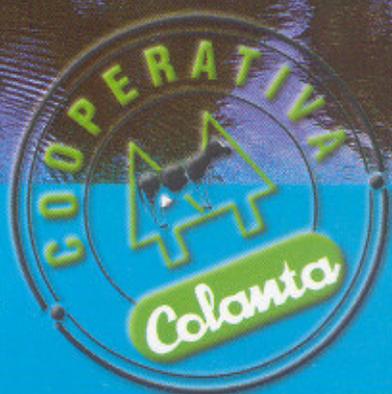


# Ecología

**EL AGUA LLUVIA: REGALO  
DE LA NATURALEZA**

**Diego Rensson Ramírez**  
**Ingeniero Sanitario Universidad de Antioquia**  
**Coordinador Recursos Hídricos COLANTA**



### Abstract

In a country like Colombia privileged for its geographical position in the planet and where there are high precipitations in the majority of the territory, there are a few regions where rain water is used as a water supply source.

Only in dry regions is common the construction of tanks or tanker for rain water storage with the purpose to count on with a water supply of good quality in summer time.

Physicochemical and microbiological good quality of the rain water depends on its collection, transportation and storage. However, after storage it must always be disinfected before using for human consumption.

### Resumen

En un país como Colombia, privilegiado por su posición geográfica en el planeta y donde las precipitaciones son altas en la mayoría del territorio, han sido pocas las regiones donde se utiliza el agua lluvia como fuente para abastecimiento de agua.

Sólo en regiones secas es común la construcción de tanques o aljibes para el almacenamiento de agua lluvia con el objetivo de contar con un suministro de agua de buena calidad en las épocas de intenso verano.

La buena calidad fisicoquímica y microbiológica del agua lluvia dependerá de su recolección, transporte y almacenamiento. Sin embargo, después de almacenada siempre deberá desinfectarse antes de ser utilizada para consumo humano.

Para su aprovechamiento se debe contar con un área de captación que de acuerdo con la intensidad de la precipitación, garantice la recolección del agua necesaria para satisfacer las necesidades en la época de verano.

### Área de recolección

Las dimensiones del sitio de recolección obedecen a tres factores:

- La precipitación mensual o anual en la región.
- El espacio de tiempo entre la época de invierno y verano.
- Las necesidades de agua de la finca o predio.

### Precipitaciones

Las precipitaciones promedio mensuales y anuales en cualquier región deben conocerse con el fin de seleccionar adecuadamente el área de recolección.

Dicha información es suministrada por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

En la tabla 1 se presentan las precipitaciones promedio de los últimos 7 años en las regiones donde se encuentran fincas de la mayoría de asociados de la cooperativa COLANTA.

Se observa en términos generales, que la época de verano va desde el mes de enero hasta marzo, la época de invierno desde abril hasta junio y hay una transición donde disminuyen las lluvias de julio a noviembre.

**Tabla 1. Precipitación mensual promedio (milímetros de agua ).**

Zona	Ener.	Febr.	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sepb.	Octbr.	Novb.	Dicbr.	Total Anual
PRica	15.9	23.8	42.1	135.2	228.2	183.8	194.2	205.8	175.0	156.1	92.6	39.2	1491
Caucasia	6.0	25.9	105.1	192.3	288.8	379.1	371.1	379.6	308.2	306.3	247.1	25.6	2640
S.Rosa	55.3	81.4	142.0	179.0	233.3	153.0	153.4	135.4	184.2	206.0	197.3	85.3	1805
Yarumal	36.5	77.5	145.5	259.2	302.1	276.3	329.6	270.0	235.7	285.7	223.8	79.6	2516
Frontino	67.0	109.3	135.1	295.3	309.6	235.1	151.7	254.6	244.7	338.4	307.4	136.7	2585
Pintada	53.5	63.0	111.7	166.1	229.4	139.5	107.5	156.8	180.8	220.2	169.8	100.1	1699
PBoyacá	123.8	239.6	312.8	389.7	463.9	231.1	184.2	226.7	334.3	446.8	527.6	318.3	3799
S. Pedro	27.5	34.0	75.3	87.6	114.5	100.5	91.0	93.5	126.0	124.6	117.5	42.1	1034

Fuente: Valores totales mensuales de precipitación (mm), IDEAM, 1991-1998  
Se debe tener en cuenta que 1mm de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado.

## Espacio de tiempo entre verano e invierno

Normalmente el volumen de almacenamiento de agua lluvia debe ser tal que permita el abastecimiento de agua en la época seca.

**Tabla 2. Consumos de agua lluvia por persona y animal doméstico.**

CLASE DE CONSUMO	CANTIDAD AGUA LITROS/DÍA
Por persona	100.0
Por caballo	50.0
Por vaca	45.0
Por cerdo	15.0
Por gallina	0.15

Adaptado de : Abastecimiento de agua . Hogares Juveniles Campesinos. 1992.

## Necesidades de agua en la finca

Es necesario conocer los consumos de agua de las personas y animales que utilizarán el agua lluvia. Lo anterior permitirá realizar el cálculo del almacenamiento que se necesita para satisfacer la demanda durante la época seca.

En la tabla 2 se presenta los consumos promedio de agua por día para personas y animales domésticos.

Con estos consumos de agua, el número de individuos por clase de consumo y los datos de precipitación y meses de verano, se puede calcular la cantidad de agua que se debe almacenar y los metros cuadrados de área de recolección.

## Ejemplo práctico

Un finquero tiene una familia compuesta por 5 personas incluido él y posee además 10 caballos, 50 vacas, 10 cerdos y 40 gallinas. Si la finca está localizada en la región de Yarumal, calcular el área de recolección que requiere para abastecer las necesidades de agua durante los meses de verano.

En la tabla 3 se presentan los consumos de agua por mes de acuerdo con el número de individuos por especie y con las necesidades presentadas en la tabla 2.

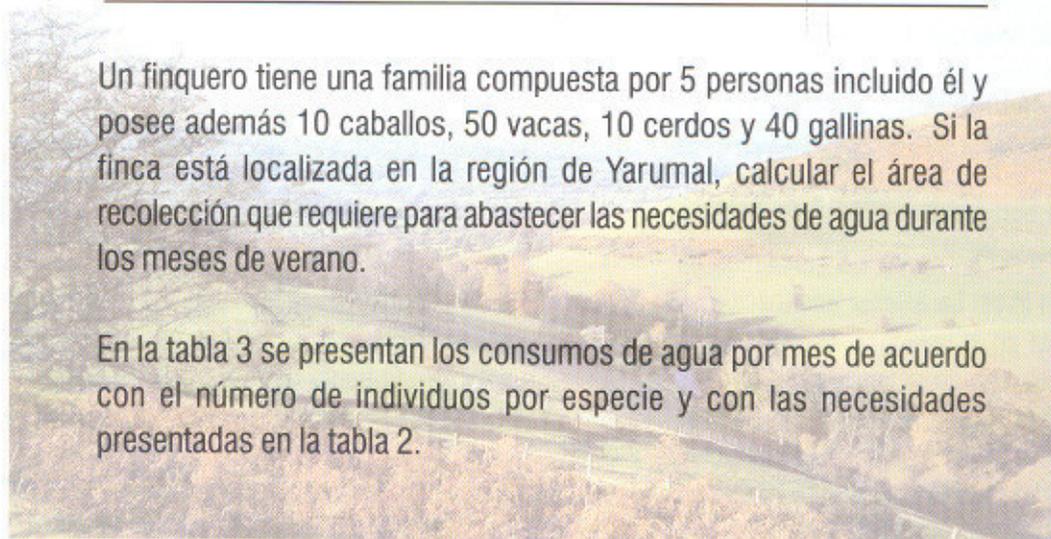


Tabla 3. Consumos de agua lluvia por mes.

Consumo por personas	5 personas x 100 litros/día x 30 días	15.000 litros/mes
Consumo por vacas	50 vacas x 45 litros/día x 30 días	67.500 litros/mes
Consumo por caballos	10 caballos x 50 litros/día x 30 días	15.000 litros/mes
Consumo por cerdos	10 cerdos x 15 litros/día x 30 días	4.500 litros/mes
Consumo por gallinas	40 gallinas x 0.15 litros/día x 30 días	180 litros/mes
<b>Consumo total</b>		<b>102.180 litros/mes</b>

El consumo total será de 103.000 litros por mes. Como los registros de menor lluvia en Yarumal se han reportado en los meses de diciembre y enero, el almacenamiento deberá ser de 206.000 litros (2 x 103.000 lt/mes) con el fin de suplir las necesidades durante los 2 meses más secos.

Deberá entonces aprovecharse el agua lluvia caída en el mes de noviembre (223.8 mm/mes).

Para conocer definitivamente el área de recolección es necesario hacer varios cálculos hasta encontrar el volumen de agua que se necesita. En este caso se hará la suposición de que se cuenta con un área de techos de 100 m<sup>2</sup>.

$$\text{Volumen de agua que se recolecta} = 223.8 \frac{\text{mm lluvia}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ litros/m}^2}{1 \text{ mm lluvia}} \times 100 \text{ m}^2 = 22.380 \text{ litros}$$

Con el cálculo anterior se concluye que 100 m<sup>2</sup> de techo son insuficientes para captar el agua que se necesita (206.000 litros).

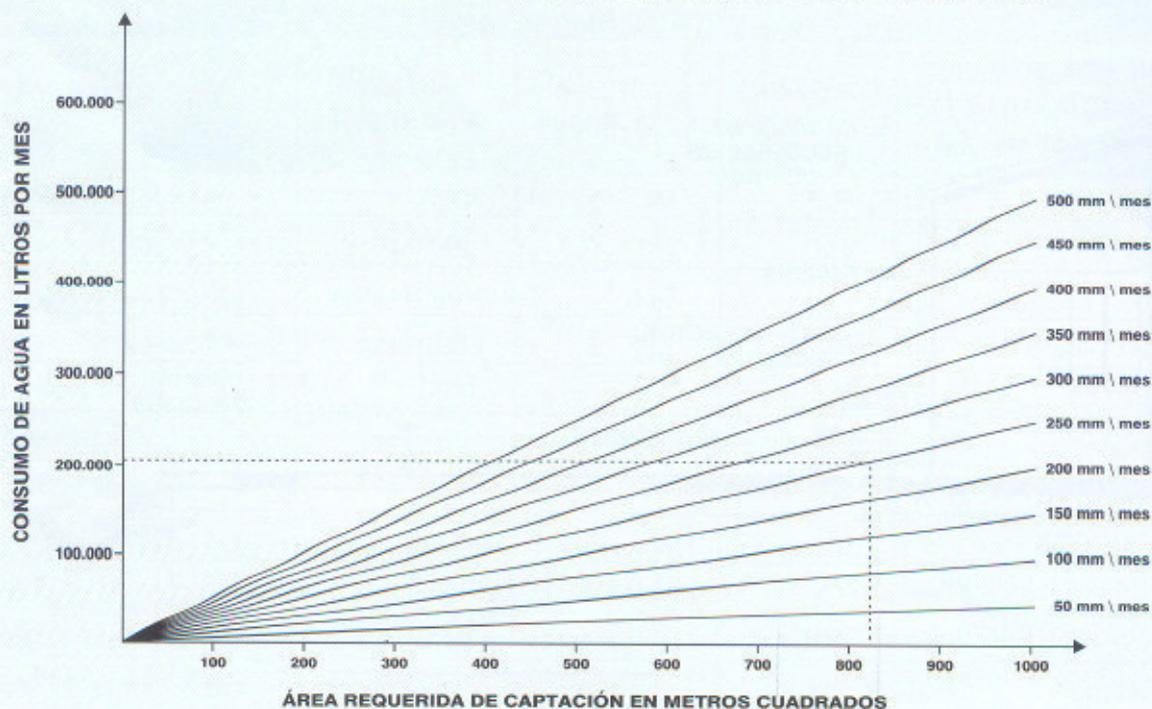
Para conocer el área de captación se debe entonces construir un gráfico que relacione el área de recolección en m<sup>2</sup>, la precipitación en mm y los consumos de agua en litros. La anterior información se relaciona en el gráfico 1. El gráfico nos define el área de captación. En el caso propuesto el área necesaria para captar los 206.000 litros, con la precipitación de 223 mm en el mes de noviembre es de 820 m<sup>2</sup>.

Al anterior resultado se llega de la siguiente manera:

- Se ubica en el eje de "consumo de agua" el valor de 206.000 litros.
- Una vez ubicado este valor se hace un desplazamiento horizontal hasta cortar la línea de 250 mm/mes ( la precipitación más aproximada a 223 mm ).
- Desde el punto de corte se efectúa un desplazamiento vertical hasta cortar el eje de área requerida de captación. El punto de corte nos da el valor del área (en el caso propuesto es de 820 m<sup>2</sup>).

Las líneas punteadas sobre el gráfico 1 corresponden al ejemplo propuesto.

GRÁFICO 1. RELACIÓN ENTRE ÁREA DE CAPTACIÓN, CONSUMOS DE AGUA Y PRECIPITACIÓN



## MANEJO Y TRATAMIENTO

### Manejo

Por lo general las aguas lluvias son de buena calidad fisicoquímica, sin embargo, la calidad microbiológica depende en gran medida de su recolección.

Se debe tener la precaución de no recoger las primeras aguas lluvias ( los primeros 5 o 10 minutos), ya que éstas arrastran partículas depositadas en los techos como polvo, tierra, hojas y heces fecales de pájaros.

El almacenamiento de estas primeras aguas se puede evitar desviándolas manualmente o instalando un dispositivo "automático" como el que se presenta la Figura 2. el cual debe ser desocupado cada vez que se presente una lluvia.

Aún teniendo el cuidado de no captar las primeras aguas lluvias, la contaminación microbiológica normalmente se

presenta, como se demuestra en el análisis de tres muestras de agua lluvia recolectadas teniendo en cuenta las anteriores recomendaciones.

En la Tabla 4 se presentan las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua lluvia recolectada y la Norma Técnica de Calidad para agua potable que rige en Colombia desde el 10 de marzo de 1998.

Se observa que la buena calidad fisicoquímica de las aguas lluvias contrasta con la mala calidad microbiológica. Por lo tanto, se hace necesaria su desinfección antes de utilizarse para consumo humano.

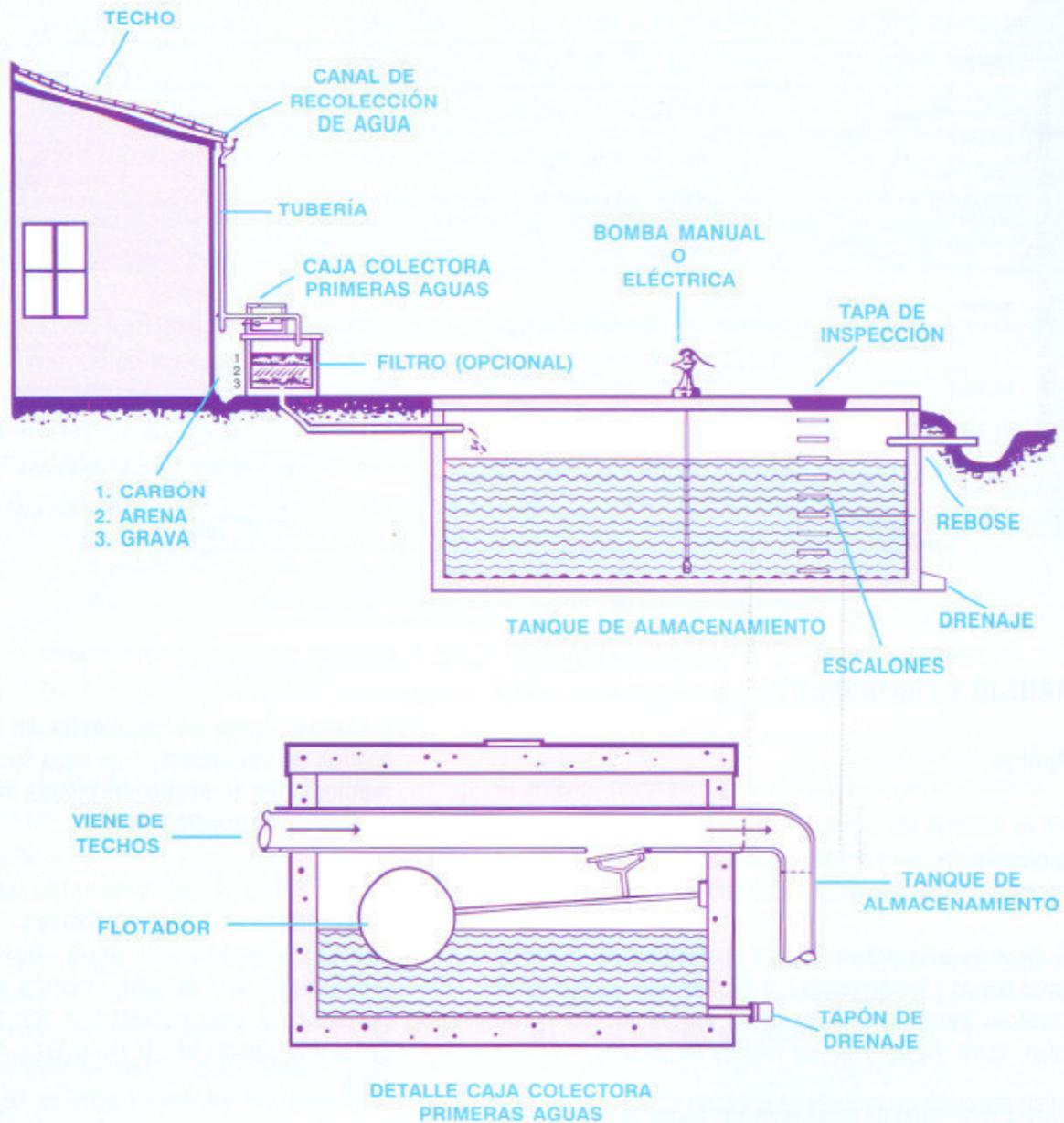


FIGURA 2.

CAJA COLECTORA PRIMERAS AGUAS LLUVIAS.

Fuente: Adaptado de Asociación Venezolana de Productores de Cemento

Tabla 4. Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua lluvia.

PARÁMETRO	MUESTRA 1 NVBRE 3/98	MUESTRA 2 NVBRE 12/98	MUESTRA 3 NVBRE 14/98	NORMA TÉCNICA DE CALIDAD. COLOMBIA. Decreto (475/98)
Turbiedad (NTU)	1.20	4.0	1.30	< 5.0
Color real (U.C)	14.9	21.0	12.0	< 15
Sólidos Totales (mg/l)	43.0	43.0	-	500
Conductividad (us/cm)	48.8	40.0	15.00	50 - 1000
pH (Unid. de pH)	7.24	6.60	5.10	6.5 - 9.0
Cloruros (mg/l)	0.70	0.70	0.00	< 250
Dureza (mg/l)	16.0	9.0	1.00	< 160
Alcalinidad (mg/l)	12.0	12.0	4.00	< 100
Hierro (mg/l Fe)	0.057	0.30	-	< 0.3
Nitritos (mg/l NO <sub>2</sub> )	0.11	0.05	0.002	< 0.1
Coli.Totales (NMP/100 ml)	Presencia	Presencia	Presencia	Ausencia
Coli.Fecales (NMP/100 ml)	Presencia	Presencia	Presencia	Ausencia
Mesófilos (UFC/ml)	48000	-	-	< 100

Fuente: Laboratorio de Aguas y de Microbiología. Colanta. 1998.

Muestras 1 y 3 tomadas en San Pedro de los Milagros (Ant.)

Muestra 2 tomada en Medellín (Ant.)

## Desinfección

La desinfección del agua se refiere a la destrucción de los microorganismos (bacterias, virus, hongos, etc.) presentes en el agua y que pueden causar enfermedad.

De todos los desinfectantes, el más utilizado a nivel mundial es el cloro ya que tiene las siguientes ventajas:

- Tiene la capacidad de destruir los microorganismos causantes de enfermedad en un tiempo adecuado.
- Es de fácil obtención a un costo razonable.
- Su concentración en el agua se puede detectar fácilmente.

- Dosificado adecuadamente produce un efecto residual que se constituye en una protección contra una eventual recontaminación.
- Dosificado adecuadamente no produce efectos tóxicos, ni sabor u olor en el agua.

Para la desinfección del agua en las fincas puede utilizarse el hipoclorito de sodio y muy eventualmente el líquido.



Para la desinfección del agua en las fincas puede utilizarse el hipoclorito de sodio y muy eventualmente el límpido.

### Determinación de la dosis de desinfectante

Como no se sabe la cantidad de desinfectante que se le debe agregar al tanque de agua lluvia, debe realizar el ensayo para determinar la dosis de hipoclorito de acuerdo con los siguientes pasos:

- Tome un pequeño volumen del desinfectante o prepárelo (10g en 100ml de agua).
- Coloque en hilera 6 botellas transparentes de igual capacidad y bien lavadas. Utilice botellas de un litro.
- Llene las botellas con el agua lluvia y deje un pequeño espacio para la solución clorada. Agregue, con un gotero, 1 gota de la solución de cloro a la primera botella, 2 gotas a la segunda, 3, 4, 5 y 6 a las restantes.
- Agite las botellas suavemente y deje reposar durante media hora.
- Después de transcurrida la media hora, agregue una pizca de yoduro de potasio (se compra en una farmacia) y agite hasta disolverlo.
- Agregue 4 gotas de vinagre casero y 10 gotas de solución de almidón (como la empleada para la ropa).
- Agite nuevamente, notará que el agua toma un color azul, cuya intensidad está en relación directa con el cloro que contiene.

La botella con coloración azul más tenue, indica la demanda de cloro y se debe tomar como referencia para adicionar la solución de cloro al volumen de agua almacenada.

### Solución para desinfectar el agua

Para la desinfección de 1.000 litros de agua lluvia, se debe adicionar una cantidad de solución proporcional al

ensayo para determinación de la dosis de cloro. En la tabla 5, se presentan la cantidad de hipoclorito de sodio que se debe agregar.

**Tabla 5. Mililitros de hipoclorito de sodio para desinfectar 1.000 litros de agua.**

BOTELLA CON COLORACIÓN AZUL MÁS TENUE	DESINFECTANTE A ADICIONAR
1 (La de 1 gota)	50 ml
2 ( La de 2 gotas )	100 ml
3 ( La de 3 gotas)	150 ml
4 ( La de 4 gotas)	200 ml
5 ( La de 5 gotas)	250 ml
6 ( La de 6 gotas)	300 ml

Nota: Si utiliza líquido debe agregar el doble de desinfectante  
20 gotas equivalen a un mililitro, 1 mililitro equivale a un centímetro cúbico.

En la tabla 6 se presenta las cantidades a adicionar de hipoclorito de sodio para diferentes volúmenes de agua, suponiendo que la botella 1 determina la dosis de cloro.

Recuerde que solo debe utilizar el agua después de 30 minutos de haber adicionado el desinfectante.

### Control del cloro residual

Existen en el mercado comparadores para determinar la presencia de cloro residual en el agua. A falta de éstos se puede utilizar el siguiente método práctico para determinar si existe o no cloro residual.

- Tome 50 mililitros de agua en una tasa de fondo blanco.
- Agregue una pizca de yoduro de potasio y agite la solución hasta que se disuelva.
- Añada 5 gotas de vinagre y agite.

- Ponga 10 gotas de solución de almidón.
- Si aparece un color azul tenue, hay cloro residual.
- Si el agua no cambia de color, no tiene cloro residual.

La intensidad del color es proporcional a la cantidad de cloro presente, mientras más intenso el color más cloro tiene el agua.

Si el color azul es muy intenso, hay un exceso de desinfectante y por lo tanto se debe dejar sin utilizar el agua para que el cloro se agote. Se hace nuevamente la prueba y se utiliza el agua sólo cuando se obtenga un azul tenue.

**Tabla 6. Hipoclorito de sodio a adicionar para diferentes volúmenes de agua**

VOLUMEN DEL TANQUE EN LITROS	HIPOCLORITO A AGREGAR EN MILILITROS
1.000	50
5.000	250
10.000	500
20.000	1.000 (1 litro)
30.000	1.500
40.000	2.000
50.000	2.500
100.000	5.000 (5 litros)



## Conclusiones

- El agua lluvia se presenta como una fuente de abastecimiento importante en aquellas regiones donde se presentan severas sequías en los meses de verano.
- La cantidad de agua que se requiere para abastecer las necesidades básicas depende de la intensidad de la lluvia, del área de captación, del número de personas y animales en la finca y del intervalo de tiempo entre la época de verano e invierno.
- La preservación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua lluvia se logra realizando una adecuada captación, recolección y almacenamiento.
- La desinfección se presenta como la alternativa más viable para garantizar un agua lluvia apta para consumo humano y animal.

La cantidad de agua que se requiere para abastecer las necesidades básicas depende de la intensidad de la lluvia, del área de captación, del número de personas y animales en la finca y del intervalo de tiempo entre la época de verano e invierno.

## Bibliografía

- HOGARES Juveniles Campesinos. Granja Integral Autosuficiente. 3. Ed. Bogotá. 1986. P. 54- 57.
- MELGUIZO B, Samuel. Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de Abasto en las Edificaciones. 2. Ed. Medellín. 1993. P. 37.
- MINISTERIO De Salud. Decreto 475 de 1998. Bogotá, 1998.
- PÉREZ, Jorge Arturo. Manual de Potabilización del Agua. Universidad Nacional, Seccional Medellín. Medellín. 1990. P. 350-366.