



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la
civilización Inca hasta la actualidad.

AUTORA:

Vanessa Johana Reina Muñoz

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Guido Caicedo Camposano, Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La presente tesina aborda el tema de la evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador, centrándose en el período que va desde la civilización Inca hasta la actualidad. Con el objetivo de describir las técnicas de riego utilizadas por los Incas en el territorio ecuatoriano, se llevó a cabo un exhaustivo análisis histórico documental que permitió comprender en detalle las innovadoras prácticas de irrigación implementadas por esta antigua civilización. Se realizó una compilación exhaustiva de las técnicas y tecnologías de riego utilizadas en la actualidad en Ecuador, con un enfoque particular en su impacto en la productividad agrícola. Este estudio reveló avances significativos en materia de riego, incluyendo el desarrollo de sistemas modernos de riego por goteo y microaspersión, así como el uso creciente de sensores y tecnologías digitales para monitorear y optimizar el uso del agua en la agricultura. Los resultados obtenidos muestran una clara evolución en las técnicas de riego agrícola en Ecuador, desde los métodos ancestrales utilizados por los Incas hasta las tecnologías modernas empleadas en la actualidad. Como resultado de este estudio, se identificaron oportunidades para seguir mejorando las prácticas de riego agrícola en Ecuador, especialmente en lo que respecta a la integración de tecnologías sostenibles y al fomento del conocimiento ancestral sobre el manejo del agua. Se recomienda continuar investigando y promoviendo el uso responsable del agua en la agricultura, así como fomentar la preservación y revitalización de las técnicas tradicionales de riego que han demostrado su eficacia a lo largo del tiempo. Se concluye que la evolución del riego en Ecuador combina sabiduría ancestral con tecnologías modernas, desde las prácticas incas hasta sistemas contemporáneos de goteo y aspersión, mejorando la eficiencia del uso del agua en la agricultura actual.

Palabras claves: Incas, técnicas de riego, evolución.

SUMMARY

The present degree project addresses the topic of the evolution of agricultural irrigation techniques in Ecuador, focusing on the period from the Inca civilization to the present day. In order to describe the irrigation techniques used by the Incas in Ecuadorian territory, a thorough documentary historical analysis was conducted, allowing for a detailed understanding of the innovative irrigation practices implemented by this ancient civilization. A comprehensive compilation of current irrigation techniques and technologies used in Ecuador was carried out, with a particular focus on their impact on agricultural productivity. This study revealed significant advances in irrigation, including the development of modern drip and micro-sprinkler irrigation systems, as well as the increasing use of sensors and digital technologies to monitor and optimize water use in agriculture. The results obtained show a clear evolution in agricultural irrigation techniques in Ecuador, from the ancestral methods used by the Incas to the modern technologies employed today. As a result of this study, opportunities were identified to continue improving agricultural irrigation practices in Ecuador, especially regarding the integration of sustainable technologies and the promotion of ancestral knowledge about water management. It is recommended to continue researching and promoting responsible water use in agriculture, as well as promoting the preservation and revitalization of traditional irrigation techniques that have proven effective over time. It is concluded that the evolution of irrigation in Ecuador combines ancestral wisdom with modern technologies, from Inca practices to contemporary drip and sprinkler systems, improving water use efficiency in current agriculture.

Keywords: Incas, irrigation techniques, evolution.

Índice

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACION.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 LINEAS DE INVESTIGACION	4
1.5.1. Dominio - Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Babahoyo	4
1.5.2. Línea de investigación FACIAG.....	4
1.5.3. Sublínea Carrera de Agronomía	4
1.6 MARCO METODOLÓGICO	5
1.6.1 MÉTODO:	5
2. DESARROLLO	6
2.1. Marco teórico	6
2.1.1. Introducción al riego agrícola.....	6
2.1.2 Técnicas de riego en la civilización Inca.....	7
2.1.3 Evolución de las técnicas de riego después de la llegada de los españoles y su influencia en el desarrollo agrícola en Ecuador.....	13
2.1.4 Técnicas de riego agrícola contemporáneas en Ecuador	15
3. METODOLOGÍA.....	18
3.1 RESULTADOS	19
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	21
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
5.1. CONCLUSIONES	22
5.2. RECOMENDACIONES	23
6. REFERENCIAS Y ANEXOS	24
6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6.2. ANEXOS	

1. CONTEXTUALIZACION

1.1 INTRODUCCIÓN

La influencia de las antiguas civilizaciones, como los incas en el desarrollo de técnicas de riego se evidencia en la gestión avanzada del agua y la construcción de sistemas hidráulicos eficientes. Los incas desarrollaron métodos ingeniosos para captar, almacenar y distribuir el agua en sus terrazas agrícolas, canales y sistemas de riego, lo que les permitió cultivar una variedad de cultivos en entornos geográficamente desafiantes. Su habilidad para adaptarse al terreno andino y al clima demuestra un profundo conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos, así como una comprensión sofisticada de la hidráulica. Estos avances han dejado un legado duradero en el desarrollo de las técnicas de riego agrícola. (Salaverry 2018)

Los incas desarrollaron un sofisticado sistema de canales y terrazas para el riego agrícola. Utilizando una red de canales cuidadosamente construidos, dirigían el agua de fuentes naturales hacia sus terrazas escalonadas, conocidas como andenes, que se construían en las laderas de las montañas. Estas terrazas permitían aprovechar al máximo la tierra cultivable en terrenos montañosos y controlar la distribución del agua para sus cultivos. Además, implementaron técnicas como shicras, que eran bolsas tejidas utilizadas para transportar y distribuir el agua a lo largo de los canales de riego. Este sistema ingenioso y bien planificado demostró la maestría de los incas en la gestión del agua para la agricultura en entornos geográficamente desafiantes. (Ancajima 2015)

Las técnicas de riego incas tuvieron un impacto significativo en la productividad agrícola y en el desarrollo de comunidades. Estas técnicas permitieron un uso más eficiente del agua, lo que a su vez aumentó la producción de cultivos y permitió el cultivo en áreas antes consideradas inhóspitas. El sistema de canales y terrazas incas también fomentó la cooperación y organización comunitaria, ya que su construcción y mantenimiento requería un esfuerzo colectivo. Además, al garantizar un suministro constante de agua para la agricultura, estas técnicas contribuyeron al desarrollo sostenible de las

comunidades incas al asegurar la seguridad alimentaria y el crecimiento económico. (Murra 1978)

Durante la era moderna, el riego agrícola ha experimentado avances tecnológicos significativos. En el siglo XX y XXI, se han desarrollado sistemas de riego tecnificado que incluyen sensores digitales para monitorear la humedad del suelo, sistemas de riego por goteo y aspersión más eficientes, y tecnologías de control automatizado que optimizan el uso del agua. Además, se han implementado sistemas de riego con base en la telemetría y el uso de datos geoespaciales para una gestión más precisa y sostenible del agua en la agricultura. Las transformaciones en las técnicas de riego a lo largo del tiempo han tenido un impacto social y económico significativo. Socialmente, han contribuido a mejorar las condiciones de vida de comunidades agrícolas al permitir una mayor producción de alimentos, generando empleo y estabilidad económica. Económicamente, estas transformaciones han aumentado la productividad agrícola, reduciendo costos y optimizando el uso de recursos naturales, lo que ha contribuido al crecimiento económico de las regiones agrícolas en el Ecuador contribuyendo de alguna manera al desarrollo sostenible (Pérez 2015).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la civilización Inca hasta la actualidad ha estado plagada de desafíos que han impactado la sostenibilidad y eficiencia de la producción agrícola en el país. La presión sobre los recursos hídricos, exacerbada por el cambio climático, ha llevado a una disminución en la disponibilidad de agua para riego, lo que plantea un desafío fundamental para los agricultores ecuatorianos. Además, la degradación del suelo como resultado de prácticas agrícolas inadecuadas ha afectado la capacidad del suelo para retener la humedad, lo que agrava aún más la necesidad de un riego efectivo, todo eso sumado a la continua pérdida de algunas especies vegetales nativas del territorio ecuatoriano.

Estos aspectos problemáticos ponen de manifiesto la urgente necesidad de encontrar soluciones sostenibles para garantizar un suministro adecuado de agua

para la agricultura en Ecuador, al tiempo que se abordan las demandas contemporáneas de conservación del agua y el suelo

1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación sobre la evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la civilización Inca hasta la actualidad es fundamental debido a su importancia dentro del ámbito de la gestión sostenible de los recursos hídricos y el desarrollo agrícola del país.

Comprender como han evolucionado estas técnicas a lo largo del tiempo permitirá identificar prácticas eficientes, preservar conocimientos ancestrales y promover el uso sostenible del agua en la agricultura ecuatoriana.

Además, contribuirá al conocimiento científico sobre la adaptación de las comunidades agrícolas a las condiciones cambiantes del clima y las demandas de producción alimentaria en el presente y futuro.

Por lo expuesto se justifica la presente investigación bibliográfica sobre la descripción de la evolución de las técnicas de riego agrícola desde la civilización Inca hasta la actualidad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Analizar la evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la civilización Inca hasta la actualidad.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Describir las técnicas de riego utilizadas por la civilización Inca en el territorio ecuatoriano.
- Compilar las técnicas y tecnologías de riego utilizadas en la actualidad en Ecuador, destacando su impacto en la productividad agrícola.

1.5 LINEAS DE INVESTIGACION

1.5.1. Dominio - Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Babahoyo

- Recursos agropecuarios

1.5.2. Línea de investigación FACIAG

- Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

1.5.3. Sublínea Carrera de Agronomía

- Agricultura sostenible y sustentable

1.6 MARCO METODOLÓGICO

1.6.1 MÉTODO:

El presente documento de investigación como parte práctica se desarrolló recopilando todo tipo de información, realizando un estudio detallado de diversos sitios web de libre acceso, artículos científicos, tesis de grado, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en distintas plataformas digitales.

Finalmente cabe señalar que toda la información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el único objetivo de obtener información específica y relevante para el proyecto, cuyo tema es “Evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la civilización Inca hasta la actualidad” enfatizando así su importancia y base general para el consenso científico y social entre los lectores.

2. DESARROLLO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Introducción al riego agrícola

El riego es el proceso de aplicar agua a los cultivos para asegurar su crecimiento y desarrollo. Esta práctica es fundamental en áreas donde la lluvia no es suficiente para mantener la producción agrícola. El riego puede realizarse de diferentes formas, como el riego por gravedad, el riego por aspersión o el riego por goteo, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. (Congope 2016)

El riego agrícola es crucial para garantizar la seguridad alimentaria, ya que permite a los agricultores controlar el suministro de agua necesario para sus cultivos, independientemente de las condiciones climáticas. Además, el riego adecuado puede aumentar la productividad de los cultivos y mejorar la calidad de los productos agrícolas, lo que beneficia tanto a los agricultores como a los consumidores. Por otra parte, el uso excesivo o inadecuado del riego puede tener impactos negativos en el medio ambiente, como la salinización del suelo o la sobreexplotación de recursos hídricos; por tanto, es fundamental implementar prácticas sostenibles de riego agrícola que optimicen el uso del agua y minimicen su impacto ambiental. (Caicedo, O; Balmaseda, C; Proaño, J; 2015)

La importancia del riego en la agricultura ecuatoriana es fundamental debido a la diversidad de ecosistemas que existen en el país. A pesar de contar con una gran cantidad de recursos hídricos, la distribución irregular de las lluvias y la presencia de zonas áridas hacen que el riego sea esencial para garantizar la producción agrícola durante todo el año. El riego permite a los agricultores ecuatorianos cultivar una amplia variedad de productos, desde frutas tropicales hasta hortalizas de alta demanda en el mercado nacional e internacional. (Zamora 2020).

Además, el riego en la agricultura ecuatoriana contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y nutricional del país, al permitir la producción constante

de alimentos para abastecer tanto el mercado interno como para la exportación. Asimismo, el riego controlado favorece la diversificación de cultivos y el desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles, lo que a su vez impulsa la economía rural y promueve la generación de empleo en las zonas agrícolas (Charles 2021).

El autor menciona también que el uso eficiente del riego en Ecuador también es crucial para conservar los recursos hídricos y preservar la biodiversidad. La implementación de tecnologías de riego sostenible, como el riego por goteo o el riego inteligente, puede contribuir a la optimización del uso del agua, reduciendo así el impacto ambiental y promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el entorno. (Charles 2021).

2.1.2 Técnicas de riego en la civilización Inca

A lo largo de los andes podemos apreciar una serie de represas altoandinas que por su ubicación denominamos alto andinas, de mediana capacidad, cuya función era almacenar las aguas de las lluvias. Podemos apreciar capacidades de almacenamiento desde unos cientos de miles de metros cúbicos hasta cerca del millón de metros cúbicos; estas represas nunca se posicionaban de los cauces de los ríos, caso contrario de lo que sucede en la actualidad, vemos represas de gran capacidad instaladas en el eje del río (Gallito Ciego) que, por el proceso propio de erosión de la cuenca, están colmatándose y trabajan con una capacidad de cerca del 50%. (Guevara 2008)

El mismo autor indica que los incas desarrollaron avanzadas técnicas de riego que les permitieron aprovechar al máximo los recursos hídricos en sus territorios. Una de las técnicas más destacadas fue la construcción de canales de riego, conocidos como "amunas", que capturaban y distribuían el agua de deshielo de las montañas hacia los campos de cultivo. Estos canales estaban diseñados con una ligera pendiente para llevar el agua a lo largo de grandes distancias, lo que evidencia el ingenio hidráulico de los incas. (Guevara 2008)

Sistemas, de mayor presencia en la serranía de Lima, constituyen una práctica ancestral de recarga de acuífero, que ahora se muestra como novedosa,

pero que en épocas de los pre incas limeños se hicieron con excelentes resultados; un ejemplo que ha persistido en el tiempo, es la práctica que hasta hoy realizan los pobladores de Tupicocha en Huarochiri, Lima. El sistema funcionaba con zanjas abiertas que siguen las curvas de nivel de las punas, lo que permitía conducir el agua de lluvia hasta un lugar llamado cochas, estructuras abiertas para recibir el agua, la misma que luego se filtraba en la montaña para surgir, aguas abajo, como puquios meses después; exactamente cuando no hay lluvias y el estiaje es más marcado en la cuenca, pudiendo de esa manera realizar agricultura y mantener al pueblo provisto de alimentos (Ancajima 2015).

Otra técnica utilizada por los incas fue la construcción de terrazas agrícolas escalonadas, conocidas como "andenes", que servían para nivelar el terreno y evitar la erosión del suelo. Estas terrazas no solo permitían una distribución más eficiente del agua de riego, sino que también ayudaban a retener la humedad en diferentes niveles, lo que resultaba beneficioso para el cultivo de una amplia variedad de productos agrícolas en distintos microclimas.(Perurail 2020)

Según Luis Masson Meiss, estudioso de los sistemas de andenería, en el Perú existe aproximadamente un millón de hectáreas en andenes. De ellos solo se explotan efectivamente un 25%. No se cuenta con un inventario actualizado y confiable de esta extraordinaria obra de ingeniería legada por los incas. Constituyen un patrimonio cultural sub utilizado en zonas donde prevalece la pobreza extrema por contradicción. Ejemplo de ello son los andenes de Andamarca en Lucanas, Ayacucho. Además, los incas implementaron el uso de sistemas de riego por surcos, donde el agua era conducida a través de pequeños canales que recorrían los campos cultivados. Esta técnica les permitía controlar la cantidad y distribución del agua en función de las necesidades específicas de cada cultivo, optimizando así su crecimiento y desarrollo (Ministerio de Ambiente 2017).

Con el nivel de previsión y de manejo adecuado del agua, construyeron toda una red de sistemas de almacenamiento de las aguas derivadas a través de los canales y acueductos, llamados cochas, que permitía almacenar las aguas en montañas y distribuirlas de mejor manera para la producción de alimentos y el consumo de la población. La ubicación de los principales asentamientos humanos

estuvo siempre en las partes altas, lejos de la fuerza devastadora de los ríos o quebradas, que tantas vidas o pérdidas económicas generan actualmente en el país, prueba de ello es Machu Picchu y Choquequirao, son los ejemplos más emblemáticos. Estos lugares aún nos muestran su belleza escénica en una clara comunión con su entorno (Tobar 2018)

Las evidencias demuestran un gran cuidado de las estructuras hidráulica, que les permitían abastecerse de agua para su población. Las partes altas de las cuencas y las áreas cercanas a los ríos (fajas marginales) estaban completamente forestadas o con presencia de cobertura vegetal, tal como se evidencia en algunos lugares (Distrito de Huachos – Castovirreyna en Huancavelica) con la presencia de bosques completos de quinales o queñua (*Polylepis racemosa*, *Polylepis incana*), solo por mencionar algunas especies específicas, además de una variedad amplia de especies nativas adaptadas a nuestro medio que ahora simplemente han desaparecido. (Ramirez 2019)

La idea de dar a conocer este gran legado hidráulico es con el fin de revalorar estos saberes y que las personas reconozcan lo grande que fuimos en el manejo del agua con el fin de que sirva como argumento y aporte en la construcción de lo que llamamos una nueva cultura del agua, una nueva cultura basada en ese legado, pero utilizando los avances tecnológicos actuales. (Dalezios 2018)

El impacto del riego en la agricultura incaica fue fundamental para el desarrollo y la sostenibilidad de su imperio. Gracias a sus avanzadas técnicas de riego, los incas lograron aprovechar al máximo los recursos hídricos disponibles en sus territorios, lo que les permitió cultivar una amplia variedad de productos agrícolas y sostener una población en constante crecimiento. (Ramirez 2019)

El uso de canales de riego, terrazas agrícolas escalonadas y sistemas de riego por surcos les brindó la capacidad de controlar el suministro de agua a sus cultivos, incluso en regiones con condiciones geográficas desafiantes. Esto tuvo un impacto directo en la productividad agrícola, ya que les permitió optimizar el crecimiento de sus cultivos, diversificar su producción y garantizar un

abastecimiento constante de alimentos para su población. Además, el riego influyó en la capacidad de los incas para establecer un sistema económico sustentable, ya que les permitió comerciar con excedentes agrícolas y establecer una red de intercambio entre diferentes regiones del imperio. Esto a su vez contribuyó al desarrollo de una economía próspera y a la consolidación del poder político de los incas. (Techevolucion. net 2019)

El impacto del riego en la agricultura incaica también se refleja en su legado duradero. Muchas de las estructuras hidráulicas que construyeron para el riego, como los canales y terrazas, aún son visibles en la actualidad, demostrando la eficacia y la escala monumental de sus sistemas de irrigación. Durante el periodo colonial en América Latina, la llegada de los colonizadores europeos trajo consigo cambios significativos en las técnicas de riego utilizadas por las civilizaciones precolombinas, incluyendo las heredadas de los incas. Los colonizadores introdujeron nuevas tecnologías y métodos de riego que complementaron y, en algunos casos, transformaron las prácticas existentes.(Capital Oaxaca 2024)

Uno de los aportes más destacados fue la introducción de sistemas de riego basados en la tecnología hidráulica europea. Los colonizadores españoles y portugueses trajeron consigo conocimientos avanzados en ingeniería hidráulica y construcción de canales, lo que permitió la implementación de sistemas de riego más eficientes y sofisticados en algunas regiones. (Leibundgut, C; Kohn, I; 2014)

Además, la introducción de nuevas plantas y cultivos por parte de los colonizadores también influyó en las técnicas de riego. La diversificación de cultivos como el trigo, la caña de azúcar y diversos tipos de frutas y hortalizas, llevó a la adaptación de los sistemas de riego existentes para satisfacer las necesidades específicas de estos nuevos cultivos. (Roura, H; Cepeda, H; 1999)

Durante el periodo republicano en el Reino de Quito, que corresponde aproximadamente al actual territorio de Ecuador, se continuaron utilizando y desarrollando diversas técnicas y prácticas de riego heredadas de las civilizaciones precolombinas, así como aquellas introducidas durante la colonia. Estas técnicas y

prácticas de riego jugaron un papel crucial en la agricultura y en la economía de la región. (Leibundgut, C; Kohn, I; 2014)

Una de las prácticas de riego más destacadas fue el uso de canales de riego, que permitían distribuir el agua de manera controlada a los campos de cultivo. Estos canales, muchos de los cuales tenían su origen en épocas preincaicas e incaicas, fueron mantenidos y ampliados durante el periodo republicano para abastecer a una creciente población y a una agricultura en expansión. (González 2023)

Además, se continuó con la construcción y mantenimiento de terrazas agrícolas, las cuales ayudaban a aprovechar terrenos inclinados para la agricultura y a conservar la humedad del suelo. Estas terrazas eran fundamentales para maximizar el uso del agua disponible y garantizar cosechas abundantes. (Almeida 2020)

Durante el periodo republicano también se produjo un avance en la gestión del agua a través de la organización comunal para el mantenimiento de los sistemas de riego. Las comunidades locales asumieron un papel activo en la administración y conservación del agua, lo que contribuyó a una distribución más equitativa y eficiente del recurso hídrico. (Ekmeiro, J; Matos, J; 2022)

Durante el siglo XX, se produjeron importantes avances tecnológicos y científicos que tuvieron un impacto significativo en las técnicas de riego a nivel mundial. Estos desarrollos influyeron en la eficiencia, la sostenibilidad y la gestión del agua en la agricultura, mejorando la productividad y la conservación de este recurso vital. Algunos de los desarrollos más relevantes incluyen: (De La Rosa, C; Salazar, M)

1. Tecnología de riego por goteo: La invención y perfeccionamiento de sistemas de riego por goteo revolucionaron la forma en que se aplica el agua a los cultivos. Esta técnica permite suministrar agua de manera precisa y controlada

directamente a las raíces de las plantas, reduciendo considerablemente el desperdicio de agua y optimizando su uso. (Moscol 2013)

2. Sistemas de riego automatizados: La automatización de los sistemas de riego, mediante el uso de sensores, controladores y tecnología informática, ha permitido una gestión más eficiente y adaptativa del riego. Estos sistemas pueden ajustar la cantidad y frecuencia del riego en función de las condiciones climáticas y las necesidades hídricas de los cultivos, maximizando el rendimiento y minimizando el consumo de agua. (Revista Espacio 2018)
3. Investigación en conservación del agua: Durante el siglo XX, se realizaron importantes investigaciones en técnicas de conservación del agua en la agricultura, como el manejo integrado de cuencas hidrográficas, la recarga artificial de acuíferos y la captación y almacenamiento de aguas pluviales, todas las cuales han contribuido a una gestión más sostenible del recurso hídrico. (Moscol 2013)
4. Uso de tecnologías satelitales: La aplicación de tecnologías satelitales para monitorear el estado hídrico de los cultivos y predecir las necesidades de riego ha permitido una gestión más precisa y basada en datos. Esto ha ayudado a optimizar el uso del agua, reducir costos y minimizar el impacto ambiental asociado al riego excesivo o insuficiente. (Revista Espacio 2018)

Durante el Imperio incaico se construyeron grandes acueductos para aumentar la tierra cultivable y proporcionar agua potable y baños a la población. Debido a la escasez de agua en la región andina, la gestión avanzada del agua permitió a los incas prosperar y expandirse a lo largo de gran parte de la costa del Perú y Ecuador. (Biel 2024)

Nuestros antepasados usaron un conjunto de cochas o reservorios pequeños que permitía almacenar el agua proveniente de los manantiales (ojos de agua) para poder usarla de una manera más eficiente en los momentos de riego.(Ancajima 2014)

2.1.3 Evolución de las técnicas de riego después de la llegada de los españoles y su influencia en el desarrollo agrícola en Ecuador.

Antes de la llegada de los españoles a Ecuador, las culturas indígenas como los Incas y los Cañaris ya habían desarrollado sistemas avanzados de riego para la agricultura. Estos sistemas incluían canales, acueductos y terrazas agrícolas que permitían la distribución eficiente del agua para el cultivo de alimentos básicos como maíz, papas y quinua. Con la colonización española en el siglo XVI, se introdujeron nuevas técnicas de riego en Ecuador, influenciadas por las prácticas hidráulicas europeas. Los españoles construyeron sistemas de riego más sofisticados, como acequias y represas, que ampliaron la capacidad de irrigación y permitieron el cultivo de nuevos cultivos introducidos por los colonizadores. (Tobar 2018).

Después de la llegada de los españoles a Ecuador, se produjo una notable transición en las técnicas de riego agrícola, influenciada por la introducción de nuevas prácticas y tecnologías por parte de los colonizadores. Esta transición tuvo un impacto significativo en el desarrollo agrícola del país, ya que se combinaron elementos de las tradiciones indígenas con las nuevas técnicas traídas por los españoles, dando lugar a cambios en la forma en que se gestionaba el agua para la agricultura (Escobar 2012).

La influencia de los españoles en las técnicas de riego en Ecuador se evidenció en la implementación de métodos de irrigación por gravedad y el uso de norias y molinos para elevar el agua a zonas más altas. Estas innovaciones contribuyeron al aumento de la productividad agrícola y a la diversificación de los cultivos en diferentes regiones del país. Durante la época colonial, se establecieron grandes haciendas agrícolas en Ecuador que aprovechaban los nuevos sistemas de riego para cultivar productos comerciales como cacao, caña de azúcar y café. El desarrollo de infraestructuras hidráulicas sofisticadas facilitó la expansión de la agricultura comercial y el comercio con otras colonias españolas en América. Además, la influencia española también se reflejó en la organización y

administración de los sistemas de riego, con la implementación de nuevas normativas y estructuras de gestión del agua. La introducción de cultivos europeos también tuvo un impacto en las prácticas de riego, ya que se adaptaron las técnicas existentes para dar cabida a estas nuevas especies vegetales (Martínez 2019)

Esta transición no estuvo exenta de conflictos y tensiones, ya que la imposición de las prácticas y sistemas de riego europeos chocó con las tradiciones y conocimientos locales. Sin embargo, con el tiempo, se produjo una fusión entre ambas influencias, dando lugar a un panorama diverso y en constante evolución en cuanto a las técnicas de riego agrícola en Ecuador. Tras la llegada de los españoles, se produjo también un cambio en la distribución de la tierra y el establecimiento de haciendas, lo que influyó en la organización de los sistemas de riego. Las grandes extensiones de tierra cultivable bajo el control de los terratenientes españoles dieron lugar a una reorganización de los canales de riego y a una mayor centralización en la gestión del agua. Esta nueva estructura tuvo un impacto significativo en las comunidades indígenas, que se vieron obligadas a adaptarse a las nuevas dinámicas impuestas por el sistema colonial (Pérez 2015)

Además, la introducción de nuevos cultivos y prácticas agrícolas por parte de los españoles llevó a una diversificación en las técnicas de riego. La adaptación de sistemas de riego preexistentes para satisfacer las necesidades de los nuevos cultivos, como el trigo y la caña de azúcar, impulsó innovaciones en la ingeniería hidráulica y en la construcción de infraestructuras para el riego. Estos cambios no solo ampliaron la gama de cultivos disponibles, sino que también contribuyeron a la expansión y consolidación de las técnicas de riego en diferentes regiones del país (Sorzano 2022).

En este período, se produjo un intercambio de conocimientos entre las comunidades indígenas y los colonizadores españoles, lo que influyó en la evolución de las técnicas de riego. A pesar de las tensiones iniciales, se desarrolló un mestizaje cultural que se reflejó en la forma en que se concebía y gestionaba el agua para la agricultura. Este proceso de transculturación contribuyó a una evolución dinámica en las técnicas de riego agrícola, marcando un punto crucial en la historia del desarrollo agrícola en Ecuador. (Roura, H; Cepeda, H; 1999)

Con el paso del tiempo, las técnicas de riego en Ecuador han evolucionado para adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes y a las demandas de una agricultura moderna. Se han implementado sistemas de riego tecnificados, como el riego por goteo y la irrigación automatizada, que optimizan el uso del agua y mejoran la eficiencia en la producción agrícola (Charles 2021).

En la actualidad, la gestión sostenible del agua y el desarrollo de prácticas agrícolas responsables son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible en Ecuador. La evolución continua de las técnicas de riego refleja la adaptabilidad del sector agrícola ante los desafíos del cambio climático y la necesidad de preservar los recursos naturales para las generaciones futuras (Martínez 2019).

2.1.4 Técnicas de riego agrícola contemporáneas en Ecuador

Las técnicas de riego agrícola contemporáneas en Ecuador han experimentado avances significativos en los últimos años, impulsando la eficiencia y la productividad en el sector agrícola. Ecuador, con su diversidad climática y geográfica, ha adoptado diversas técnicas de riego para adaptarse a las distintas condiciones de cultivo en el país. A continuación, exploraremos algunas de las técnicas de riego más relevantes que se están utilizando en la agricultura contemporánea en Ecuador. (Sosa, B; Larrea, D; 2014)

El riego por goteo es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura ecuatoriana. Esta técnica permite la aplicación precisa y controlada del agua directamente a la zona radicular de las plantas, lo que resulta en un uso más eficiente del recurso hídrico y un aumento en la producción de cultivos. (Aedo 2020)

Otra técnica importante es el riego por aspersión, que consiste en la distribución de agua a través de un sistema de aspersores. Esta técnica es adecuada para terrenos planos o ligeramente ondulados y ha demostrado ser efectiva en cultivos como maíz, arroz y hortalizas. (Agropinos 2022)

El riego subterráneo es otra técnica contemporánea que ha ganado popularidad en Ecuador. Este método implica la distribución del agua a través de tuberías enterradas debajo de la superficie del suelo, lo que minimiza las pérdidas por evaporación y asegura una aplicación eficiente del agua a las raíces de las plantas. (Saltos 2011)

Además, el riego inteligente, que hace uso de tecnologías avanzadas para monitorear las condiciones del suelo y las necesidades hídricas de los cultivos, está siendo implementado en algunas zonas agrícolas de Ecuador. Mediante el uso de sensores y sistemas automatizados, el riego inteligente busca optimizar el uso del agua y mejorar la productividad agrícola. (Rosero 2023)

Estas técnicas de riego agrícola contemporáneas están contribuyendo a mejorar la eficiencia hídrica, aumentar la productividad y promover la sostenibilidad en la agricultura ecuatoriana. La adopción continua y el desarrollo de estas técnicas son fundamentales para enfrentar los desafíos relacionados con el cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria en el país. (Banco Mundial 2018)

El estado actual del riego agrícola en Ecuador presenta una combinación de desafíos y avances significativos. Ecuador, a pesar de su diversidad climática y geográfica, enfrenta limitaciones en el acceso al agua para la agricultura, especialmente en regiones áridas y semiáridas. Esto ha llevado a un énfasis en la implementación de técnicas de riego más eficientes y sostenibles para optimizar el uso del recurso hídrico. (Solanes, M; Jouravlev, A; 2005)

A pesar de los desafíos, se han realizado avances significativos en el riego agrícola en Ecuador. La adopción de técnicas modernas de riego, como el riego por goteo, el riego por aspersión y el riego subterráneo, ha permitido una mayor eficiencia en la aplicación del agua a los cultivos. Estas técnicas han contribuido a aumentar la productividad agrícola y a mitigar los efectos de la escasez de agua en ciertas regiones. (Oré, M; Damonte, G; 2014)

El desarrollo de proyectos de irrigación y la modernización de sistemas de riego tradicionales han sido áreas clave de enfoque para mejorar el estado del riego

agrícola en Ecuador. Estos proyectos buscan expandir la disponibilidad de agua para la agricultura, promover la sostenibilidad ambiental y aumentar la resiliencia del sector agrícola frente a los desafíos climáticos. (Solanes, M; Jouravlev, A; 2005)

Además, se ha observado un creciente interés en el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo y gestión del riego agrícola. El riego inteligente, que hace uso de sensores y sistemas automatizados para optimizar el uso del agua, está siendo implementado en algunas zonas agrícolas del país, lo que representa un paso significativo hacia la modernización del sector. (Liao, R; Zhang, S; Zhang, X; Wang, M; Wu, H; Zhangzhong, L; 2021)

El estado actual del riego agrícola en Ecuador refleja un equilibrio entre desafíos persistentes relacionados con el acceso al agua y avances significativos impulsados por la adopción de técnicas modernas y el desarrollo de proyectos de irrigación. El país continúa trabajando para mejorar la eficiencia hídrica, aumentar la productividad agrícola y promover la sostenibilidad en el sector del riego agrícola. (Solanes, M; Jouravlev, A; 2005)

En la región costera del Ecuador, donde prevalece un clima tropical y subtropical, se han implementado técnicas de riego tecnificado, como el riego por goteo y el riego por aspersión, debido a la necesidad de optimizar el uso del agua en un entorno con altas temperaturas y una alta incidencia de enfermedades fúngicas. Estas técnicas permiten una aplicación más precisa del agua, reduciendo el riesgo de enfermedades y maximizando la eficiencia hídrica. (Liao, R; Zhang, S; Zhang, X; Wang, M; Wu, H; Zhangzhong, L; 2021)

Por otro lado, en la región andina, caracterizada por su topografía montañosa y variabilidad climática, se han desarrollado sistemas de riego adaptados a las laderas y terrazas agrícolas. El riego por surcos o el riego por inundación controlada son comunes en esta región, ya que se ajustan a las necesidades de los cultivos en pendientes pronunciadas y permiten aprovechar al máximo el agua disponible. (Solanes, M; Jouravlev, A; 2005)

En cuanto a la comparación entre cultivos, es importante destacar que las técnicas de riego varían según las necesidades hídricas de cada tipo de cultivo. Por ejemplo, cultivos como el arroz requieren sistemas de riego por inundación debido a su adaptación natural a entornos acuáticos, mientras que cultivos frutales como el banano o cítricos pueden beneficiarse del riego por goteo para garantizar un suministro constante de agua sin desperdicios. (Dalezios 2018)

Las técnicas de riego en Ecuador varían según las condiciones geográficas y los requerimientos específicos de cada cultivo. La implementación de sistemas de riego adecuados a cada región geográfica y tipo de cultivo es fundamental para maximizar la productividad agrícola y garantizar un uso eficiente del recurso hídrico. (Zapatta y Gasselin 2005)

3. METODOLOGÍA

De acuerdo a la metodología de la investigación, la metodología utilizada en este estudio es exploratoria y explicativa. Es exploratoria ya que se centra en documentos existentes de los que se recoge toda la información y contenido del estudio de caso. Explicativa puesto que se detallará la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la investigación.

3.1 RESULTADOS

La evolución de las técnicas de riego agrícola en Ecuador desde la civilización Inca hasta la actualidad refleja un legado de conocimientos ancestrales combinado con innovaciones modernas. Durante el imperio Inca, se desarrollaron sofisticadas técnicas de riego, como sistemas de canales y terrazas agrícolas, que permitieron el cultivo en terrenos montañosos. Estas prácticas demostraron una comprensión avanzada del manejo del agua y la topografía, sentando las bases para la agricultura en la región.

Ecuador, hoy por hoy ha integrado tecnologías modernas de riego, como sistemas de goteo y aspersión, para mejorar la eficiencia del uso del agua de riego y la productividad agrícola. La combinación de conocimientos ancestrales con innovaciones contemporáneas ha contribuido a una evolución positiva en las técnicas de riego agrícola, permitiendo un uso más eficiente del agua y una mayor productividad en el sector agrícola ecuatoriano.

Los procedimientos de riego utilizados por la civilización Inca representaron un hito en la ingeniería hidráulica, evidenciando una comprensión avanzada del manejo eficiente del agua en entornos montañosos. A través de un sistema elaborado de canales, terrazas y represas, los incas lograron distribuir el agua de manera equitativa para el riego de sus cultivos, permitiendo una producción agrícola a gran escala y demostrando una habilidad excepcional para adaptarse a las condiciones geográficas variadas. Estas técnicas no solo garantizaron la seguridad alimentaria de la población Inca, sino que también tuvieron un impacto significativo en el desarrollo económico y social de la civilización.

Las técnicas de riego incaicas reflejaron una conexión profunda entre la sociedad inca y su entorno natural, destacando la importancia cultural y espiritual del agua en su cosmovisión. El manejo cuidadoso del agua como fuente de vida y fertilidad se refleja en su arquitectura hidráulica monumental, lo que demuestra un compromiso con la sostenibilidad y el respeto por los recursos naturales. En el contexto actual, el estudio y comprensión de estas técnicas ofrecen lecciones valiosas para el manejo sostenible del agua en entornos geográficamente desafiantes, así como una apreciación más profunda de la interacción entre la cultura humana y el medio ambiente.

Las técnicas y tecnologías de riego utilizadas en la actualidad en Ecuador tales como riego por aspersión subfoliar, riego localizado en sus dos variantes como lo son riego por goteo y riego por microaspersión reflejan un enfoque renovado hacia la eficiencia hídrica y la sostenibilidad agrícola. Con el impulso de entidades gubernamentales y empresas privadas, se han desarrollado sistemas avanzados de riego que incorporan tecnologías innovadoras, como la optimización inteligente del uso del agua y la gestión precisa de infraestructuras. Estas soluciones no solo buscan aumentar la productividad agrícola, sino también garantizar una distribución equitativa del recurso hídrico, promoviendo así el desarrollo sostenible del sector.

El impacto de estas técnicas y tecnologías se manifiesta en una mayor eficiencia en el uso del agua, lo que conduce a un incremento significativo en la productividad agrícola en distintas regiones de Ecuador. La implementación de sistemas inteligentes de riego no solo ha mejorado la calidad y cantidad de los cultivos, sino que también ha contribuido a la conservación de recursos hídricos.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evolución de las técnicas de riego en Ecuador combina conocimientos ancestrales con innovaciones modernas, como los sistemas de canales y terrazas agrícolas desarrollados durante el imperio Inca, que permitieron el cultivo en terrenos montañosos y sentaron las bases para la agricultura en la región, resultado que coincide con (Guevara 2008) que sostiene que los incas desarrollaron avanzadas técnicas de riego que les permitieron aprovechar al máximo los recursos hídricos en sus territorios. Una de las técnicas más destacadas fue la construcción de canales de riego, conocidos como "amunas", que capturaban y distribuían el agua de deshielo de las montañas hacia los campos de cultivo. Estos canales estaban diseñados con una ligera pendiente para llevar el agua a lo largo de grandes distancias, lo que evidencia el ingenio hidráulico de los incas.

Los Incas destacaron por su excepcional ingeniería hidráulica, demostrando un avanzado manejo del agua en entornos montañosos. A través de un sistema elaborado de canales, terrazas y represas, lograron distribuir el agua de manera equitativa para el riego de sus cultivos, permitiendo una producción agrícola a gran escala. Estas técnicas no solo garantizaron la seguridad alimentaria, sino que también impactaron significativamente en el desarrollo económico y social de la civilización Inca, situación que concuerda con lo expresado por (Tobar 2018) que manifiesta que con el nivel de previsión y de manejo adecuado del agua, los Incas construyeron toda una red de sistemas de almacenamiento de las aguas derivadas a través de los canales y acueductos, llamados cochas, que permitía almacenar las aguas en montañas y distribuirlas de mejor manera para la producción de alimentos y el consumo de la población. La ubicación de los principales asentamientos humanos estuvo siempre en las partes altas.

Las técnicas y tecnologías de riego utilizadas en la actualidad en Ecuador tales como riego por aspersión subfoliar, riego localizado en sus dos variantes como lo son riego por goteo y riego por microaspersión reflejan un enfoque renovado hacia la eficiencia hídrica y la sostenibilidad agrícola, lo que coincide con lo

expresado por (Charles 2021) que sostiene que las técnicas de riego en Ecuador han evolucionado para adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes y a las demandas de una agricultura moderna. Se han implementado sistemas de riego tecnificados, como el riego por goteo y la irrigación automatizada, que optimizan el uso del agua y mejoran la eficiencia en la producción agrícola.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La evolución de las técnicas de riego agrícola ha sido un proceso que ha integrado conocimientos ancestrales con innovaciones modernas, el desarrollo de sofisticadas técnicas de riego durante la civilización Inca; en la actualidad estas costumbres han sido complementadas con tecnologías modernas de riego, como sistemas de goteo y aspersión, que han contribuido a mejorar la eficiencia del uso del agua en agricultura.

La combinación de conocimientos ancestrales con innovaciones contemporáneas ha resultado en una evolución positiva de las técnicas de riego agrícola en Ecuador a lo largo del tiempo.

El estudio de las técnicas de riego incaicas revela la íntima relación entre la sociedad Inca y su entorno natural, evidenciando la profunda importancia cultural y espiritual del agua en su cosmovisión. La gestión cuidadosa del agua como elemento vital y generador de fertilidad se manifiesta en la monumental arquitectura hidráulica, lo que pone de manifiesto un compromiso arraigado con la sostenibilidad y el respeto por los recursos naturales.

5.2. RECOMENDACIONES

Fomentar la integración de conocimientos ancestrales y modernos en la gestión del riego agrícola. Esto se podría lograr a través de programas que promuevan la preservación y difusión de las técnicas de riego tradicionales, así como la incorporación de tecnologías modernas, como sistemas de goteo y aspersión, que mejoren la eficiencia del uso del agua en la agricultura.

Promover la continuidad de esta combinación de conocimientos ancestrales e innovaciones contemporáneas en el ámbito del riego agrícola en Ecuador. Esto podría lograrse a través de la implementación de políticas que promuevan la preservación y transmisión de las prácticas tradicionales de riego, al mismo tiempo que incentiven la adopción de tecnologías modernas que mejoren la eficiencia y sostenibilidad del uso del agua en la agricultura.

Impulsar la valoración y preservación de las técnicas de riego incaicas como patrimonio cultural y fuente de conocimiento para la sostenibilidad. Esto se puede realizar a través de programas educativos que difundan el significado cultural y espiritual del agua en la cosmovisión incaica, así como la importancia de su gestión cuidadosa para la fertilidad y la sostenibilidad.

6. REFERENCIAS Y ANEXOS

6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aedo, M. (2020). Enfoque NEXO en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales (en línea). El Salvador, s.e. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3562365d-7cec-4be0-8bc1-2c0a6e078965/content>.

Agropinos. 2022. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN (en línea). . Disponible en <https://www.agropinos.com/blog/sistema-de-riego-por-aspersion>.

Almeida, E. 2020. LOS INCAS EN EL ECUADOR (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://docenteconvoz.blogspot.com/2020/03/los-incas-en-el-ecuador.html>.

Ancajima, R. (2014). Hidráulica Inca (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://hidraulicainca.com/acerca-de-hidraulica-inca/uso-ancestral-del-agua-en-el-peru/>.

Ancajima, R. 2015. Tecnologías Ancestrales -Sistemas Hidráulicos Pre Incas e Incas. Perú, Ministerio de Ambiente. 10 p.

Banco Mundial. 2018. Ecuador: Familias se benefician con tecnología de riego para mejorar sus cultivos (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/03/15/ecuador-familias-se-benefician-con-tecnologia-de-riego-para-mejorar-sus-cultivos>.

Biel, A. (2024). ¿Dónde guardaban el agua los incas? (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.clubmitsubishiasx.com/faq/donde-guardaban-el-agua-los-incas>.

Caicedo Camposano, O; Balmaseda Espinosa, C; Proaño Saraguro, J. 2015. Evaluación hidráulica del riego por aspersión subfoliar en banano (*Musa paradisiaca*) en la finca San José 2, provincia Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 24(1):38-43.

Capital Oaxaca. 2024. Agricultura incaica: técnicas ancestrales de cultivo en Perú (en línea, sitio web). Disponible en https://capitaloaxaca.com/legado-cultural-inca-a-la-humanidad/?expand_article=1.

Charles, CU. 2021. Agua para la gente: Experiencias de gestión comunitaria del agua en el Ecuador. s.l., Editorial Abya - Yala. 250 p.

Congope. (2016). Hablemos de riego con los agricultores (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HRAGR.pdf>.

Dalezios, N. (2018). Water scarcity management: part 1: methodological framework (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://euro-acad.eu/CMS/tinymce/js/tinymce/plugins/filemanager/source/Library/VI_Angelakis%20u.%20Dalezios_Water%20Scarvity.pdf.

De La Rosa, C; Salazar, M. s. f. La Revolución Verde y la soberanía alimentaria como contrapropuesta (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://veredasojs.xoc.uam.mx/index.php/veredas/article/view/660/618>.

Ekmeiro, J; Matos, J. 2022. Cultura Alimentaria. Una revisión conceptual. (en línea). . Disponible en <https://ve.scielo.org/pdf/avn/v35n2/0798-0752-avn-35-02-117.pdf>.

Escobar, A. 2012. Más allá del desarrollo: postdesarrollo y transiciones hacia el pluriverso. Revista de antropología social 21:23-62.

González, A. 2023. Ingeniería agrícola y manejo del agua en el antiguo Ecuador. .

Guevara, JT. 2008. Gestión del agua para enfrentar el cambio climático: propuesta de gestión del agua como medida importante de adaptación al cambio climático en Ancash. Ancash, Soluciones Prácticas. 82 p.

Leibundgut, C; Kohn, I. (2014). EUROPEAN TRADITIONAL IRRIGATION IN TRANSITION PART II: TRADITIONAL IRRIGATION IN OUR TIME—DECLINE, REDISCOVERY AND RESTORATION PERSPECTIVES. s.l., s.e.

Liao, R; Zhang, S; Zhang, X; Wang, M; Wu, H; Zhangzhong, L. (2021). Development of smart irrigation systems based on real-time soil moisture data in a greenhouse: Proof of concept (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v245y2021ics037837742032179x.html>.

Martínez Moscoso, A. 2019. La regulación del abastecimiento de agua en Ecuador. Evolución histórica y realidad actual (en línea) (En accepted: 2019-07-29t08:50:16z). DOI: <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad2019.1.03>.

Ministerio de Ambiente. 2017. Día Nacional de Diversidad Biológica. Sitio Estatal (en línea, sitio web). Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://www.minam.gob.pe/diadiversidad>.

Moscol, J. 2013. El Riego por Goteo (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.academia.edu/4489680/El_Riego_por_Goteo.

Murra, J. 1978. La Organización económica del estado Inca (en línea). 6 ed. s.l., s.e. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Z0lx2hWon3oC&oi=fnd&pg=PA16&dq=MURRA&ots=v2YjNZEa4U&sig=Z4A9e3yIVceMVVl1aSKOEgo30kE#v=onepage&q=MURRA&f=false>.

Oré, MT; Damonte, G. 2014. ¿Escasez de agua? : retos para la gestión de la cuenca del río Ica (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/173065>.

Pérez, EG. 2015. Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú. Revista de Derecho Administrativo (15):319-334.

Perurail. 2020. Todo lo que debes saber sobre las Terrazas de Machu Picchu (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.perurail.com/es/blog/todo-lo-que-debes-saber-sobre-las-terrazas-de-machu-picchu/>.

Ramirez, S. 2019. Agua, Riego y Árboles: Ancestros y Poder en el Cuzco de los Incas (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://revistas.cultura.gob.pe/index.php/historiaycultura/article/view/150>.

Revista Espacio. (2018). Sistema de riego automatizado con arduino (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>.

Rosero, C. 2023. Aplicación Web de administración de base de datos y de aplicación de aprendizaje de máquina en línea para un sistema de riego inteligente (en línea). IBARRA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. . Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15339/2/04%20MEC%20524%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

Roura, H; Cepeda, H. (1999). Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural en CEPAL (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5557-manual-identificacion-formulacion-evaluacion-proyectos-desarrollo-rural>.

Salaverry, E. 2018. El modelo de producción Inca en la agricultura de la Quebrada de Humahuaca. Elaboración y propuesta de un material educativo interdisciplinario (en línea). 2018. Disponible en https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/76477/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Saltos, D. (2011). EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE UN TERRENO EN LA PARROQUIA SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1595/1/Tesis%20594%20-%20Saltos%20Salazar%20Diego.pdf>.

Solanes, M; Jouravlev, A. 2005. Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/items/43b110ce-83a1-4e4b-bf56-853df742b6ef>.

Sorzano, AH. 2022. Tesis en opción al título académico de Doctor en Ciencias Geográficas (en línea). PhD Thesis. s.l., UNIVERSIDAD DE LA HABANA. . Consultado 29 feb. 2024. Disponible en [https://fototeca.uh.cu/files/original/2139050/Elieser_Marmol_Fundora_\[17-5-23\].pdf](https://fototeca.uh.cu/files/original/2139050/Elieser_Marmol_Fundora_[17-5-23].pdf).

Sosa, B; Larrea, D. (2014). El riego, planificación y tecnificación (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.camaren.org/documents/archivo2.pdf>.

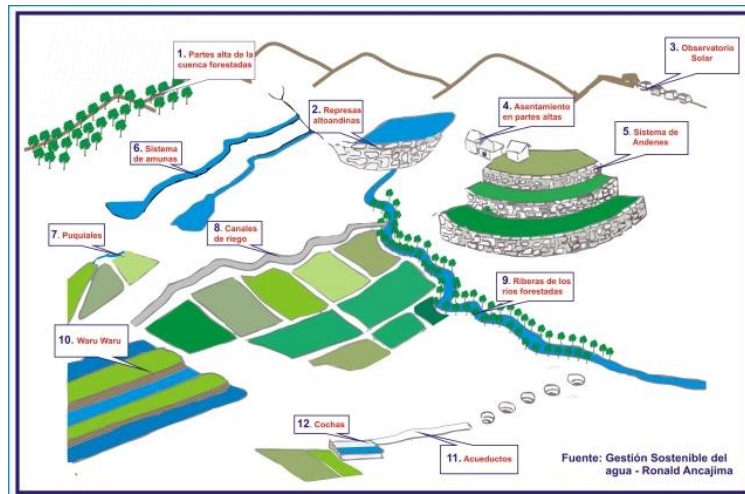
Techevolucion. net. 2019. La fascinante tecnología agrícola de los Incas y su impacto en la civilización (en línea). . Disponible en <https://techevolucion.net/sobre-nosotros/>.

Tobar, AG. 2018. Análisis exploratorio hacia la comprensión de evolución tecnológica del riego en el Ecuador. Revista Economía 70(112):33-51. DOI: <https://doi.org/10.29166/economia.v70i112.2045>.

Zamora, A. 2020. Malditos libertadores: Historia del subdesarrollo latinoamericano. s.l., Siglo XXI de España Editores. 260 p.

Zapatta, A; Gasselin, P. (2005). El riego en el Ecuador: Problemática, debate y políticas (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://cesa.org.ec/wp-content/uploads/2018/07/el_riego_en_el_ecuador.pdf.

6.2 ANEXOS



Fuente: *Gestión Sostenible del agua*



Fuente: *Canal de riego Ñahuinchaca*



Fuente: *Ministerio Agricultura y Alimentación*



Fuente: *Riego.com*