



**ASÍ SON
LOS SUELOS
DE MI PAÍS**



**Dimensionamiento del sistema de cosecha de agua de lluvia de la E.E.T.
3.170 para uso apícola con proyección a otros usos (consumo humano y
uso agropecuario)**

E.E.T. N°3170 “San Martín de Porres”

La Unión, Provincia de Salta

Estudiantes partícipes

+ Alzogaray, Lisi de los Ángeles

+ Cuenca, Agustina Lucrecia

+ Díaz, José María

+ Gómez, Vanina

+ Pardo, Jesús

Docentes y tutores acompañantes

+ Crespín, Juan Manuel - Profesor

+ Méndez, Matías Emanuel - Profesor

+ Rosetto, Cristina - Profesora

+ Juárez, Sulema del Valle - Directora

+ Tejerina, Fabián - Tutor

Mail y teléfono de contacto

matias_rivadavia@hotmail.com - Cel. 3875737596

E.E.T. N°3170 “San Martín de Porres”



INTRODUCCIÓN

La degradación ecológica y el proceso de desertificación derivan de una combinación de las condiciones climáticas adversas, en particular las graves sequías recurrentes, la inherente fragilidad ecológica del sistema y la explotación humana, que sobrecarga la capacidad natural del ecosistema.

Hace más de un decenio, el Dpto. de Rivadavia Banda Sur sufre sequías recurrentes provocando un importante impacto negativo sobre el desarrollo económico y social, situando a la zona en Emergencia Agropecuaria. La Comunidad, y especialmente los productores, han debido adaptarse a un clima esencialmente cambiante, tanto en relación a las precipitaciones como a las temperaturas. Entre años y en ciclos de varios años, han soportado períodos secos a muy secos. Por lo tanto, la disponibilidad de agua para las producciones es una de las problemáticas más significativas que presenta la E.E.T. N° 3.170.

La cosecha de agua es una tecnología o práctica que consiste en la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia, manantiales y quebradas o ríos, con el propósito de utilizarla en actividades agropecuarias y del hogar en épocas de escasez. La conservación y el manejo del agua están relacionados con la eficiencia en su uso.

Se llega a la propuesta de la cosecha de agua de lluvia como estrategia para el abordaje de la problemática, luego de evaluar que las precipitaciones en la región posibilitan acumular -ya sea en aljibes o cisternas- volúmenes de agua óptimos para las producciones.

El objetivo general del presente trabajo es “Dimensionar el sistema de cosecha de agua de lluvia de la E.E.T. N° 3.170 “San Martín de Porres” para uso apícola con proyección a otros usos (consumo humano y uso agropecuario)”.

Los objetivos específicos son:

- Determinar la máxima cosecha de agua posible considerando el techo del establecimiento como zona de captación.
- Determinar la demanda de agua de los animales de la institución.



MATERIALES Y MÉTODOS

Para el dimensionamiento del Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia (SCALL) de la EET 3170, se siguió un modelo descrito en el párrafo siguiente. Se identificaron los distintos componentes del SCALL y luego, directivos, docentes y alumnos de la institución, realizaron las mediciones y cálculos correspondientes.

Los sistemas de cosecha de agua de lluvia constan básicamente de (Fig. 1):

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

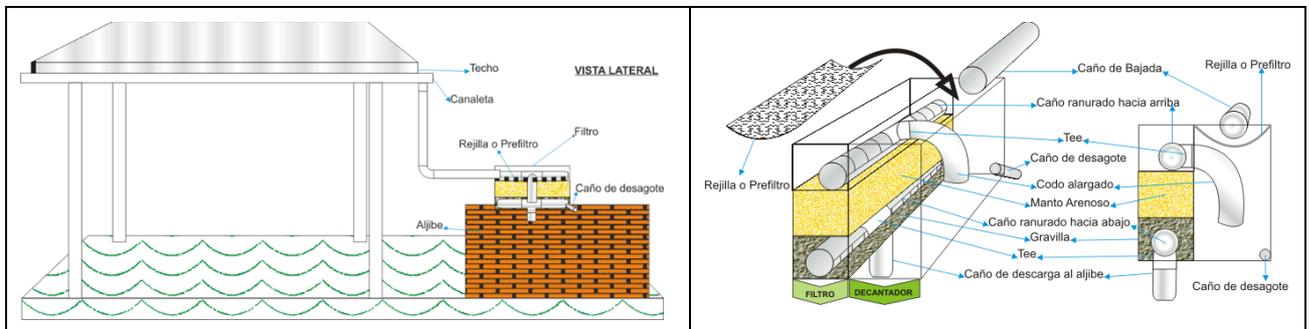


Figura 1. Diseño de un sistema de cosecha de agua de lluvia para consumo humano y sistema de filtrado. (Basan, 2014).

El **área de captación** son techos ya existentes para captar el agua de lluvia, es la superficie que garantiza el escurrimiento del agua hacia el sector de canaletas (Fig. 2). Esta superficie es clave para garantizar el llenado del depósito en base a las precipitaciones locales.



Figura 2. Mediciones en la EET para el cálculo del área de captación del agua de lluvia.

El **sistema de canaletas y bajadas** conducen el agua de lluvia desde el techo hasta el depósito (Fig. 3). Es la parte más económica del sistema, pero no siempre se dimensiona



correctamente para un eficiente transporte del agua captada hasta el depósito. Es común incurrir con frecuencia en problemas como un número insuficiente de bajadas, y falta de mantenimiento, siendo muy importante que estos componentes del sistema deban mantenerse limpias y en buenas condiciones.



Figura 3. Mediciones para el dimensionamiento de canaletas y bajadas.

El **sistema de prefiltrado y filtrado** permiten retener hojas, palitos y demás sedimentos gruesos arrastrados desde el techo. 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, libre de impurezas que dificultan el tratamiento bacteriológico posterior. Hay diversas alternativas técnicas sobre estos sistemas.

El **depósito de almacenamiento** del agua de lluvia captada. Su volumen se calcula en base a la demanda, es decir, a la cantidad de colmenas se quiere abastecer, las proyecciones a otros usos y los meses sin precipitaciones. Se puede construir de diversos materiales (mampostería, ferrocemento, plástico, madera, metálico, placas de cemento), 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.



Figura 4. Mediciones para el dimensionamiento del depósito para el almacenamiento del agua de lluvia.

El **mecanismo de bombeo** para extraer el agua. Es conveniente implementarle al depósito una bomba centrífuga domiciliaria si se dispone de corriente convencional (220 V) o una bomba manual para la extracción del agua almacenada. 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.



El **tratamiento bacteriológico del agua almacenada** es muy importante en este tipo de 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, ya que puede contener elementos patógenos que pongan en riesgo la salud de las personas por consumir esa agua sin terminar de tratar.

El INTA evaluó tres tratamientos diferentes (Bazan, 2013) que dieron buenos resultados, utilizando tecnología apropiada para la zona (Fig. 5):

- 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 (SODIS).
- Tratamiento 2: Agregar una gota de lavandina de calidad por cada litro de agua de lluvia filtrada.
- Tratamiento 3: Hervir el agua durante 3 a 5 minutos en el agua de lluvia con el tratamiento previo de filtrado.



Figura 5. Distintos tratamientos para el agua almacenada (SODIS, con Lavandina y hervido del agua respectivamente). (Bazan, 2013).

Otro aspecto importante en el funcionamiento óptimo de los SCALL son las **tareas de mantenimientos** que se deben realizar al mismo. Estas tareas comprenden desde la designación personas como personal responsable de controlar, operar y mantener en buen funcionamiento el sistema de cosecha, almacenamiento; hasta la toma de muestras para prevenir que no existan gérmenes patógenos en el agua almacenada y así se evitan riesgos de enfermedades.

Análisis de Precipitaciones Locales

El análisis consiste en un estudio probabilístico determinar la **lluvia diseño**, para ello, es recomendable contar con series de precipitaciones anuales lo suficientemente extensas (30 a 40 años como mínimo) para contemplar períodos hidrológicos secos, húmedos y medios.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Para el dimensionamiento de un SCALL es necesario hacer el análisis de las lluvias y en base a esto dimensionar la superficie de captación para cosechar la cantidad de agua de lluvia necesaria para satisfacer mi demanda. Además de la lluvia diseño, es importante conocer la **distribución de las precipitaciones** a lo largo del año, para el caso del NorOeste Argentino, las mayores lluvias ocurren en los meses de primavera y verano.

La otra variable de diseño importante es la **demanda** que se debe cubrir, esta depende del uso que se quiere dar al agua, la cantidad de personas que van a ser abastecidas (consumo personal e higiene de los alimentos, utensilios de uso diario, etc.), riegos a la huerta, para el consumo de animales domésticos, etc.

Por lo tanto, el dimensionamiento del SCALL en base a la demanda (Volumen) estaría dada por la siguiente fórmula:

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

Dónde:

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

Volumen: se calcula en base a la demanda, es decir, a la cantidad de colmenas y otros animales con los que cuenta la Escuela y a los que se quiere abastecer.

En una colmena, generalmente, las necesidades de agua son cubiertas por la existente en el néctar, pero a veces no alcanza. En días luego de lluvias, en que la abeja no pudo pecorear néctar, hay una gran demanda de agua por parte de las nodrizas. Con temperaturas exteriores extremas, las necesidades de agua de una colmena pueden ir de 50-100 cc a 4 l/día. (Bazzurro, 2012). En experiencias de docentes de la zona de La Unión, estimaron un consumo promedio de 1 litro de agua por colmena y por día, a lo que se debe sumar un factor de 0,5 que contempla el consumo de abejas de otras colmenas y demás insectos.

De manera práctica, y obviando la complejidad generada por los diversos factores que influyen en la demanda de agua, se estima un consumo aproximado en:

- Cerdos 12 litros/animal/día
- Cabras 5 litros/animal/día



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



- Ovinos 5 litros/animal/día
- Conejos 0,250 litros/animal/día
- Gallinas ponedoras 0,250 litros/animal/día
- Colmenas 1,5 litros/colmena/día

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. (Basan, 2012).

Altura: precipitación anual (m) con una recurrencia de 1,11 años (Basan, 2012).

Se despeja la variable que se quiere calcular:

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

RESULTADOS

Análisis de las precipitaciones locales

Distribución de las precipitaciones: Como se mencionó, las precipitaciones del NOA son de régimen monzónico, las mayores precipitaciones (94%) en la zona se dan en los meses de noviembre a marzo. Solo un 6% de las precipitaciones ocurren en los meses de abril a octubre (Gráfico 1).

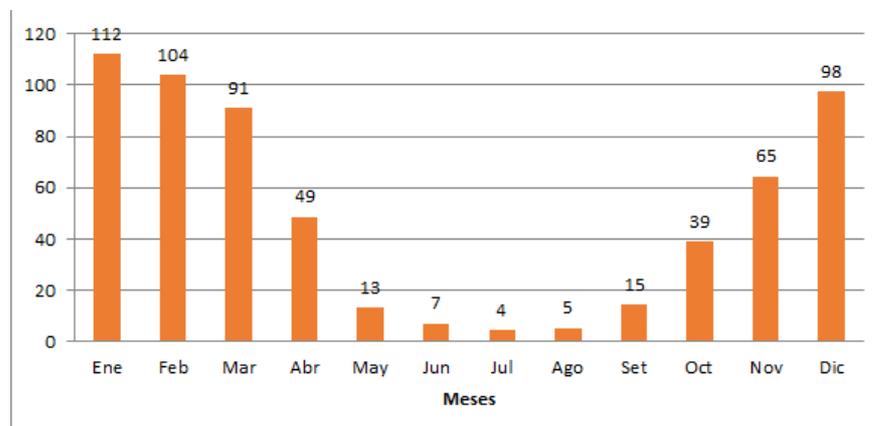


Gráfico 1. Distribución de las precipitaciones en el área de trabajo.

Lluvia diseño: Las precipitaciones anuales promedio de la zona es de 601 mm. Sin embargo, para el dimensionamiento se tomó el valor de 405 mm, el cual tiene una probabilidad de ocurrencia del 90% (con un tiempo de retorno de 1,11 años).



Estimación de la demanda

La siguiente tabla muestra el cálculo de la demanda de agua de las colmenas y animales con las que cuenta E.E.T.

Tabla 1. Cálculo de la demanda diaria de agua para el consumo de los animales.

UNIDADES	ESPECIE	CONSUMO POR UNIDAD (l/día)	CONSUMO TOTAL (l/día)
5	Colmenas	1,5	7,5
10	Cerdos	12	120
15	Ovinos	5	75
11	Caprinos	5	55
11	Conejos	0,250	2,75
25	Gallinas	0,250	6,25
TOTAL			266,5

De los cálculos realizados en la tabla 1 surge:

- La Demanda diaria actual es de 266,5 litros/día.
- La Demanda anual actual es de 97272,5 litros o 97,3 m³ (266,5 l * 365 días).
- La Demanda en los 7 meses de menor precipitación (desde abril a octubre) es de 56000 litros o 56 m³ (266,5 l * 270 días).

Estimación de la superficie de captación necesaria para cubrir la demanda

Considerando:

- Las precipitaciones de la zona: Lluvia diseño = Altura = 405 mm.
- La demanda y una pérdida por salpicaduras en la superficie de captación y en el sistema de conducción del 10%.
- ❖ La superficie de captación necesaria para cosechar 16000 litros (16 m³) de agua en una cisterna es de 13,5 m².
 - Volumen = Demanda + 10% = 16 m³ * 1,1 = 17,6 m³
 - Superficie = Volumen / Altura
 - Superficie = 17,6 m³ / 0,405 m = 43,5 m²



- ❖ La superficie de captación necesaria para cubrir la demanda de agua para el suministro a los animales en el periodo de menor precipitación (7 meses) es de 152 m².
 - Volumen = Demanda + 10% = 56 m³ * 1,1 = 61,6 m³
 - Superficie = 61,6 m³ / 0,405 m = 152 m²

- ❖ La superficie de captación necesaria para cubrir la demanda de agua para la producción apícola es de 7,4 m².
 - Demanda anual de agua por colmena = 1,5 l * 365 = 547,5 litros = 0,5475 m³
 - Demanda actual de 5 colmenas = 0,5475 m³ * 5 = 2,7375 m³
 - Volumen = Demanda + 10% = 2,7375 m³ * 1,1 = 3 m³
 - Superficie = 3 m³ / 0,405 m = 7,4 m²

Estimación de la superficie total disponible en la EET 3170

Las instalaciones de la EET cuentan con tres sectores:

SECTOR DE TALLERES			
SECTOR	DIMENSIONES (m)	SUPERFICIE (m ²)	IMÁGEN
Galería principal del módulo norte	38 * 3,7	140,6	
Aulas del módulo norte y galería posterior	40 * 10	400	
Galería del módulo sur	28 * 3,7	103,6	
Aulas del módulo sur	28 * 7	196	
Sala docente y depósitos	13 * 6	78	
SUBTOTAL		918,2	
SECTOR DE FORMACIÓN GENERAL			
SECTOR	DIMENSIONES (m)	SUPERFICIE (m ²)	IMÁGEN
Módulo sur (aulas)	30 * 11	330	
Módulo norte (laboratorio y biblioteca)	12 * 11	132	
Módulo central (dirección, receptoría, etc.)	21,7 * 10,7	232,19	
SUBTOTAL		694,19	
SECTOR DE PREDIO EXPERIMENTAL			
SECTOR	DIMENSIONES (m)	SUPERFICIE (m ²)	IMÁGEN



Galpón	5 * 10	50	
Corral caprino	7 * 6	42	
Corral porcino	6 * 5.7	34,2	
SUBTOTAL		126,2	
SUPERFICIE TOTAL DE COSECHA DISPONIBLE EN LA E.E.T. N°3170			1738,59 m²

Sistema de conducción del agua de lluvia (Canaletas y bajadas)

Por el momento solo se están reacondicionando las canaletas y bajadas (Fig. 6) necesarias para conducir el agua captada para el llenado de la cisterna de 16.000 litros.



Figura 6. Abrazadera para la colocación de las canaletas.

Sistema de Prefiltrado y filtrado del agua captada

Actualmente la EET no cuenta con sistema de prefiltrado y filtrado.

Capacidad de Almacenamiento

La EET cuenta con un tanque de almacenamiento de 16.000 litros. Esta cisterna fue construida con placas de cemento y otros materiales accesibles, es de fácil construcción siendo una tecnología apropiada y apropiable para la zona.

Sistema de extracción

Para la extracción del agua se utilizan bombas manuales, construidas por alumnos y docentes de la Institución, utilizando materiales sencillos.



Figura 7. Bomba manual construida por el Profesor Alfredo y sus alumnos en el marco de la Feria de Ciencias.

Mantenimiento y tratamiento bacteriológico

Debido a que no tuvimos precipitaciones en el corriente año, no se pudo implementar los tratamientos bacteriológicos del agua de lluvia, pero se recomienda aplicar los métodos probados por el INTA para que esta sea segura para el consumo humano.

CONCLUSIONES

El agua captada actualmente permite cubrir la demanda de las colmenas existentes y proyectar una producción apícola (una unidad productiva de 30 colmenas) con tan solo el aporte de una cisterna de 16000 litros.

La capacidad de almacenamiento, limita la cantidad de agua que se pueda cosechar. Si consideramos las precipitaciones y la superficie de captación con la que la EET cuenta, la cantidad de agua a cosechar se vería incrementada considerablemente.

Es necesario la construcción de 3 cisternas para cubrir la demanda, durante los 7 meses con déficit de precipitaciones, de todo el plantel de animales con el que cuenta la institución. Así mismo, incorporar un sistema de prefiltrado y filtrado para mejorar la calidad del agua.

Considerando la superficie de captación con la que cuenta la escuela y las precipitaciones de la zona, se estima una capacidad de captación de 633.715 litros de agua de lluvia. Esto implica la construcción de 40 cisternas de 16.000 litros cada una.



DISCUSIÓN

La finalidad de los directivos y docentes de la EET 3170 es de llegar a ser una Institución que forme a sus alumnos con conocimiento, capacidad y el interés de promover Prácticas Sustentables, donde además de educar, se realicen actividades en pos de la sustentabilidad y un modelo de producción para los productores de la zona. El desafío es ambicioso, por lo que nos propusimos ir cumpliendo etapas para lograr éste objetivo mayor.

El aprovechamiento sustentable del agua es una de las metas a cumplir. Para ello se propone aprovechar la lluvia como fuente de agua en cantidad y calidad y como estrategia de mitigación al cambio climático en el chaco salteño. Para ello, se implementaron tecnologías apropiadas y apropiables para los productores de la zona y, por sobre todo, amigables con el ambiente.

Con esta actividad se logró el objetivo del aprovechamiento del agua de lluvia para las abejas y se determinó la factibilidad de su uso para consumo animal; a la vez, surgió la necesidad de lograr otros objetivos:

1. Que la cantidad de agua que se cosecha sea suficiente para abastecer otras demandas (consumo humano y riego).
2. Que el agua captada pueda ser tratada y aprovechada para el consumo humano.

Como se mencionó en las conclusiones, la capacidad de almacenamiento es lo que limita la cantidad de agua que se cosecha actualmente. Es por ello que es necesario seguir trabajando en conjunto con otras instituciones (como CREA, INTA, ONGs, Aguas del Norte, etc.) para lograr, con su apoyo, cumplir con estos objetivos. También nos queda pendiente seguir trabajando en el sistema de filtrado para asegurar que los tratamientos bacteriológicos sean eficientes.



BIBLIOGRAFÍA

Bazzurro, D. (2012). *El agua en la colmena.* Corona Apicultores.
<http://coronaapicultores.blogspot.com/2012/12/el-agua-en-la-colmena.html?m=1>

Basán Nickisch, M.; et al (2014). “*Tratamientos del agua de lluvia validados para consumo humano*”. (<http://inta.gob.ar/documentos/el-agua-de-lluvia-si-debe-ser-tratada-1/>) INTA.

Basán Nickisch, M.; et al (2014). “*Mantenimiento y Tratamiento del Agua en Aljibes*” (<http://inta.gob.ar/documentos/mantenimiento-y-tratamiento-del-agua-almacenada-en-aljibes/>) INTA.

Basán Nickisch, M.; Tejerina Díaz, F. (2013). “*Nuevo sistema de filtrado de agua para aljibes*” (<http://inta.gob.ar/documentos/informe-tecnico-de-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 (<http://inta.gob.ar/documentos/calidad-del-agua-para-usos-multiples-1/>) INTA.

Basán Nickisch, M. H.; et al (2011). “*Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples*”. (<http://inta.gob.ar/documentos/protocolo-de-muestreo-transporte-y-conservacion-de-muestras-de-agua-con-fines-multiples/>) INTA.

Basán Nickisch, M. H. (2010). “*Manejo de los recursos hídricos para áreas de secano*” - 2da Edición. (<http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-recursos-hidricos-para-areas-de-secano/>) INTA.

Basán Nickisch, M. (2008). “*Uso y mantenimiento de aljibes*”. (<http://inta.gob.ar/documentos/uso-y-mantenimiento-de-los-aljibes/>) INTA.