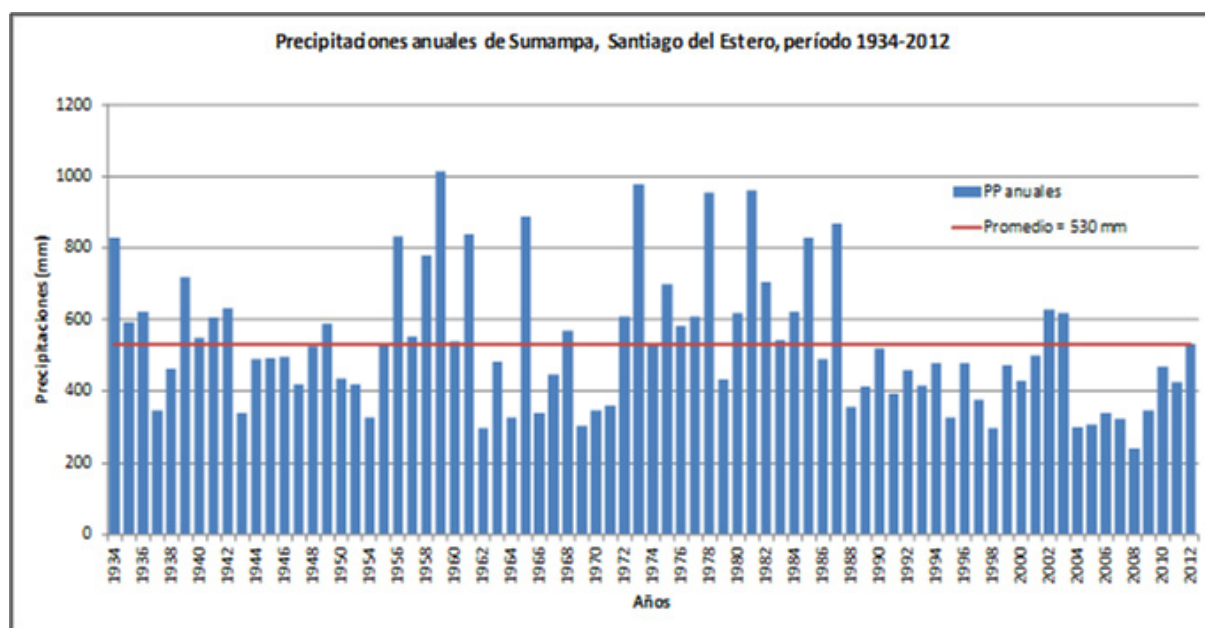


Figura 2: Precipitaciones anuales de Sumampa, Provincia de Santiago del Estero, Argentina.

para efectuar riegos a la huerta, para el aseo personal, para el consumo de animales domésticos, etc.

Esa variable (cantidad de personas que se deben abastecer) se calcula en base a la curva de crecimiento de la población en 20 ó 30 años, o directamente en zonas rurales se realiza un incremento en un 20 ó 30% de la población actual que se quiere abastecer.

Por otro lado se asume que un 10% del agua que cae en la superficie de captación no llega al depósito de agua por salpicaduras ante lluvias de alta intensidad = pérdidas.

Por lo tanto, de la fórmula siguiente: Volumen = Superficie x Altura, se despeja la variable que se quiere calcular

$$\text{Superficie} = \text{Volumen} / \text{Altura}$$

donde:

Superficie: es la superficie de captación de diseño del sistema que se busca (m²).

Volumen: se calcula en base a la cantidad de personas que se quiere abastecer (curva de crecimiento de 30 años o un 20 ó 30% de incremento de la población actual) más un 10% de incremento previendo pérdidas en los 12 meses (m³).

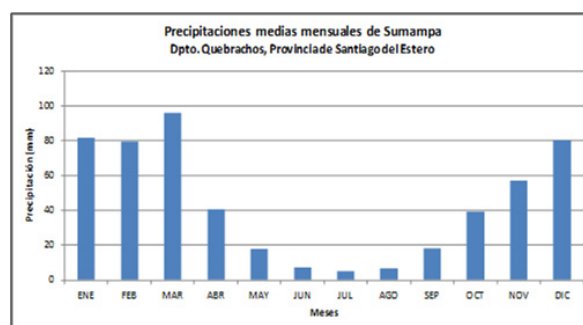


Figura 3 - Distribución mensual promedio de lluvias necesario para el dimensionamiento del aljibe.

Altura: precipitación anual con una recurrencia de 1,25 años (m).

El sistema de canaletas y bajadas (Fig. 1) es la parte más económica del sistema pero no siempre se dimensiona de manera tal de transportar toda el agua captada hasta el depósito y suelen presentar un número insuficiente de bajadas y no tener el mantenimiento adecuado.

Las canaletas deben ser lo suficientemente grandes para que puedan conducir el agua captada en los techos, cualquiera sea la intensidad de la lluvia. Las más comunes son las de chapa galvanizada o de PVC con tratamiento contra los rayos ultravioletas. Se recomienda que sean de 15 cm por 15 cm.

Deben contemplar bajadas de diámetro 110 mm, previendo una bajada en las canaletas por cada 30 a 40 metros cuadrados de superficie de captación, para minimizar pérdidas por rebalse ante lluvias intensas.

El encastre debe ser perfecto y tener suficientes ganchos de sujeción para que soporten el peso de las mismas con su máxima carga de agua. Se recomienda un espaciamiento de 1,5 m.

Las canaletas es conveniente que se instalen con un desnivel adecuado para que el agua escurra sin dificultad hacia las bajadas, con una pendiente de 0,005 (5 cm por cada 10 m de longitud).

Siempre deben limpiarse antes y durante el período lluvioso, prestando la atención necesaria a las hojas y cualquier otro elemento que pueda saturar el sistema de prefiltrado y filtrado.

El sistema de prefiltrado y cucharas (Fig. 1). Es esencial y necesario que toda el agua “cosechada” de los techos pase por un sistema de filtrado, de manera de lograr almacenar siempre el agua limpia, para que no dificulte el tratamiento bacteriológico posterior.

Hay diversas alternativas técnicas sobre estos sistemas. Unos consisten en un almacenamiento previo con el agua sucia inicial de las lluvias para destinarse al riego de huertas y luego, cuando ya corre limpia, se deriva al depósito final destinado para el consumo humano.

Otro consiste en un sistema de prefiltrado por cada caño de bajada del sistema de canaletas (Fig. 4) y el mismo es simplemente la implementación de una bifurcación en esas cañerías con una malla fijada con una abrazadera y remaches o tornillos pasantes, que impide el paso de basura (material vegetal, insectos, etc.), es decir, el material grueso.



Figura 4 - Sistema de prefiltrado y cuchara para eliminar materia vegetal, insectos y sedimentos gruesos.

Es un mecanismo muy práctico en su instalación, en su funcionamiento y en su limpieza, ya que con la introducción de una mano se puede retirar los elementos retenidos.

Ese sistema se puede complementar con un sistema de cuchara que permite derivar el agua inicial con tierra y cerrarlo cuando el agua ya pasa limpia. La misma tiene 2 condicionantes importantes: a) hay que estar presente cuando se producen las precipitaciones ; b) se pierde volumen de agua que puede ser muy útil para satisfacer la demanda. Este tema se maximiza en los establecimientos escolares rurales de regiones con régimen monzónico de precipitaciones, que es cuando se encuentran en receso.

El sistema de filtrado (Fig. 1 y 5) antes del ingreso al depósito, consiste en una cámara de decantación previa y un sistema de filtrado mediante el paso a través de un manto de arena que impida el paso de la tierra o de cualquier sedimento que haya sorteado el sistema de prefiltrado.

Al filtro se lo puede construir de mampostería o con ferrocemento. Comienza con una loza inferior, en la cual va apoyada la cañería perforada con orificios de 4 a 5 mm de diámetro en el sector filtrante. Esta cañería une el filtro con el depósito de agua.

El número y diámetro de esas cañerías de PVC (K6 de 110 mm de diámetro), debe ser igual o superior al de las cañerías de llegada que provienen del área de captación. Con esto se logra que el filtro no sea rebasada su capacidad de funcionamiento ante lluvias de alta intensidad.

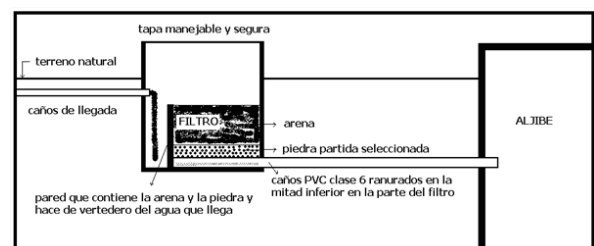


Figura 5 - Sistema de filtrado independiente del aljibe. Autor: Mario Basán Nickisch-INTA.

Las paredes del filtro se construyen con mampostería, cuyo espesor puede ser de 5 a 15 cm, construyéndose con ladrillos comunes de barro cocido de buena calidad, unidos con mezcla de cemento portland normal CPN 40 y arena utilizando hierros

Extensión y Desarrollo

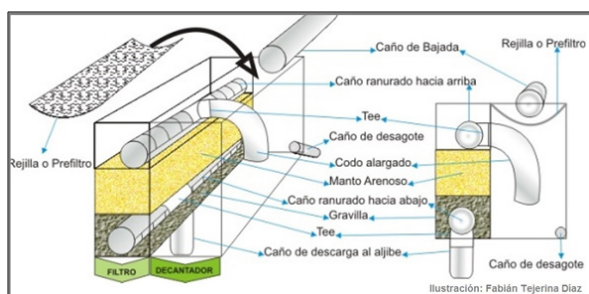


Figura 6 - Sistema de filtrado para ser implementado en la tapa superior de un aljibe. Autores: Basán Nickisch, M.; Sánchez, L.; Tosolini, R.; Tejerina Díaz, F. y Jordán, P.

nervados de 4,2 mm de diámetro para asegurar su estructura, con un revestimiento interior que contemple también material hidrófugo, para que sea estanco.

Las cañerías de llegada desembocan en el primer compartimento o decantador de sedimentos. Una pared nivelada a cero separa al mismo del sector del filtro con arena. El agua proveniente del techo inunda el decantador y termina rebasando la pared que actúa como un vertedero, para incorporarse al sector del filtro de arena y finalmente terminar en el aljibe.

La superficie filtrante de la arena debe ser proporcional a la superficie de captación: por cada 100 m² de superficie de captación se recomienda 1 m² de superficie filtrante de arena.

El filtro de arena en su parte inferior se carga con piedra partida fina, con un espesor de 30 cm. Luego debe ir arena gruesa con un espesor de 20 cm y por último 20 cm de arena fina hasta alcanzar la pared de vertedero que une con el primer compartimento.

El material filtrante es la arena. La función de la piedra partida es no permitir el ingreso de la arena a la cañería filtrante y, por ende, al depósito de agua.

El filtro debe poseer una tapa segura y práctica para inspeccionar su limpieza y funcionamiento. Antes de las primeras lluvias y durante el período lluvioso del verano debe corroborarse su limpieza y la buena disposición del material filtrante.

Una variante a ese diseño de prefiltrado, decantación y filtrado es la siguiente (Fig. 6):

Esta alternativa compacta de sistema de filtrado (Fig. 7, 8, 9, 10, 11 y 12) se puede implementar en aljibes construidos de mampostería, con ferroc-



Figura 7: Losa de Hº y paredes de mampostería.



Figura 8: Dren inferior que comunica el filtro con el aljibe.



Figura 9: Cañería que une el sector de decantación con el filtro de arena.



Figura 10: Filtro cargando con arena.



Figura 11: Malla que actúa como sistema de prefiltrado.



Figura 12: Filtro compacto sobre la tapa del aljibe.

mento y con placas de cemento, no así para depósitos plásticos.

El depósito de almacenamiento o aljibe (Fig. 1) permite conservar el agua durante el año.

Su volumen se calcula en base a la cantidad de personas que se quiere abastecer aplicando la curva de crecimiento poblacional para 20 ó 30 años, o adoptando directamente que va a existir un 20 ó 30% de incremento de la población actual.

Se puede construir de diversos materiales (mampostería, ferrocemento, plástico, madera, metálico), donde deben prevalecer las normas constructivas que garanticen su comportamiento ingenieril en lo que hace a soportar adecuadamente presiones externas e internas, y una adecuada estanqueidad en lo que se considere su vida útil, siendo deseable que la misma sea de 30 a 50 años.

Es importante consultar a los usuarios acerca de los materiales, preferencias, costos, lugares de implementación por el acceso de materiales de construcción, costumbres, capacidad constructiva local por alguna de las alternativas, etc.

Pueden ir enterrados, semienterrados o en superficie, donde su diseño deberá contemplar estas alternativas.

Es muy importante su ubicación; altamente recomendable que no se encuentren cerca de potenciales focos de contaminación: letrinas, pozos sépticos, basurales, etc. También se debe tener en cuenta los árboles cercanos, pues sus raíces pueden afectar la estructura.

Su entorno debe estar convenientemente higienizado y libre de animales domésticos, en lo posible con un cercado perimetral que impida el ingreso cercano de esos animales.

Debe tener cañería de rebalse con malla para impedir el ingreso de animales a una altura tal que no pueda entrar el agua por escorrentía superficial.

Siempre es conveniente que tenga un acceso superior seguro y práctico para limpiezas periódicas e inspecciones. Siempre debe prevalecer un diseño cilíndrico para uniformizar tanto las presiones externas del suelo como las internas del agua en las paredes.

En la parte inferior, cuando los suelos no son estables, como el caso de los limos, arcillas o la presencia de hormigueros, siempre es conveniente compactar con un pisón y, de ser necesario, colocar una primera capa de hormigón económico, cuyo espesor

Extensión y Desarrollo

variará en relación directa con la capacidad del depósito. A mayor capacidad, mayor espesor.

Una vez estabilizado el piso la obra realmente comienza con una losa inferior de hormigón armado. Las paredes laterales en los aljibes de mampostería se construyen con un espesor de 15 cm para depósitos de hasta 20.000 l de capacidad, luego se recomienda paredes de 20 cm de espesor hasta 30.000 l, para luego tener paredes de 30 cm de espesor para depósitos de más de 30.000 l.

Es importante elegir ladrillos cocidos de buena calidad, cemento portland normal CPN 40, encadenados laterales cada 1,5 m de altura con hierro de 8 mm de diámetro, y un revoque de 1 cm de espesor con material hidrófugo.

La proporción de mezcla para las losas y encadenados debe ser 3 de arena, 3 de piedra partida (1-3) y 1 de cemento. Para los revoques debe ser 3 de arena y 1 de cemento y para el interior debe aplicarse hidrófugo en una proporción de 1 de hidrófugo y 10 de agua. Si el cemento es CPC 40 (con filler calcáreo o escoria) debe aplicarse un 20% más, quedando las mezclas como 2,5 de arena, 2,5 de piedra partida y 1 de cemento.

El mecanismo de bombeo (Fig. 1) para extraer el agua. Siempre es conveniente implementarle al depósito una bomba centrífuga domiciliaria si se dispone de energía eléctrica convencional de 220 V, o una bomba manual para la extracción del agua almacenada, incluso para su elevación a depósitos sobreelevados.

Las mismas pueden ir instaladas encima de la tapa superior del almacenamiento o al costado del mismo, donde cada caso tendrá su análisis de practicidad y de seguridad.

Esto minimiza los riesgos de contaminación debido a la apertura de la boca del depósito y a la introducción de tarros o baldes con sogas para poder extraer el agua, así como también el peligro de accidentes, especialmente con los niños.

El tratamiento bacteriológico del agua almacenada es el principal motivo de investigación en estos sistemas.

Después que el agua pasó por el sistema de filtrado y se almacena limpia en el depósito, todavía no es segura para el consumo humano, puede contener

elementos patógenos que pongan en riesgo la salud de las personas que la consuman.

Por ello se consideró importante desde INTA realizar los análisis correspondientes a agua de aljibe con filtrado previo con tres tratamientos diferentes (Fig. 13) y a dos fuentes de agua de lluvia donde una de ellas posee sistema de filtrado pero sin tratamiento bacteriológico (testigo 1) y otra sin filtrado y sin tratamiento bacteriológico (testigo 2):

- Tratamiento 1: Dejar expuesta a los rayos ultravioleta del sol una botella de agua de lluvia, previo filtrado, en un envase plástico en buen estado durante 1 día (Finca Ledesma).
- Tratamiento 2: Agregar una gota de lavandina de calidad por cada litro de agua de lluvia filtrada (Finca Ledesma).
- Tratamiento 3: Hervir el agua durante 3 a 5 minutos en el agua de lluvia con el tratamiento previo de filtrado (Finca Ledesma).
- Tratamiento 4: agua filtrada sin ningún tratamiento bacteriológico (Finca Ledesma).
- Tratamiento 5: agua sin filtrar ni tratamiento bacteriológico (Finca Tévez).

Cuando se presentan días nublados y se utilizan los rayos ultravioleta para realizar el tratamiento (comúnmente llamado SODIS) se recomienda dejarlas 2 días expuestas, simplemente por precaución, antes de su consumo.

Según estudios realizados por el INTA EEA Santiago del Estero (Basán Nickisch, 2008) se necesita una gota de lavandina por cada litro de agua almacenado en un aljibe, estando el agua clarificada. Con ello se logra una correcta desinfección y un cloro residual de al menos 0,2 mg/l. En esos estudios se comprobó también que la oscuridad y la temperatura que se genera en el interior de un aljibe contribuyen a preservar la capacidad de desinfección de este elemento, donde el cloro residual se mantuvo en el agua almacenada entre 30 y 45 días.

No se debe dosificar lavandina en exceso pues no es bueno para la salud.

Después de aplicar la misma se debe esperar entre 15 minutos y media hora para que se encuentre en condiciones de ser consumida. Es el único método que tiene un efecto residual de manera tal que después de lograda la desinfección sigue teniendo capacidad desinfectante ante una nueva contaminación.



Figura 13 - Distintos tratamientos para el agua almacenada (SODIS, lavandina y hervido del agua).

El hervido del agua es un tratamiento eficiente y puede tener una limitante importante en algunos ambientes donde el combustible necesario no esté al alcance (gas, leña, etc.). Luego de hervida el agua se deja enfriar y se deposita en un recipiente limpio hasta su consumo.

RESULTADOS

Los tratamientos bacteriológicos **1** (agua del aljibe filtrada con tratamiento SODIS), **2** (agua del aljibe filtrada agregándole una gota de lavandina por cada litro) y **3** (agua del aljibe filtrada hervida durante 3 a 5 minutos) mostraron ausencia de coliformes fecales, coliformes CEK y pseudomonas aerogenosas, según se aprecia en la Tabla 1.

En cuanto a las bacterias aerobias totales y coliformes totales, las muestras arrojaron valores menores a los umbrales propuestos por el Código Alimentario Argentino.

En cuanto a los otros tratamientos, testigos 1 y 2:

aljibes con filtro sin tratamiento bacteriológico (familia Ledesma) y sin filtro ni tratamiento bacteriológico (familia Tévez), los resultados arrojaron presencia de coliformes fecales y coliformes CEK, con valores mayores a los recomendados de bacterias coliformes totales.

En el caso particular del agua cosechada en la familia Tévez (testigo 2), presenta gran cantidad de bacterias aerobias totales, lo que se debe a que el agua se almacena sin el cierre superior, no sucede eso en aljibe con tapa, como en el caso de la familia Ledesma.

CONCLUSIONES

Los resultados de los tratamientos bacteriológicos con el tratamiento de filtrado previo convalidan la efectividad de los métodos propuestos y la necesidad de efectuarlos, cualquiera de ellos, para garantizar agua segura para el consumo humano, ya que el resultado ha sido satisfactorio para contrarrestar patógenos.

Tabla 1 - Resultados de Laboratorio obtenidos de los diferentes tratamientos bacteriológicos.

Análisis microbiológicos					
Tipo microbiológico	Muestras				
	1	2	3	4	5
Bacterias aerobias totales	70	<1	<1	200	45000
Bacterias coliformes totales	<3	<3	<3	33	10
Bacterias coliformes fecales	Ausencia	Ausencia	Ausencia	16	5
Bacterias coliformes CEK	Ausencia	Ausencia	Ausencia	17	5
Pseudomonas aerogenosas	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Muestras
 1: agua del aljibe con tratamiento SODIS Finca Ledesma.
 2: agua del aljibe con tratamiento con lavandina Finca Ledesma.
 3: agua del aljibe con tratamiento de hervido durante 5 minutos Finca Ledesma.
 4: agua del aljibe con filtro sin tratamiento bacteriológico Finca Ledesma.
 5: agua del aljibe sin filtro ni tratamiento bacteriológico Finca Tévez.

Extensión y Desarrollo

Los tratamientos 4 y 5 corroboran la necesidad de realizar el filtrado del agua proveniente de las áreas de captación y el tratamiento bacteriológico correspondiente, garantizando solo así que el agua es segura para el consumo humano.

Los almacenamientos o depósitos deben estar cerrados y los mecanismos de bombeo ser estancos, para no permitir el ingreso de insectos y animales, como cualquier otro elemento que ponga en riesgo la calidad del agua.

La capacitación de las personas que van a operar estos sistemas, sean comunitarios o familiares, es indispensable para tomar conciencia de por qué se deben realizar estos tratamientos, donde la operación y mantenimiento de los mismos también es clave para garantizar la calidad del agua apta para el consumo humano en cualquier época del año.

Estos sistemas es deseable que se diseñen a la demanda para dotar de agua en cantidad y calidad deseada durante el año.

Tienen una baja inversión relativa inicial, ya que utilizan los techos de las viviendas y su costo de operación y mantenimiento es ínfimo.

Permiten el autoabastecimiento de las familias, tanto en ambientes rurales, periurbanos y urbanos, donde la calidad del agua subterránea no es apta para el consumo humano, ya sea por exceso de sales o elementos tóxicos.

Las prioridades son la ingesta humana y para la cocina, luego el uso doméstico y la higiene personal y luego el riego de huertas, ya que éstas permiten equilibrar la dieta de las familias.

¹ INTA EEA Reconquista. Ruta Nacional N° 11- Km 773. (3560) Reconquista, Santa Fe, Argentina

² INTA EEA Rafaela. Ruta Nacional N° 34- Km 227. (2300) Rafaela, Santa Fe, Argentina

³ INTA EEA Ingeniero Juárez, Salta 732. (3636) Ing. Guillermo N. Juárez, Formosa, Argentina

⁴ INTA AER Las Lomitas, Av. San Martín y Matienzo (3630) Las Lomitas, Formosa, Argentina

Referencias bibliográficas

Anaya Garduño, M., 2011. *Captación del agua de lluvia. Solución caída del cielo. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.*

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

Basán Nickisch, M., Tejerina Díaz, F., Jordán, P., Vera, H., Sanz, P., Tosolini, R., Sánchez, L., 2014. *Tratamientos del agua de lluvia validados para consumo humano. INTA.*

Basán Nickisch, M., Tejerina Díaz, F., Sánchez, L., Sanz, P., Jordán, P., Vera, H., 2014. *Mantenimiento y tratamiento del agua en aljibes. INTA.*

Basán Nickisch, M., Tejerina Díaz, F., 2013. *Nuevo sistema de filtrado de agua para aljibes. INTA.*

Basán Nickisch, M. H., 2012. *Calidad del agua para usos múltiples, 1er. Seminario Latinoamericano sobre acceso, uso y tratamiento del agua para la Agricultura Familiar – Agua de calidad con equidad, Posta de Hornillos, Jujuy, Argentina. INTA.*

Basán Nickisch, M. H., Gallo Mendoza L., Zamar S., Rosas D., 2011. *Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples. INTA.*

Basán Nickisch, M., 2010. *Abastecimiento con agua de lluvia para consumo humano en ambientes rurales. III Congreso Internacional sobre gestión y tratamiento integral del agua, Córdoba, Argentina. INTA.*

Basán Nickisch, M. H., 2010. *Manejo de los recursos hídricos para áreas de secano - 2da Edición. INTA.*

Basán Nickisch, M., 2008. *Uso y mantenimiento de aljibes. INTA.*

Basán Nickisch, M., 2008. *Normas básicas para el manejo de los recursos hídricos en el ámbito rural para consumo humano. INTA.*