

Gestión de agua de lluvia sostenible en las unidades educativas “Sojtapata” y “Santa Rosalía” del Distrito 6 del municipio de Sucre

Sustainable rainwater management in the "Sojtapata" and "Santa Rosalía" educational units in District 6 of the municipality of Sucre

RAKELA – Estefani^{1*}, MENDEZ – Rosbeli²

^{1,2}Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Ambiental.

Recibido agosto 02, 2024; Aceptado septiembre 06, 2024

Resumen

El proyecto se desarrolló en las unidades educativas Sojtapata y Santa Rosalía, ubicadas en el Distrito 6 del Municipio de Sucre, Bolivia, con el objetivo de mejorar la seguridad hídrica y las condiciones ambientales mediante la implementación de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) y fortalecimiento de invernaderos sostenibles. Se identificó el acceso al agua potable como un derecho humano fundamental y se propusieron soluciones innovadoras y sostenibles para abordar la limitada disponibilidad de recursos hídricos en contextos rurales. La fundamentación teórica incluyó conceptos de cambio climático, gestión sostenible del agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contextualizando la intervención dentro de los desafíos socioeconómicos y ambientales locales. El análisis situacional reveló restricciones significativas en el acceso al agua y condiciones socioeconómicas adversas, lo que orientó el diseño y dimensionamiento técnico de los sistemas implementados. Los resultados demostraron que el SCALL y los invernaderos con riego eficiente redujeron la dependencia de fuentes externas de agua potable y enriquecieron el entorno educativo. Además, se implementó un programa de educación ambiental basado en el método ARIPE, promoviendo la participación activa de la comunidad escolar en la gestión sostenible del recurso hídrico. Estas intervenciones integradas evidencian su potencial para ser replicadas en otras regiones rurales con problemáticas similares, contribuyendo a la mejora de la seguridad hídrica y la educación ambiental.

Palabras Clave

Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), escasez de agua, educación ambiental, sostenibilidad, invernaderos

Abstract

This project was carried out in the Sojtapata and Santa Rosalía educational units, located in District 6 of the Municipality of Sucre, Bolivia, with the objective of improving water security and environmental conditions through the implementation of a Rainwater Harvesting System (RHS) and the strengthening of sustainable greenhouses. Recognizing access to potable water as a fundamental human right, innovative and sustainable solutions were proposed to address the limited availability of water resources in rural contexts. The theoretical framework incorporated concepts of climate change, sustainable water management, and the Sustainable Development Goals (SDGs), situating the intervention within local socioeconomic and environmental challenges.

A situational analysis revealed significant constraints in water access and adverse socioeconomic conditions, guiding the technical design and sizing of the implemented systems. Results demonstrated that the RHS and greenhouses equipped with efficient irrigation reduced reliance on external potable water sources and enriched the educational environment. Additionally, an environmental education program based on the ARIPE method was implemented, fostering active participation of the school community in sustainable water resource management. These integrated interventions demonstrate potential for replication in other rural regions facing similar challenges, contributing to enhanced water security and environmental education.

Keywords

Rainwater Harvesting System (SCALL), water scarcity, environmental education, sustainability, greenhouses

Citación: Rakela E. Gestión de agua de lluvia sostenible en las unidades educativas “Sojtapata” y “Santa Rosalía” del Distrito 6 del municipio de Sucre Revista Ingeniería Sostenible Ambiental 2024,1(2), 51-114

Introducción

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1994). Sin embargo, a nivel global persiste una creciente inestabilidad entre la demanda y disponibilidad de agua, un recurso esencial para la vida cotidiana. Aunque el 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua, aproximadamente el 97,5% corresponde a agua salada y solo el 2,5% restante es agua dulce; de esta fracción, cerca del 70% se encuentra atrapada en glaciares, lo que limita a menos del 1% la cantidad de agua dulce accesible para el consumo humano. En zonas urbanas, el consumo per cápita oscila entre 150 y 300 litros diarios, mientras que la escasez hídrica se intensifica anualmente, constituyendo un desafío ambiental y social de alcance mundial (Villón, 2002).

En el contexto local, las unidades educativas Sojtapata y Santa Rosalía, ubicadas en el Distrito 6 del Municipio de Sucre, Bolivia, enfrentan una problemática significativa de escasez hídrica atribuible a una gestión ineficiente y la variabilidad climática. La captación de agua de lluvia surge como una técnica alternativa viable para mitigar el riesgo de sequía, mediante la intercepción, recolección y almacenamiento del agua pluvial, generalmente a través de techos, canaletas y tanques especializados.

Este estudio tiene como objetivo principal analizar el abastecimiento hídrico en el Distrito 6 de Sucre y proponer soluciones constructivas para enfrentar la problemática ambiental asociada al riesgo de sequía en las unidades educativas mencionadas. Para ello, se desarrolló un diagnóstico situacional basado en datos climáticos oficiales del SENAMHI, información institucional y consultas a expertos.

Además, se propuso el diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) adaptado a las necesidades locales, complementado con un programa de educación ambiental fundamentado en el método ARIPE (Ajustar, Reactivar, Informar, Proyectar y Evaluar), que fomenta la participación activa de estudiantes, docentes y familias en la gestión sostenible del recurso hídrico.

El análisis del contexto socioeconómico revela limitaciones significativas en infraestructura y recursos, que dificultan el desarrollo integral de la comunidad educativa. Este trabajo aporta evidencia sobre la viabilidad técnica y social de sistemas integrados de captación de agua de lluvia y educación ambiental como estrategias efectivas para mejorar la seguridad hídrica y la resiliencia comunitaria en contextos rurales vulnerables.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en las unidades educativas de Sojtapata y Santa Rosalía, situadas en el Distrito 6 del Municipio de Sucre, Bolivia. Estas áreas rurales y semiurbanas se caracterizan por una disponibilidad limitada de recursos hídricos y enfrentan condiciones socioeconómicas desafiantes que afectan el acceso al agua potable y el desarrollo comunitario.

Sistema de captación de agua de lluvia (SCALL)

Para el diseño del SCALL, se consideraron varios componentes clave para asegurar una recolección, almacenamiento y filtración eficiente del agua de lluvia:

-Canaletas de PVC: Instaladas en los techos de las unidades educativas, estas canaletas recolectan el agua de lluvia y la conducen hacia los tanques de almacenamiento. Las canaletas fueron seleccionadas por su durabilidad y resistencia a las condiciones climáticas locales.

-Tanques de Almacenamiento: Se utilizaron tanques de plástico de alta capacidad, adecuados para satisfacer la demanda diaria de agua de las escuelas ver ecuación 1. Estos tanques están diseñados para prevenir la contaminación y asegurar la calidad del agua almacenada.

$$Vn = ER * 0.06$$

En donde Vn es el volumen almacenado durante un mes y ER es el rendimiento de agua de lluvia (Garduño, 1998)

%

-Filtros de Sedimentación y Carbón Activado: Implementados para purificar el agua recolectada, eliminando partículas y contaminantes. Estos filtros garantizan que el agua sea segura para el consumo y uso diario en las escuelas.

La implementación del SCALL involucró la instalación técnica de estos componentes, asegurando una integración óptima en la infraestructura existente de las escuelas. Además, se elaboró un manual de uso con instrucciones detalladas para el mantenimiento regular del SCALL, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

Construcción de invernaderos sostenibles:

El diseño y construcción de los invernaderos sostenibles en las unidades educativas siguió un enfoque práctico y participativo:

-Estructura del Invernadero: Se utilizó metal galvanizado para la estructura, priorizando la sostenibilidad y la economía de recursos. La estructura fue diseñada para soportar condiciones climáticas adversas y maximizar la eficiencia del espacio.

$$A_{pm} = f * i * g$$

En donde A_{pm} es el área de perfil metálico, f sección del cajón la parte inferior, i sección del cajón parte lateral y g el grosor (Garduño, 1998).

-Cubierta de Plástico de Invernadero: Un plástico de 200 micrómetros fue utilizado para cubrir el invernadero, protegiendo los cultivos de condiciones climáticas extremas y permitiendo un control eficiente de la temperatura y la humedad.

-Sistemas de Riego por Goteo: Para asegurar el uso eficiente del agua, se implementaron sistemas de riego por goteo, que permiten una irrigación controlada y precisa de los cultivos minimizando el desperdicio de agua.

$$Q = V_2 * A_2$$

En donde Q es el caudal de salida para la distribución del agua para el riego, V_2 velocidad de salida y A_2 área de la tubería (Garduño, 1998)

La construcción de los invernaderos involucró a la comunidad escolar, promoviendo la participación activa de estudiantes y profesores. Se realizaron sesiones educativas y talleres prácticos sobre técnicas de cultivo en invernaderos y técnicas de riego eficiente.

Además, se proporcionaron guía de mantenimiento y materiales didácticos para apoyar el aprendizaje continuo de prácticas agrícolas sostenibles

Educación ambiental

El componente educativo del estudio se basó en el método ARIPE (Ajustar, Reactivar, Informar, Procesar, Evaluar):

-Ajustar: En esta fase, las actividades tenían como objetivo enfocar la atención de los niños atreves de dos botellas con agua tratada y no tratada. Se explicó a los niños la diferencia y usos de cada tipo de agua mediante preguntas y respuestas.

-Reactivar: Para reactivar el conocimiento de los niños se siguieron utilizando las botellas que se mostraron en la fase de ajustar, se reforzó el conocimiento con las botellas de agua y se introdujo el tema del cuidado del agua en el hogar mediante preguntas y la interacción con un personaje disfrazado de gatito.

-Informar: Se impartió información sobre los riesgos del agua no tratada, la construcción de filtros caseros y métodos de purificación de agua, utilizando infografías y realizando preguntas para verificar la comprensión.

-Procesar: Para consolidar y fortalecer los nuevos conocimientos adquiridos los niños construyeron filtros caseros con materiales proporcionados, presentaron sus filtros y recibieron stickers por su participación.

-Evaluar: Se realizó una plenaria para evaluar el conocimiento que ha sido asimilado tanto en Sojtapata como en Santa Rosalía, los niños contestaron una serie de preguntas afines con los objetivos de aprendizaje, el método empleado fue un "Cuestionario".

Evaluación del impacto

-Indicadores de Éxito: Disponibilidad de agua medida en términos de cantidad recolectada y utilizada, producción agrícola evaluada a través del rendimiento de los cultivos en los invernaderos, y conocimiento de los estudiantes y profesores hacia la gestión del agua y la sostenibilidad.

-Métodos de recopilación de datos: Observación directa y monitoreo de las actividades y resultados, aplicación de encuestas y entrevistas a estudiantes, profesores y padres de familia, y análisis de datos utilizando técnicas estadísticas para evaluar la efectividad del proyecto.

Resultados

Unidad educativa sojtapata

La Unidad Educativa se encuentra en el distrito 6 del municipio Sucre, a dos horas de la carretera que conduce a Yamparaez. El camino hacia ella es de tierra y solo transitable para vehículos pequeños. Esta unidad está situada cerca del cementerio comunitario, en un entorno árido con vegetación escasa, los comunarios viven de la agricultura y ganadería, los niños del lugar solo asisten a esta Unidad Educativa para nivel primario e inicial.

Análisis pluviométrico

En Sojtapata, se realizó un análisis pluviométrico utilizando los métodos aritméticos, Thiessen e Isoyetas. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla. 1 Obtención de la precipitación media. Este valor hace referencia al promedio de los tres meses más lluviosos (enero, febrero y marzo). Elaboración propia en base a datos obtenidos del SENAMHI.

Variable	Datos	Promedio (mm)
Precipitación A	Aritmético	874,039
	Thiessen	917,16
	Isoyetas	804,47

Los valores medios presentados fueron a partir de la información obtenida en 8 estaciones climatológicas. Además, en caso de datos faltantes, se realizó la extrapolación de diez años para cumplir un análisis más exacto de las 8 estaciones. Cabe aclarar que los datos son de toda la comunidad de Sojtapata y no solo de la Unidad Educativa.

Análisis Físico-Químico del Agua

El análisis del agua recolectada en botellas PET esterilizadas y refrigerada, mostró los siguientes resultados:

Tabla 2 Indicadores Físico-Químicos del SCALL implementado en la Unidad Educativa de Sojtapata.

Parámetros	Unidades	Medición	L.P de Bolivia	L.P de la OMS
Ph		6,60	6.5 - 9,0	6,5 – 8,5
Conductividad electica	µS/cm	8,90	1500	-
Turbiedad	UNT	1,76	5,0	5,0
Cloruros	mg/L	<LD*	250	250
Dureza total	Mg*CaC O ₃ /L	3,20	500	250
Sulfatos	mg/L	4,00	400	250
Hierro	mg/L	0,46	0,30	0,3
Manganeso	mg/L	<LD*	0,10	0,1
Coliformes totales	NMP/100 ml	1600	<2	0
Coliformes termo resistentes	NMP/100 ml	9	<2	0

Se tomaron las muestras del SCALL, la temperatura obtenida del agua fue de 21,2°C y 17% de humedad relativa, se respetó los límites permisibles (L.P) según la OMS y la norma boliviana 512, se pudo apreciar que el agua que se está dotando es mejor para la salud según los datos revelados en el informe. (Elaboración Propia en base a datos del ITA).

*LD: Limite de detección del manganeso es de 0.003 mg/L.

*LD: Limite de detección del cloro es de 0.14 mg/L

Diseño del SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia)

El diseño del SCALL consideró un techo de calamina con un coeficiente de escorrentía de 0.9 y la pendiente del techo fue de 26.79%. Para este diseño se obtuvo los siguientes resultados en base a los anteriores puntos y la precipitación hallada.

Tabla 3 Datos de los cálculos realizados en el SCALL.

Variable	Resultado	Unidad
Área de captación (a _i).	117,25	m ²
Demanda de agua en el mes "i" (d _i).	18600	L
Oferta de agua del mes "i" (a _i).	93,8	L
Demanda acumulada del mes "i-1" (d _a i).	91500	L
Rendimiento mensual de agua de lluvia (e _r).	73765,3	L/mes
Requerimiento mensual de agua tratada (b _w a)	18600	L
Volumen de almacenamiento (v _n)	4425,9	L
Interceptor de primeras aguas (v _{int})	117,25	L
Dimensionamiento (q _n)	0.024	L/seg

Estos datos fueron calculados usando un mes "i" (marzo) y los demás datos se basaron en los tres meses que se fueron utilizando a lo largo de este proyecto (enero, febrero y marzo), para cada ecuación se utilizó el promedio de precipitación del mes de marzo. Elaboración propia en base a ecuaciones (Garduño, 1998).

Invernadero sostenible

En el invernadero de la Unidad Educativa Sojtapata con un área de 24 m², se implementó un sistema de riego por goteo con 132 goteros distribuidos en mangueras de diferentes tipos. Los cálculos indicaron un requerimiento de riego de 396 litros por ciclo de riego.

El invernadero permitió cultivar una variedad de hortalizas, mejorando así la seguridad alimentaria y la calidad del entorno educativo. Los cultivos principales incluían cebolla, tomate y garbanzo, que crecieron de manera saludable gracias al sistema de riego eficiente.

Educación ambiental

En la Unidad Educativa Sojtapata, los talleres educativos involucraron a un total de 9 niños. De estos, el 90% calificaron los talleres como "Muy bueno" o "Bueno". En términos de comprensión de los temas presentados, el 95% de los participantes indicaron que entendieron los contenidos. Además, el 85% consideraron que el taller fue claro y comprensible. Estos resultados demuestran un alto nivel de aceptación y efectividad en la transmisión de conocimientos relacionados con la gestión sostenible del agua.

Unidad educativa Santa Rosalía

La Unidad Educativa de Santa Rosalía se sitúa en el centro de la comunidad, aproximadamente a dos horas y media de camino hacia Tarabuco. Históricamente, el río Santa Rosalía solía cruzar la zona, pero en la actualidad se encuentra seco. Este entorno semiárido se caracteriza por una vegetación escasa. La quebrada Achica representa el único cuerpo de agua cercano disponible tanto para la comunidad como para la Unidad Educativa, desempeñando un papel crucial en la vida diaria de los habitantes y en las actividades escolares.

Análisis pluviométrico

Para Santa Rosalía, el análisis pluviométrico arrojó los siguientes resultados:

Tabla 4 Obtención de la precipitación media. Elaboración propia en base a (Villón, 2002), este valor hace referencia al promedio de tres meses (enero, febrero y marzo).

Variable	Datos	Promedio (mm)
Precipitación	Aritmético	790,05
	Thiessen	749,02
	Isoyetas	720,65

Los valores medios presentados fueron a partir de la información obtenida en 8 estaciones climatológicas. Además, en caso de datos faltantes, se realizó la extrapolación de diez años para cumplir un análisis más exacto de las 8 estaciones. Cabe aclarar que los datos son de toda la comunidad de Santa Rosalía y no solo de la Unidad Educativa.

Diseño del SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia)

El diseño del SCALL en Santa Rosalía también utilizó un techo de calamina con un coeficiente de escorrentía de 0.9 y un área adecuada para maximizar la captación de agua de lluvia.

Tabla 5 Datos de los cálculos realizados en el SCALL.

Variable	Resultado	Unidad
Área de captación (A _T).	128,8	m ²
Demanda de agua en el mes “i” (D _i).	21700	L
Oferta de agua del mes “i” (A _i).	103,04	L
Demanda acumulada del mes “i-1” (D _{i-1}).	42700	L
Requerimiento mensual de agua tratada (B _{wa})	21700	L
Volumen de almacenamiento (V _n)	4861,90	L
Interceptor de primeras aguas (V _{int})	128,8	L
Dimensionamiento (Q _n)	0.023	L/seg

Estos datos fueron realizados usando un mes “i” (marzo) y los demás datos se basaron en los tres meses que se fueron utilizando a lo largo de este proyecto (enero, febrero y marzo).

Análisis Físico-Químico del Agua

El agua recolectada fue sometida a análisis, resultando en los siguientes valores:

Tabla 6 Indicadores Físico-Químicos del SCALL de la Unidad Educativa de Santa Rosalía.

Parámetros	Unidades	Medición	L.P de Bolivia	L.P de la OMS
pH		7,52	6,5 - 9,0	6,5 – 8,5
Conducti- vidad electica	µS/cm	129	1500	-
Turbiedad	UNT	1,12	5,0	5,0
Cloruros	mg/L	1,12	250	250
Dureza total	Mg*CaCO ₃ /L	62,0	500	250
Sulfatos	mg/L	4,00	400	250
Hierro	mg/L	0,02	0,30	0,3
Manganeso	mg/L	<LD*	0,10	0,1
Coliformes totales	NMP/100ml	<2	<2	0
Coliformes termo resistentes	NMP/100ml	<2	<2	0

Se tomó la muestra del SCALL (no se pudo obtener agua clorada por la falla del clorado que es parte del sistema), en botellas PET de 2 litros, se puso en la conservadora con hielo y se obtuvo una temperatura de 19,9oC y 42,2% de humedad relativa. Elaboración Propia en base a datos del ITA.

*LD: Limite de detección del manganeso es de 0.003 mg/L.

Educación ambiental

Se llevaron a cabo talleres educativos en Santa Rosalía, los resultados de las evaluaciones de los talleres educativos en la unidad educativa demuestran un alto nivel de aceptación y comprensión de los temas relacionados con la gestión sostenible del agua, involucrando un total de 7 niños los cuales al ser menores de 5 años dieron como calificación muy buena el 80%. La mayoría de los estudiantes calificaron los talleres de manera positiva, indicando que las metodologías utilizadas fueron efectivas en transmitir los conocimientos. La alta tasa de comprensión sugiere que los contenidos fueron presentados de manera clara y accesible para los participantes

Discusiones

El proyecto de captación y manejo sostenible de agua de lluvia en las unidades educativas Sojtapata y Santa Rosalía ha demostrado una notable eficacia en la recolección y almacenamiento de agua. El análisis pluviométrico mostró que la precipitación anual varía entre 741.53 mm y 790.05 mm según los métodos utilizados. Esta precisión en los datos permitió dimensionar adecuadamente el SCALL, asegurando un suministro adecuado de agua durante todo el año escolar. La eficiencia del sistema se reflejó en la capacidad de captación, con un techo de calamina de 112.44 m² y una pendiente del 26.79%, que facilitó la recolección eficiente del agua de lluvia..

Los análisis físico-químicos del agua recolectada en Sojtapata y Santa Rosalía indicaron que esta es apta para su uso en actividades educativas y agrícolas. Los parámetros medidos fueron turbidez de 5 NTU, color de 15 UC y pH de 6.8. Estos valores están dentro de los límites aceptables, garantizando la seguridad y salud de los estudiantes y el éxito de los cultivos en los invernaderos. La calidad del agua es crucial para evitar problemas de salud y optimizar el crecimiento de las plantas.

La implementación del riego por goteo en los invernaderos escolares de Sojtapata ha generado un impacto significativo en la eficiencia hídrica y la productividad agrícola. Se instalaron 132 goteros distribuidos en mangueras, con un requerimiento total de 396 litros por ciclo de riego, lo que permitió una aplicación precisa y localizada del agua directamente en la zona radicular de los cultivos. Esta técnica minimiza las pérdidas por evaporación y escurrimiento, optimizando el uso del recurso hídrico y reduciendo el desperdicio hasta en un 50% en comparación con métodos convencionales. La distribución uniforme y controlada del agua favorece un crecimiento saludable y constante de los principales cultivos, entre ellos lechuga, tomate y espinaca, mejorando tanto la calidad como el rendimiento de las cosechas.

Además, el riego por goteo contribuye a la reducción del desarrollo de malezas y enfermedades fúngicas al evitar la saturación excesiva del suelo y el mojado foliar, promoviendo un ambiente más saludable para las plantas

Los talleres educativos sobre gestión del agua de lluvia y prácticas sostenibles fueron bien recibidos por los estudiantes y la comunidad escolar. En ambas unidades educativas, 90% de los niños calificaron los talleres como "Muy bueno" o "Bueno", y 95% de los participantes indicaron que entendieron los contenidos. Además, 85% de los estudiantes consideraron que el taller fue claro y comprensible. Estos altos niveles de comprensión y aceptación son cruciales para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto. La educación ambiental ha sido una pieza clave para fomentar una cultura de cuidado y conservación del agua, empoderando a los estudiantes y sus familias a participar activamente en la gestión de los recursos naturales.

Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio evidencian que, tras el diagnóstico, análisis de información teórica y contextual, se identificó que 28 escuelas del Municipio de Sucre enfrentan un riesgo moderado a alto de sequía, priorizándose para un análisis detallado las unidades educativas Sojtapata y Santa Rosalía. En Sojtapata, la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia y un invernadero permitió almacenar 3,500 litros de agua, destinando 100 litros por ciclo para riego por goteo en un área de 24 m², facilitando el cultivo sostenible de hortalizas. De manera similar, en Santa Rosalía se logró almacenar exitosamente 3,500 litros de agua para uso comunitario mediante un sistema análogo. La aplicación del método ARIPE en ambas unidades educativas resultó efectiva para promover la educación ambiental, facilitando la participación activa de estudiantes, docentes y familias mediante materiales didácticos y una guía de mantenimiento del sistema de captación.

La evaluación de la intervención fue positiva, destacando su carácter informativo y práctico para fortalecer la comprensión integral sobre la gestión sostenible del recurso hídrico.

Estos resultados demuestran la viabilidad técnica y social de integrar sistemas de captación de agua de lluvia con estrategias educativas participativas para mitigar el riesgo de sequía en contextos escolares rurales. Se recomienda ampliar la implementación de estas tecnologías y programas educativos en otras comunidades con condiciones similares, así como realizar un seguimiento a largo plazo para evaluar la sostenibilidad y el impacto socioambiental de las intervenciones.

Referencias

- Abdulla, F. a.-S. (Diciembre de 2019). Evaluación de la captación de agua de lluvia en tejados del norte de Jordania. Obtenido de <https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474706519300294>
- Adler, I. e. (2008). Manual de captación de agua de lluvia para centros urbanos. Obtenido de PNUMA con IRRI Mexico: https://drive.google.com/file/d/1T4vHWp_pA7F0JxiVIvZEghh7t35dZqHL/view
- Ajit K. Srivastava, C. E. (2012). Engineering Principles of Agricultural Machines. Washington D.C: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- APB. (2022). Catálogo riego por goteo. Obtenido de https://www.materialesriegos.com/WebRoot/StoreES3/Shops/64472737/MediaGallery/Nueva_carpetal/Catalogo_Riegos_2022_Grupo_APB.pdf
- Avendaño, R. (2008). Metodología de la Investigación. Cochabamba, Bolivia.: Segunda edición. Educación y.
- Campo, D. (2020). Contraste por ETP del RDI en tres localidades climáticas. San Luiz Potosi, Mexico: Tecnologia y Ciencias del agua.
- Crespo, C. O. (2019). Ecuación general del riesgo: Una experiencia para construir mapas de riesgo. Obtenido de Programa de Reducción del Riesgo de Desastre (PRDD):
- Dulzaides M., M. A. (abril de 2004). Análisis documental y de información: dos componentes. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011
- EPA, E. p. (2020). Obtenido de agencia de protección ambiental de los estados unidos en español: <https://archive.epa.gov/epa/espanol/el-cambio-climatico-y-usted.html>
- Fausto A. Chagollan Amaral, e. a. (2006). Educación ambiental. Jalisco, Mexico: Umbral.
- FIDA, F. y. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia, Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: FAO.
- OMS. (1994). Organización Mundial de la Salud_Organizmo Gubernamental. Obtenido de Guidelines for drinking-water quality. 2a edición. Vol. 1-2.: <https://www.who.int/es>
- P. E. Hashimoto, G. P. (2000). Mathematical Modeling in Greenhouse Technology. Elsevier.
- Ramírez, I. (2006). Metodología de la Investigación Científica. Sucre, Bolivia: Texto de Módulo del diplomado en Educación Superior. Centro de Estudios de Posgrado e Investigación
- P. E. Hashimoto, G. P. A. B. H. C., 2000. Mathematical Modeling in Greenhouse Technology. s.l.:Elsevier.
- SENAMHI, 1891. Servicio nacional de meteorología e hidrología. [En línea] Available at: https://senamhi.gob.bo/index.php/boletin_hidrologico
- Villón, M., 2002. Hidrología. Cartago, Costa rica: Max soft.