



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EFECTO DE LA SIEMBRA DE AGUA EN EL CAUDAL HÍDRICO
EN UNA MICROCUENCA EN HUAMBALPA (AYACUCHO)”

Trabajo de Investigación para optar el grado de:
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Mayra Luis Trinidad

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio

Lima – Perú

2019



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°160-2019-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 11 de noviembre de 2019

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **Efecto de la siembra de agua en el caudal hídrico en una microcuenca en Huambalpa (Ayacucho)**, presentado por:

- **Mayra Luis Trinidad**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller en **Ingeniera Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **Características físico - químicas de aceites y grasas y sus efectos en los sistemas de alcantarillados** con N° de registro de la carrera: **030-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Luis Abraham Gomero Osorio** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

“EFECTO DE LA SIEMBRA DE AGUA EN EL CAUDAL HÍDRICO EN UNA
MICROCUEENCA EN HUAMBALPA (AYACUCHO)”

Mayra Luis Trinidad & Luis Abraham Gomero Osorio

Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur

mayraluistrinidad52@gmail.com

RESUMEN

La siembra de agua es una alternativa de gran relevancia frente a los efectos del cambio climático que se manifiesta con las condiciones meteorológicas extremas presenciado en los últimos años como el aumento de temperatura, las variaciones en los regímenes de precipitación, entre otros. Afectando a la disponibilidad del recurso hídrico en los sectores más vulnerables como la agricultura y la ganadería en zonas rurales altoandinas del país, que demandan de agua para el desarrollo de sus cultivos y ganados. Cabe resaltar que las prácticas de siembra de agua se han realizado desde antaño y actualmente adoptar estas prácticas se hacen cada vez más necesarias como medidas de adaptación al cambio climático y aprender a convivir con los nuevos registros de temperatura. Por ello en este proyecto se presenta los antecedentes de los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y la vulnerabilidad de nuestro país frente a ello, asimismo se describe la importancia del ciclo del agua en las cuencas hidrográficas que se ha visto alterado por el aumento de la temperatura con el objetivo de determinar los efectos de la siembra de agua en la mejora del caudal hídrico.

Palabras clave: *Siembra de agua; caudal hídrico; cambio climático; sequía agrícola.*

ABSTRACT

The sowing of water is an alternative of great relevance to the effects of the climatic change that is manifested with the extreme meteorological conditions seen in the last years like the increase of temperature, the variations in the regimes of Precipitation, among others. Affecting the availability of water resources in the most vulnerable sectors such as agriculture and livestock farming in rural areas of the country, which demand Andean for the development of their crops and livestock. It should be noted that water-planting practices have been carried out since ancient times and these practices are now becoming increasingly necessary as measures to adapt to climate change and learn to live with the new temperature records. For it, in this project one presents the precedents of the effects of the climate change in the water resources and the vulnerability of our country opposite to the changes of climate, likewise the importance of the hydrological cycle is described in the hydrographic basins that one has seen altered by the increase of the temperature with the aim to determine the effects of the water sowing in the improvement of the water flow.

Keywords: *Water sowing; water flow; climate change; agricultural drought*

REVISIÓN TEÓRICA

INTRODUCCION

El cambio climático amenaza la disponibilidad del agua, debido a los fenómenos meteorológicos extremos que se vienen presentando en los últimos años, el cual altera los regímenes de precipitación, así como la cantidad y la calidad del agua (IPCC, 2014). Los efectos del calentamiento global en el sector agrícola son los siguientes: el aumento de temperatura, la disminución de la producción agrícola, variaciones en el régimen de precipitación que afectan el suministro de agua y ocurre cambios en los hábitats de las zonas montañosas. El déficit hídrico producido por el cambio climático y la pérdida del 20% de su volumen de glaciares en la zona andina de Ecuador, Chile, Bolivia, Colombia, Argentina y Perú, representa una gran amenaza para el sector agrícola y pecuario (cultivos y ganado) ya que demandan de agua (Ortiz, 2012). Asimismo Ezparza (2014) refiere que la escasez hídrica se agrava más, no solo por causa natural sino también por factores sociales.

Nuestro país es considerado altamente vulnerable a los efectos del cambio climático que influye desfavorablemente en la disponibilidad del recurso hídrico debido a las diferencias hidrológicas extremas (ANA, 2015). Estos problemas actualmente se vienen evidenciando en algunas regiones como Ayacucho ya que tiene zonas vulnerables a la sequía, el cual se define como una anomalía temporal que reduce la disponibilidad de agua, generando pérdidas económicas significativas a los agricultores. El distrito de Huambalpa por su lado está expuesta a inundaciones y sequías, siendo la actividad agrícola la más afectada MINAM (s.f.).

A raíz de los problemas de escasez hídrica en todo el mundo, varios países vienen implementando programas de mitigación que son iniciativas a largo plazo para afrontar la variabilidad del clima (Yepes, 2012). Tales como proyectos de captación de agua de lluvia para la demanda de agua del sector agrícola con el objeto de fortalecer la seguridad alimentaria (Carrillo *et al.*, 2012). Que resulta ser un enfoque clave para la alta demanda de agua en ese sector (Calle *et al.*, 2018).

En varias regiones del Perú se están adoptando medidas de adaptación al cambio climático con el fin de reducir la vulnerabilidad de los recursos MINAM (2012). Una de ellas son las prácticas de siembra de agua que se vienen implementando en zonas con problemas de escasez de agua, para poder facilitar la disponibilidad del recurso hídrico para la agricultura y la ganadería a través de programas de Adaptación al Cambio Climático (MINAM, 2015). Tal como ancestralmente, las poblaciones andinas, desarrollaban una agricultura basada en armonía con el medio ambiente, ya que consideran al agua como un organismo vivo (Romero, 2012). Es más, investigaciones recientes resaltan que los conocimientos tradicionales en la agricultura como el waru waru, las cochas, los andenes, etcétera; han sido utilizados desde antaño para afrontar los cambios de clima en zonas montañosas, por ello resulta muy importante incorporarlas para una adecuada gestión del agua (Torres, 2012).

Por consiguiente, el objetivo del trabajo es identificar la bibliografía indispensable, para determinar el efecto que tiene la siembra de agua en el caudal hídrico y pueda ser replicado en zonas con condiciones similares.

MARCO TEÓRICO

1. CICLO HIDROLÓGICO

Según Ordoñez (2012) el ciclo hidrológico es un proceso recirculatorio constante que atraviesa el agua, se evapora desde el mar, agua dulce y el suelo para pasar desde la tierra a la atmósfera, y se condensa las nubes, la precipitación, etc. Para regresar a la tierra y así se mantiene el ciclo permanente o indefinido, esto acontece gracias al sol que eleva la temperatura el agua (evaporación) y a la gravedad que hace que el agua que este condensada descienda por precipitación. De este proceso se benefician todos los seres vivos porque los suministra de agua, por ello se recomienda evaluar la disponibilidad del recurso para conocer la cantidad de agua que se puede utilizar y no desequilibrar el ciclo del agua en la cuenca (Maderrey y Jiménez, 2001).

Comportamiento del agua en la cuenca hidrográfica

Es la zona o territorio delimitado por el curso de un río en el que todas las aguas de lluvia que cae en la superficie (parteaguas) convergen en un solo cauce para

desembocar en un afluente más grande. Se considera cuenca a un territorio que tiene mayor a 50 mil hectáreas y microcuenca menores a 3 mil hectáreas (Sánchez y García, 2003). El agua de la lluvia en la cuenca, es aprovechado por los seres vivos, una parte se infiltra en el suelo formando agua subterráneas, pero esto depende de la pendiente, las plantas que tiene el suelo y capacidad para infiltrarse, por ello es muy importante conservar la parte alta de la cuenca en donde se recarga agua y mantiene los bofedales, lagos y lagunas sin disminución de agua en la cuenca media y baja durante el año (FONCODES, 2015).

Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca

El factor importante de la variabilidad del clima a nivel mundial es el aumento de temperatura, a consecuencia de ello el ciclo del agua cambia; puesto que ocurren eventos climáticos extremos, por ejemplo en la serranía hay lluvias torrenciales, sequías, heladas. Asimismo se da disminución de lluvias, retroceso de glaciares a esto se suma la deforestación; lo que conduce a la disminución de las fuentes de agua lo cual afecta a todos los seres vivos, además se corre el riesgo de sequías y derrumbes (PACC, 2015).

2. IMPACTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL AGUA

El informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2008) señala que los registros climáticos evidencian la variabilidad de la precipitación, lo que significa riesgo de inundación en algunas zonas mientras que otras se encuentran vulnerables a la sequía sobre todo las zonas de latitudes bajas. Los sectores más afectados o vulnerables a estos impactos son el sector agrícola y el sector ganadero (Martínez, 2015). Los cuales por ejemplo son actividades económicas principales de Ayacucho en donde los impactos a los recursos hídricos, provocados por la variabilidad climática son los siguientes: cambios en los regímenes de precipitación, lo cual conlleva a variaciones en la disponibilidad del recurso hídrico, aumento de temperatura promedio, incremento de la intensidad de peligros hidrometeorológicos como sequías, heladas, inundaciones, granizos, etc.

Vulnerabilidad al cambio climático

La vulnerabilidad según Lampis (2013) es una amenaza en relación con el medio ambiente cuando las condiciones climáticas como temperatura, precipitación, caudal, entre otros; varían mucho en comparación con los valores promedios, por lo que se define como una característica que está expuesta a las amenazas y es susceptible al daño.

Escasez hídrica

La escasez hídrica es la inestabilidad entre la provisión y la demanda de agua dulce en un determinado lugar, como resultado de una demanda muy elevada para el abastecimiento disponible, lo cual conlleva a la falta de agua (FAO, 2013). La ONU (2013) estima que los valores de personas que sufrirán escasez de agua en distintos países a mediados de este siglo superaran los 7000 millones de personas, como consecuencia del cambio climático, en esto también influye el crecimiento demográfico, los cambios en el régimen precipitación, y la diferencias en disponibilidad de los recursos hídricos.

Adaptación al cambio climático

Adaptación es prepararse para afrontar el cambio de clima, con iniciativas que enseñen a convivir con los nuevos registros de temperatura y a los efectos que este conlleva (Costa, 2007). Este término nace como cimiento en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 para dar contestación al cambio climático, como un componente importantísimo para la convención pero pocos son los avances, debido a que es difícil estimar con exactitud los impactos del cambio climático (Pettengell,C, 2010).

3. SEQUÍA AGRÍCOLA

Varillas (2012) resalta que la sequía agrícola es cuando en el suelo hay poca humedad o resulta ser insuficiente para el desarrollo del cultivo, puesto que la cantidad de agua que necesita el cultivo varía de acuerdo a sus fases de crecimiento.

4. SIEMBRA DE AGUA

Es la recarga del agua en los acuíferos o en el suelo mediante la captación de agua de lluvia, esto se logra con la interceptación e infiltración de la escorrentía superficial. La capacidad de sembrar agua en un determinado lugar depende de la precipitación, de la capacidad de retención e infiltración del suelo y geología del terreno. (MINAGRI, 2016). También es denominado “crianza de agua” sobre todo en las zonas altoandinas del país, por las tradiciones antiguas que consideraban al agua con un ser vivo que era parte de ellos, ya que ayudaba el agua en las necesidades de consumo y de riego, como agradecimiento ellos no la desperdiciaban por lo contrario la cuidaban (Varillas, 2012).

Las zanjas de infiltración cómo técnicas de siembra de agua

Son canales sin desnivel que se excavan en los suelos y sirve para detener las escorrentías de las lluvias que causan erosión, almacena agua para los pastos y cultivos y favorece la infiltración del agua al suelo para mantener húmedos los pastos húmedos. Las ventajas de las zanjas de infiltración es la interceptación del agua de escorrentía para facilitar la filtración del agua al suelo y contribuir a la recarga de bofedales y manantiales para el desarrollo de los pastos y por la disponibilidad de humedad. Las desventajas de estas zanjas son el desborde del agua que se almacena y la formación de cárcavas laderas abajo cuando no se realiza el mantenimiento adecuado. (DZAA, 2014).

5. CAUDAL HÍDRICO

Monge (2017) afirma que el caudal hídrico es la cantidad de agua que circula por una extensión o por el cauce de un río en un tiempo determinado.

Los métodos de medición de caudal Hídrico más empleados en el campo son los siguientes:

Método Volumétrico; este método es empleado para medir caudales muy pequeños, se necesita de un recipiente con volumen conocido para recolectar el agua y un cronómetro para medir el tiempo en que demora en llenar el recipiente, con esos datos hallamos el caudal hídrico en m³/s. (Alanya, 2011).

Método del Flotador; según la (FAO) es el método más apropiado cuando se trata de medir el caudal de arroyos de agua tranquila, para ello primero se debe hallar la profundidad media del agua y la velocidad media del manantial que consiste en seleccionar un tramo (AA a BB) y en un extremo del tramo colocar el flotador y controlar el tiempo que éste se desplace de un punto a otro, finalmente con los datos anteriores se puede hallar el caudal aplicando la siguiente formula:

$$\text{Caudal hídrico (m}^3\text{/s)} = \text{Velocidad (m/s)} * \text{anchura (m)} * \text{profundidad (m)}$$

6. SEGURIDAD ALIMENTARIA

Asumiendo cambios rigurosos en el clima y la insuficiente adaptación al cambio climático a nivel de predio, los estudios presagian la reducción de la seguridad alimentaria sobre todo en países en vías de desarrollo, sin embargo las zonas rurales poseen una gama de conocimientos tradicionales que les permite enfrentarse desde antaño a la variabilidad climática (Altieri y Nicholls, 2009), lo cual debe ser revalorado y reforzado por el gobierno de los países para asegurar la producción agrícola. En cuanto a la legislación en seguridad alimentaria el Perú considera en su agenda pública la agricultura familiar y cuenta con leyes como la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2015- 2021; sin embargo no existe cumplimiento de ello (Eguren, 2016).

CONCLUSIONES

- Los efectos del cambio climático en los recursos hídricos cada vez más se intensifican alterando el ciclo del agua en las cuencas hidrográficas que afecta el suministro de agua en zonas altoandinas de nuestro país.
- Las diferencias extremas hidrológicas en el Perú son una de las razones de la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático por ello la implementación de las prácticas de siembra de agua son medidas muy importante para adaptarse a las condiciones climáticas actuales, que permite a los agricultores y ganaderos disponer de este recurso.
- Las prácticas de siembra de agua están contribuyendo aparentemente a la regulación del régimen hídrico, sin embargo; no se han realizado las evaluaciones rigurosas a nivel científico para determinar el grado de influencia de estas prácticas en el caudal hídrico.
- Los conocimientos ancestrales como el waru waru, las qochas, los andenes, entre otros deben ser revaloradas y replicadas en zonas similares que poseen problemas con el régimen hídrico con el fin conservar el agua y el suelo.
- Las estrategias del estado en temas de adaptación al cambio climático se deben diversificar en las regiones del país, para facilitar la producción y el desarrollo de los sectores agrícolas y ganaderos los cuales son sectores claves en cuanto a seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanya Pacheco, S. (2011). *Diseño y construcción de un sistema digital autónomo y portátil para la medición de la velocidad lineal de un fluido*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 14, 5-8.
- ANA. (2015). Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario (pp. 8-9). Lima. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/media/1256542/estudio%20huella%20h%C3%ADrica%20nacional.pdf>
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., 2008: El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.
- Budds, J. (2012). La demanda, evaluación y asignación del agua en el contexto de escasez: un análisis del ciclo hidrosocial del valle del río La Ligua, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (52), 167-184.
- Calle, E. D., Rivera, H. G., Sarmiento, R. V., & Moreno, P. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Ciencia*, 32(123), 195-212.
- Carrillo, R. M., Cordero, W. P., & Briceño, M. F. O. (2012). Sistemas de captación de agua de lluvia para la producción agropecuaria sostenible. *Revista Nacional de Administración*, 3(1), 107-120.
- Costa Posada, C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de ingeniería*, (26).
- Dirección Zonal Agrorural Ayacucho (Agosto, 2014). *Zanjas de infiltración "Mejores suelos, mejores productos, mejor calidad de vida para el productor agrario"*
- Eguren, F. (2016). Seguridad Alimentaria en el Perú. *Revista Agraria*

- Esparza, M. (2014). La sequía y la escasez hídrica en México. Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia*, (89), 195-197.
- FAO. (2013). Informe sobre temas Hídricos (pp. 5-9). Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES). (2015). *Siembra y cosecha de agua* (pp. 7;9). Lima: PACC.
- Informe de Investigación de Oxfam. (2010). *Adaptación al cambio climático* (pp. 13-16). Oxfam Reino Unido. Recuperado de <http://www.intermonoxfam.org>.
- IPCC, 2014: *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
- Juan Julio Ordoñez Gálvez. (2012). *Ciclo Hidrológico* (pp. 6,10). Lima: Sociedad Geográfica de Lima
- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. *Cuadernos de Geografía*, 22(2), 17-34.
- Maderey Rascón, L. E., & Jiménez Román, A. (2001). Alteración del ciclo hidrológico en la parte baja de la cuenca alta del río Lerma por la transferencia de agua a la Ciudad de México. *Investigaciones geográficas*, (45), 24-38.
- Martínez Cabrera, R. (2015). *Estrategia Regional de cambio climático Ayacucho* (1ª ed., P. 16). Ayacucho: Gobierno Regional de Ayacucho.
- MINAGRI. (2016). *Rumbo a un Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua: Aportes y reflexiones desde la práctica* (pp. 25-26). Lima: Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. Viceministerio de Políticas Agrarias.

- MINAM. Identificación de condiciones de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en la región ayacucho (pp. 26, 83).
- Monge Redondo, M. (2017). *Sobre el caudal y la presión del agua* - Universidad de Riego. Plataforma de transferencia de conocimientos e innovación en riego. Recuperado de <https://www.universidadderiego.com/sobre-el-caudal-y-la-presion-del-agua>
- Nelson, G. C. (2009). *Cambio Climático, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación* (No. 33708 caja (566)). IFPRI.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). *Afrontar la escasez de agua*. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas. (2013). *Agua para todos. Agua para la vida. Resumen* (pp. 4,5, 10). París.
- Ortiz, R. (2012). *El cambio climático y la producción agrícola*. Recuperado de <http://www.iadb.org>
- PACC Perú. (2014). *Programa de Adaptación al Cambio Climático* (pp. 16 y 31). Recuperado de <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/134.pdf>
- Pettengell, C., (2010). *Adaptación al cambio climático* (pp. 13-16). Oxfam Reino Unido. Romero, D. (2012). “*Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas*”. LEISA revista de agroecología. Recuperado de <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol28n3.pdf>
- Sánchez V, A., y García N, R. (2003). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales* (1st ed., pp. 9-11). Tlalpan.
- Torres, J. (2014). Contribución del conocimiento y tecnologías tradicionales a la adaptación al cambio climático en las montañas de América Latina.
- Valiente, Ó. M. (2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones geográficas*, (26), 59-80.
- Vargas, P. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú. *Lima: Banco Central de Reserva del Perú*.

Varillas O. (2012). “Crianza de agua” Captación y almacenamiento de agua en Puna seca. Ayacucho.

Yepes, A. (2012). Cambio Climático: estrategias de gestión con el tiempo en contra. *Orinoquia*, 1(1).