

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



TESIS

**RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS CON LA
ARQUEOASTRONOMÍA DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO
WAQRAPUKARA EN LA PROVINCIA DE ACOMAYO – CUSCO
2023, 2024, 2025**

PRESENTADO POR:

Br. ANDERSON MAMANI PINARES

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE FÍSICO**

ASESOR:

Dr. MILTON ROJAS GAMARRA

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dr. Milton Rojas Gamarra
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: Relación de las Prácticas
Agrícolas con la Arqueoastronomía del Complejo
Arqueológico Wagrakurara en la Provincia de
Acomayo - Cusco 2023, 2024, 2025

Presentado por: Anderson Mamani Pinaros DNI N° 48040304;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Físico

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de*
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 5 de Febrero de 2026

Dr. Milton Rojas Gamarra
Firma

Post firma Dr. Milton Rojas Gamarra

Nro. de DNI 23864143

ORCID del Asesor 0000-0001-6250-8983

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:552891427

Anderso Mamani Pinares

RelacionDeLasPracticasAgricolesConLaArqueoastronomiaDel...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:552891427

Fecha de entrega

4 feb 2026, 11:44 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

4 feb 2026, 12:03 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

RelacionDeLasPracticasAgricolesConLaArqueoastronomiaDelComplejoArquelogicoWaqrapukara.....pdf

Tamaño del archivo

4.1 MB

107 páginas

20.004 palabras

125.337 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

Dedico este trabajo, con todo mi cariño y respeto, a mi madre, Carmen Pinares Cusihuamán, por su amor incondicional, su paciencia y su ejemplo de perseverancia que me acompañaron en cada paso de mi camino académico.

A mis amigos quienes, con su apoyo, palabras de ánimo y compañía, hicieron más llevadero este proceso de estudio y superación personal.

Al Dr. Milton Rojas Gamarra, por su guía, motivación y confianza en mis capacidades que me inspiraron a seguir adelante y culminar este proyecto con éxito.

Anderson Mamani Pinares

Agradecimiento

Agradezco a mi madre, Carmen Pinares Cusihuamán, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, y por haber sido mi fuente de inspiración y fuerza para el desarrollo de esta tesis.

A mis amigos por su compañía, motivación y palabras de aliento que hicieron más llevadero el proceso de investigación y redacción.

Expreso mi profunda gratitud al Dr. Milton Rojas Gamarra por su guía, apoyo académico y motivación constante, que me impulsaron a seguir adelante y culminar este trabajo con éxito.

A E.M.C.H. por su apoyo, confianza y acompañamiento durante todo el proceso académico.

Al Sr. Roberto por ofrecer su colaboración y apoyo en los momentos más importantes de esta investigación.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por brindarme las oportunidades, recursos y el respaldo necesario para llevar a cabo esta investigación de manera profesional y eficiente.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento ya que su apoyo, confianza y acompañamiento fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

Resumen

El estudio examinó la relación entre el diseño arquitectónico de Waqrapukara, los conocimientos astronómicos inkas y las actividades agrícolas de los pobladores de Acomayo. Durante tres años se desarrolló trabajo de campo junto con revisión documental para comprender cómo la orientación del complejo arqueológico se vincula con los ciclos solares que organizaban el calendario agrícola tradicional. La investigación siguió un enfoque cualitativo y aplicado, orientado a interpretar los significados culturales de la observación del sol en solsticios y equinoccios, así como su influencia actual en la planificación agrícola local.

Los resultados muestran alineaciones solares precisas asociadas a labores agrícolas específicas, logradas mediante la integración de formaciones geológicas naturales, llamadas waqras, y estructuras arquitectónicas como puertas, jambas, muros, plazas y templos, en una estrategia comparable a la desarrollada en Machu Picchu. En los equinoccios de marzo y septiembre, la salida del sol se alinea con la puerta principal y el ushnu, orientados a 7° del este hacia el norte, señalando la preparación del terreno, el riego inicial y la siembra temprana de maíz y quinua. En el solsticio de junio, la proyección solar coincide con la triple jamba y el templo de la luna, orientados a 24° del este hacia el norte, vinculados con la cosecha, el almacenamiento en colcas, la conservación de alimentos y la elaboración de chuño. En diciembre, el alineamiento con el templo del viento y un muro curvo orientado a 23° del este hacia el sur se asocia al riego y cuidado agrícola. Evidencia continuidad cultural agrícola.

Palabras clave: Ciclos solares, Solsticios, Equinoccios, Orientación arquitectónica.

Abstract

The study examined the relationship between the architectural design of Waqrapukara, Inka astronomical knowledge, and the agricultural activities of the inhabitants of Acomayo. For three years, fieldwork was conducted alongside a review of existing literature to understand how the orientation of the archaeological complex is linked to the solar cycles that organized the traditional agricultural calendar. The research followed a qualitative and applied approach, focused on interpreting the cultural significance of observing the sun at solstices and equinoxes, as well as its current influence on local agricultural planning.

The results show precise solar alignments associated with specific agricultural tasks, achieved through the integration of natural geological formations, called waqras, and architectural structures such as doorways, jambs, walls, plazas, and temples, in a strategy comparable to that developed at Machu Picchu. At the March and September equinoxes, the sunrise aligns with the main gate and the ushnu (a raised platform), oriented 7° east-north, signaling the preparation of the land, the initial irrigation, and the early planting of maize and quinoa. At the June solstice, the sun's projection coincides with the triple jamb and the Temple of the Moon, oriented 24° east-north, linked to the harvest, storage in colcas (storehouses), food preservation, and the production of chuño (freeze-dried potatoes). In December, the alignment with the Temple of the Wind and a curved wall oriented 23° east-south is associated with irrigation and agricultural care. This demonstrates the continuity of agricultural culture.

Keywords: Solar cycles, Solstices, Equinoxes, Architectural orientation.

Pisiyachisqa

Kay yachayqa, Waqrapukara Ilaqtapa diseño arquitectónico nisqawan, inkakunapa astronómica nisqa yachayninwan, Acomayo Ilaqtapi yachaqkunapa chakra llamkay ruwayninkunawan ima tupanakuytam qawarirqa. Kimsa watapaqmi, chakra llamkayqa ruwakurqa, kunan kaq qillqakunata qawariyan kуска, chaynapi entiendenapaq imaynam chay complejo arqueológico nisqapa orientacionnin intipa ciclos nisqawan tupachisqa kasqanmanta, chaykunam calendario agrícola tradicional nisqataqa organizarqaku. Chay investigacionqa qatiparqa enfoque cualitativo y aplicado nisqatam, chaypim qawarikurqa intipa solsticio nisqapi hinaspa equinoccio nisqapi qawariypa significacionnin cultural nisqamanta, chaynallataqmi kunan pacha planificación agrícola local nisqapipas influencia kasqanmanta.

Chay ruwasqakunam qawarichin alineaciones solares precisas asociadas a tareas agrícolas específicas nisqawan, chaykunam chayakun formaciones geológicas naturales nisqakuna, waqras sutiuyq, chaynallataq estructuras arquitectónicas nisqakuna punkukuna, jamb, pirqakuna, plazakuna, templokuna ima, hukllawasqa kasqanwan, chay estrategia tupachisqa Machu Picchupi ruwasqawan. Marzo killapi, septiembre killapi ima equinoccios nisqapiqa inti llusqsimuyqa hatun punkuwanmi, ushnuwan (huk hoqarisqa plataformawan) tupan, 7° inti llusqsimuy-wichayman qawarisqa, chaymi qawarichin allpa wakichiyta, qallariypi qarpayta, sarawan kinuwawan ñawpaqmantaraq tarpuyta. Junio killapi solsticio nisqapiqa intipa proyeyccionninqa tupanmi kimsa kuti jamb nisqawan hinaspa Killa Yupaychana Wasiwan, 24° inti llusqsimuy-wichayman qawarisqa, cosechawan, colcakanapi waqaychaywan (almacenkunapi), mikhuy waqaychaywan, chuño (papa congeladopí ch'akichisqa) ruwaywan ima tinkisqa. Diciembre killapiqa, Wayra Yupaychana Wasiwan, 23° inti

lluqsimuy-surman orientasqa kurku pirqawan tupachisqa kayninqa, qarpaywan, chakra llamkaywan ima tupachisqa kachkan. Kaymi qawachin chakra llamkay culturapa hinalla kayninta.

Sapaq simikuna: Inti muyuriq, Solsticiokuna, Equinoxokuna, Orientación arquitectónica.

Índice general

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Pisiyachisqa	vi
Índice general	viii
Índice de figuras	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Introducción.....	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación problemática.	1
1.2 Formulación del problema.	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Justificación de la investigación.	3
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.	7
2.1.3 Antecedentes locales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 Arqueoastronomía.....	9
2.2.2 Equinoccio	9
2.2.3 Solsticio.....	10
2.3 Arqueoastronomía y su relación con la agricultura.	11
2.4 Agricultura inka.	13
2.5 Organización y métodos.	13

2.6 Almacenamiento de alimentos (colcas).	15
2.7 Agricultura y relación con las deidades.	17
2.8 Comida y bebida inka.	18
2.9 Actividades agrícolas a base de los fenómenos astronómicos:	20
2.9.1 Cultivo y preparación de terreno (primavera - verano):	20
2.9.2 Siembra (primavera):	20
2.9.3 Cuidado y enriquecimiento del suelo (invierno):	21
2.9.4 Cosecha (otoño):	21
2.9.5 Almacenamiento (otoño - invierno):	21
2.9.6 Planeación para el próximo ciclo (verano):	21
2.10 Waqrapukara.	21
2.11 Ubicación	22
2.12 Ubicación geográfica de Waqrapukara.	22
2.13 Clima y temperatura.	22
2.14 Etimología.	23
2.15 Historia de Waqrapukara.	23
2.16 Complejo arqueoastronómico de Waqrapukara.	24
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	29
3.1 Ámbito de estudio: localización política y geográfica.	29
3.2 Tipo de Investigación.	30
3.3 Nivel y diseño de la investigación.	30
3.4 Unidad de análisis.	31
3.5 Población de estudio.	32
3.6 Operacionalización de variables.	33
3.7 Hipótesis	35
3.7.1 <i>Hipótesis general</i>	35
3.7.2 <i>Hipótesis específicas</i>	35
3.8 Técnica e instrumentos de recolección de datos.	36
3.8.1 Procedimiento e instrumentos de observación astronómica.	37
3.8.2 Prueba de hipótesis.	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39

Análisis e interpretación de la información	39
4.1 Análisis e interpretación de los datos geográficos.....	39
4.1.1 Datos geográficos de la Waqrapukara (Waka).	39
4.1.2 Resultados de los datos geográficos.	39
4.1.3 Comentarios de los datos geográficos.....	40
4.2 Análisis e Interpretación de los datos agrícolas.....	40
4.2.1 Resultados de los datos agrícolas.....	40
4.2.2 Análisis e interpretación de las fechas en cuanto a la agricultura.....	45
4.2.3 Análisis y discusión de resultados en cuanto a las fechas agrícolas.	50
4.3 Análisis e interpretación de las mediciones arqueoastronómicas.....	50
4.3.1 Resultados de las mediciones arqueoastronómicas.....	50
4.3.2 Análisis e interpretación de los datos arqueoastronómicos.	52
4.4 Resultados astronómicos observados en el complejo arqueológico de Waqrapukara.	
58	
4.5 Análisis e interpretación de resultados.	59
4.6 Resultado de las mediciones arqueoastronómicas con una visión panorámica.	62
4.7 Resultado de las puestas del sol.....	64
4.8 Resultados del registro fotográfico y análisis de evidencias arqueológicas en	
Waqrapukara.....	65
4.9 Resultados complementarios sobre las estructuras agrícolas y funcionales en	
Waqrapukara.....	67
CONCLUSIONES.....	69
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS	76

Índice de figuras

Figura 1. Trayectoria solar durante el equinoccio.	10
Figura 2. Trayectoria solar durante el solsticio de verano – invierno.	11
Figura 3. Complejo arqueológico de Moray andenes en forma de gradiente de microclimas.	14
Figura 4. Almacenamiento de productos en los colcas inkas.	16
Figura 5. Colqas inkas de Pinkuylluna Ollantaytambo.	17
Figura 6. “El trabajo de la tierra” – cosecha.	19
Figura 7. Mapa de ubicación del complejo arqueológico Waqrapukara.	22
Figura 8. Muro Inka de triple jamba en Waqrapukara.	25
Figura 9. Imagen de la arquitectura de una columna “una jamba”	27
Figura 10. Mapa satelital de ubicación del centro arqueológico Waqrapukara.	29
Figura 11. Productos agrícolas alrededor de Waqrapukara.	40
Figura 12. Ángulo de elevación.	52
Figura 13. Plano topográfico del complejo arqueológico Waqrapukara.	55
Figura 14. Plano topográfico representación: plaza principal y los cuernos “Waqras”	56
Figura 15. Fenómenos astronómicos en el complejo arqueológico Waqrapukara.	57
Figura 16. Representación con imágenes reales del complejo arqueológico Waqrapukara.	61
Figura 17. Salida del sol del 21 de junio, solsticio.	63
Figura 18. Salida del sol del 21 de diciembre, solsticio.	63
Figura 19. Salida del sol 22 de setiembre, equinoccio.	64
Figura 20. Camino Inka que inicia en el pueblo de Chosecani con dirección al complejo arqueológico de Waqrapukara.	64
Figura 21. Espejos de agua.	65
Figura 22. Colcas Inkas.	65
Figura 23. Andenería agrícola del complejo arqueológico de Waqrapukara.	67
Figura 24. Huchuy Waqra, sitio que alberga varias colcas inkas.	67
Figura 25. Camino inka con dirección al complejo arqueológico de Waqrapukara.	77
Figura 26. Ruta del Camino inka.	77
Figura 27. Vista de la fortaleza de Waqrapukara.	78

Figura 28. Medición de las coordenadas.	78
Figura 29. Observación desde el Google Maps.	79
Figura 30. La luna ubicada en el centro de las dos Waqras.	79
Figura 31. Imagen del complejo arqueológico de Waqrapukara.	80
Figura 32. Observación desde el Google Earth.	80
Figura 33. Laguna por la ruta de Chosecani.	81
Figura 34. Planta de espinas.	81
Figura 35. Encuestas realizadas.	82
Figura 36. Encuestas realizadas.	82
Figura 37. Encuestas realizadas.	83
Figura 38. Encuestas realizadas.	83
Figura 39. Arquitectura de la triple jamba.	84
Figura 40. Arquitectura de espacios rituales.	84
Figura 41. Vista de control de llegada.	85
Figura 42. Arquitectura de una jamba.	85

Índice de Tablas

Tabla 1. Ciclo de cultivo de productos agrícolas en base a los acontecimientos astronómicos.....	20
Tabla 2. Tabla de referencia de fenómenos astronómicos.....	32
Tabla 3. Cuadro de operacionalización de variables.	34
Tabla 4. Cuadro de fechas datadas de los eventos astronómico.....	37
Tabla 5. Coordenadas geográficas de Waqrapukra.	39
Tabla 6. Coordenadas geográficas de Waqrapukra.	39
Tabla 7. Prelación de terreno para el cultivo agrícola.	41
Tabla 8. Siembra del producto agrícola.....	41
Tabla 9. Crecimiento y floración del producto agrícola.....	42
Tabla 10. Cosecha del producto agrícola.....	42
Tabla 11. Almacenamiento del producto agrícola.....	43
Tabla 12. Datos recolectados del maíz.	43
Tabla 13. Datos recolectados de la quinua.	44
Tabla 14. Datos recolectados de lisas.....	44
Tabla 15. Datos recolectados de la oca colorida.....	44
Tabla 16. Datos recolectados de la papa.....	45
Tabla 17. Datos recolectados del año.	45

Introducción

Este trabajo se inició estudiando y tomando como base todos los trabajos, entre libros y artículos, del Doctor Milton Rojas:

- (Rojas Gamarra, Gullberg, Estrázulas, Horvath, & Zen Vasconcellos, Inka's Cosmovision, Space, Time, and Cosmos: A Western perspective, 2021).
- (Rojas Gamarra, Gullberg, Estrázulas, Horvath, & Zen Vasconcellos, Complementary Duality of the Inca's Cosmovision: An astrophysics perspective, 2020).
- (Rojas Gamarra & Zen Vasconcellos, The Constellations and Spacetime concept according to the Inkas, 2019).
- (Rojas Gamarra & Correa, Design of a Program in Matlab environment for Gamma Spectrum Analysis of Geological samples, 2016).
- (Rojas-Gamarra & Stepanova, 2015).

En ellos se explican, ampliamente, la astronomía física y matemática, la cosmovisión, los principios de vida que tuvieron nuestros antepasados inkas, entre otros temas.

Justamente interiorizando estas lecturas podemos afirmar que en el Tawantinsuyu se desarrolló un pensamiento basado en la interacción con la naturaleza y los astros debido a los principios de vida que ellos tuvieron (Rojas-Gamarra M. &., 2015).

Los Inkas, al igual que otras culturas de pueblos originarios americanos, construyeron sus conceptos de espacio tiempo y forma de vida a partir de observaciones sistemáticas de la naturaleza (Rojas Gamarra & Zen Vasconcellos, The Constellations and Spacetime concept

according to the Inkas, 2019). Esta forma de comprender y apropiarse del mundo sirvió para organizar su vida diaria, para hacer sus ceremonias, sus ritos, para organizarse en su agricultura y crear sus mitos y para ello usaron los movimientos aparentes y características físicas del sol, la luna, las estrellas, la vía láctea y demás objetos celestes, e incluso muchos fenómenos que suceden en nuestra atmosfera como son los arcoíris, heladas, etc. (Rojas-Gamarra M. &., 2015).

El “Imperio” incaico en su proceso expansivo inicial abarco la región del Cusco y alrededores destacando construcciones como Machupicchu, Saqsaywaman entre ellos Waqrapukara que es una combinación de centro ceremonial, santuario y observatorio astronómico. La arqueología ha confirmado su función como fortaleza, debido a sus características típicas de un lugar defensivo (Rubina López, Ortega Mallqui, & & Lazo Salcedo, 2022). Pero demostraremos que esta interpretación no es correcta, ya que este complejo arqueológico sirvió como observatorio astronómico con el cual pudieron guiarse en sus actividades agrícolas y así cubrir sus necesidades básicas.

Las ceremonias principales, como el Inti Raymi y el Capac Raymi, que se celebraban en los solsticios de junio y diciembre, y el Coya Raymi en el equinoccio de septiembre, así como las fiestas de inicio de siembra y cosecha de maíz en agosto y abril, estaban determinadas por observaciones solares. Además del Sol, los inkas también veneraban otros astros del firmamento. Así, la Astronomía servía como un instrumento de control social y de guía para la agricultura.

El Inka, los nobles y el pueblo participaban en estas observaciones, ya que la coordinación de los rituales promovía la unidad social y centralizaba el poder y la autoridad. Esto se convertía en una forma de legitimación del Inka, al asociarlo con el Sol, su antepasado

y protector, dado que solo a través de su intercesión se mantenía la sincronización de los movimientos celestiales y de las estaciones. (Ortiz Garcia, 2012)

El interés por investigar el conocimiento astronómico en la cultura inka, al observar de manera recurrente elementos culturales vinculados a la astronomía en el contexto de los restos del centro Arqueológico de la waka de Waqrapukara, nos llevó a identificar vestigios arqueoastronómicos, así como un cementerio inka y andenes que pensamos que eran utilizados como laboratorios agrícolas, ya que tienen, además, sistemas de irrigación adaptados a las variaciones climáticas de la región.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática.

Nuestros antepasados orientaban sus vidas a través de ceremonias dedicadas a diversas deidades, siendo Inti, la Quilla y Pachacamac algunas de las más veneradas. Además, las variaciones geográficas, como montañas, lagos y ríos, junto con la práctica de momificar y embalsamar a sus ancestros para preservarlos, también desempeñaban un papel importante en su guía y devoción.

Los inkas dedicaban su principal devoción al sol, empleando efectos de luz y sombra en sus edificaciones para observar fenómenos astronómicos como los equinoccios y solsticios. Sin embargo, la luna que en runasimi es conocida como Quilla también tuvo un papel significativo, esta estaba vinculada con la noción de mes y simbolizaba aspectos femeninos. Su ciclo de fases no solo facilitaba la organización de actividades anuales, sino que también ayudaba a observar eventos cruciales como los eclipses.

Los inkas adquirieron conocimientos astronómicos y de paisaje relacionados con la observación de la Luna y el Sol, especialmente en los equinoccios. También es esencial señalar las interacciones de reciprocidad entre las personas, su entorno (waka) y los cuerpos celestes, las cuales eran cruciales para la organización política y administrativa del Tawantinsuyu. (Moyano., 2018, págs. 58-83).

La arqueoastronomía puede aportar conocimientos valiosos sobre cómo las civilizaciones antiguas vinculaban sus prácticas agrícolas con los ciclos naturales. Sin embargo, hay una notable escasez de estudios profundos en esta área. Esta situación es preocupante, ya que entender cómo estas culturas utilizaban la astronomía para guiar sus

labores agrícolas podría ofrecer información clave para mejorar la agricultura actual de la región.

A pesar de que hoy se utilizan tecnologías modernas en este sector, la falta de un enfoque que integre el conocimiento ancestral sobre los fenómenos celestes y su impacto en la producción agrícola, puede obstaculizar la sostenibilidad y la adaptación a los cambios climáticos.

Por ello, resulta esencial desarrollar investigaciones que articulen la arqueoastronomía con las prácticas agrícolas contemporáneas, tomando como referente el complejo arqueológico de Waqrapukara, con el propósito de optimizar los métodos de cultivo, promover la sostenibilidad y preservar la valiosa herencia cultural y científica de nuestros antepasados.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál es la relación entre las prácticas agrícolas de los pobladores del lugar y la arqueoastronomía del complejo arqueológico Waqrapukara, ubicado en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025?

1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿Qué evidencias arqueoastronómicas existen en el complejo arqueológico Waqrapukara, en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025?

Este estudio se centrará en identificar y examinar las evidencias tangibles que vinculan alineaciones, estructuras arqueológicas y orientaciones solares con la ocurrencia de los solsticios y equinoccios.

2. ¿De qué manera tienen relación las prácticas agrícolas con las épocas de las alineaciones posibles que se puedan encontrar en el complejo arqueológico Waqrapukara, en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025?

Este análisis examinará de qué manera las observaciones astronómicas, como los solsticios, equinoccios y las fases lunares, servían para la siembra, la cosecha y otras actividades agrícolas importantes.

1.3 Justificación de la investigación.

Esta investigación se realiza porque, a pesar que ya existen otras investigaciones sobre este tema, no se han encontrado unas con las dos variables utilizadas en este estudio (X: Observación de los fenómenos astronómicos (solsticios y equinoccios) y Y: Prácticas agrícolas tradicionales) acerca del complejo arqueológico de Waqrapukara. Así, este estudio llenará un vacío en el conocimiento del tema.

De las distintas fuentes revisadas, se sabe cómo la observación del cielo era fundamental en la vida diaria de las comunidades andinas, lo cual, en esta investigación, explicaremos vinculándolas a las alineaciones solares: equinoccios y solsticios.

Veremos que estas culturas precolombinas que habitaron Waqrapukara integraban su conocimiento del cosmos en diversas facetas, especialmente en la agricultura. Observaban

los ciclos del sol y la luna, lo que les permitía crear calendarios agrícolas precisos. Este entendimiento de los fenómenos astronómicos era esencial para determinar los momentos óptimos para sembrar, aporcar y cosechar, garantizando así el éxito de sus cultivos.

Asimismo, veremos también que las estructuras arquitectónicas del sitio están alineadas con eventos astronómicos significativos, lo que indica un conocimiento avanzado en la astronomía de posición. Estos alineamientos no solo representan una conexión simbólica con el cosmos, sino que también actuaban como una guía práctica para las labores agrícolas.

Además, las prácticas agrícolas estaban profundamente ligadas a rituales que conmemoraban fenómenos celestes. Estas ceremonias no solo reforzaban la cohesión social, sino que también fomentaban un sentido de identidad colectiva, enfatizando la conexión espiritual que las comunidades andinas tenían con la naturaleza.

En síntesis, desde un punto de vista teórico, la relación entre la agricultura y la arqueoastronomía en Waqrapukara revela que el conocimiento del cosmos no solo guiaba las decisiones prácticas sobre la producción de alimentos, sino que también formaba una parte integral de la cosmovisión y la vida comunitaria de sus habitantes. Este entendimiento resalta la riqueza cultural de la región y la necesidad de preservar este legado para las generaciones futuras.

1.4 Objetivos de la investigación.

1.4.1 Objetivo general.

El objetivo general de este trabajo es examinar la relación existente entre el diseño del complejo arqueológico Waqrapukara y los saberes astronómicos que contiene, con las actividades agrícolas en la región de Acomayo.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Investigar las alineaciones arqueoastronómicas en el complejo Waqrapukara, que representan a los solsticios y equinoccios.
2. Averiguar la influencia del conocimiento astronómico del complejo arqueológico de Waqrapukara en la organización del calendario agrícola en la región de Acomayo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Leibowicz et al, en su artículo (Leibowicz, Moyano, Ferrari, Acuto, & Jacob, 2017). Cuyo objetivo principal fue demostrar y localizar estudios astronómicos y escénicos de cuatro sitios Inkas ubicados en el área de Nevados de Cachi, Valle Calchaquí Norte, Provincia de Salta, Argentina. La muestra de selección que consideraron fue la presencia de algunas características de gran relevancia en la arquitectura Inka, tales como plataformas ushnu, gnómones (instrumento que servía para determinar el acimut y altura del Sol) y un petroglifo especialmente atractivo situado en un santuario de alta altitud. Los resultados indican la localización y el orden espacial de ciertos asentamientos Inkas. Llego a concluir que ciertas estructuras que estuvieron ubicados dentro de ellos, ya estaban diseñados y ubicados correctamente en función a patrones de percepción astronómica enfocados en solsticios, equinoccios y paradas lunares.

Ortiz Garcia, ha llevado a cabo una investigación científica orientada al estudio sobre un acercamiento arqueoastronómico en los pueblos andinos y la importancia de la observación solar en la sociedad incaicas (Ortiz Garcia, 2012). En los resultados, hemos podido observar que los Inkas habían logrado alcanzar un cierto nivel conocimiento, entendimiento y apreciación de los astros. De tal manera, para este análisis resulta, por ende, esencial extender ciertas comparaciones de las crónicas disponibles y cuestiones que se deben abordar.

Moyano y Guillermina, han señalado datos muy importantes sobre un sistema de las líneas sagradas y caminos de los Inkas en relación con la organización del espacio y la

cosmología andina (Moyano Vasconcellos, Moralejo., & Guillermina Couso., 2020). En los resultados se aprecia conceptos del ceques recopilando datos históricos y culturales relacionados con el área de Cusco, que ofrecen un contexto para entender el ceque. De esta forma, para este análisis que mencionan como las estructuras de poder y la organización de la sociedad inka se ven reflejados con el ceque y los espacios sagrados.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Rubina López et al. Señalaron huellas arqueoastronómicas que mostraron el conocimiento que obtuvieron los Inkas de la cultura Yaruwilca (Rubina López, Ortega Mallqui, & Lazo Salcedo, 2022). De tal forma los resultados obtenidos de esta investigación de campo mencionan que existieron huellas arqueoastronómicas (muchkas, espejos de agua, Inti watana, Inti punkus y observatorios astronómicos). De este modo, para este estudio resulta, por ende, muy fundamental con base en pruebas fácticas, que incluyen huellas arqueoastronómicas, afirmando que los Inkas de la cultura Yaruwilca desempeñaron y desarrollaron un conocimiento amplio en la arqueoastronomía, este conocimiento lo utilizaban como orientación y calendario en el tiempo para realizar sus diversas actividades agrícolas.

Ghezzi y Ruggles, mencionan en su investigación arqueoastronómica de las trece torres de Chankillo, afirmando un conjunto de estructuras ordenadas que tenían la forma horizontal “dentada”, el cual tiene una alineación casi perfecta a la trayectoria anual de la salida y puesta del sol (Ghezzi & Ruggles, 2006). Por lo tanto, esto demuestra que las sociedades que edificaron estas torres realizaban observaciones solares avanzadas y le

realizaban un culto solar sofisticado. Así, para este análisis resulta, por consiguiente, esencial extender ciertos conocimientos de la arqueoastronomía y del culto que le rendían al sol.

Asmat Vásquez, referencio en su investigación que el Templo de Queneto, tenía una conexión a la observación del sol, y probablemente también de las estrellas y la luna (Asmat Vásquez, 2019). No obstante, se determinó que el Templo de Queneto describía un espacio público que estaba destinado a llevar a cabo ceremonias y rituales, donde se eleva la Huanca mayor (lugar de veneración al Inti), por otro lado, existía un lugar en la plazoleta que era totalmente exclusivo para el culto y la observación del sol durante el equinoccio y solsticio. De ahí que el templo de Queneto, contaba con dos espacios que cumplían funciones básicas en la arqueoastronomía.

2.1.3 Antecedentes locales.

Cornejo Guerrero, afirma la interpretación de seguir un patrón de establecimiento del Tawantinsuyu, y conocer no solo el Cusco, sino, toda la red inka y sus intereses y estrategias de dirección a las poblaciones conquistadas (Cornejo Guerrero, 2013). Por lo tanto, se menciona una visión directa del Tawantinsuyu y de sus cuatro lugares importantes, Waqrapukara es uno de los lugares mencionados como un santuario en Acos, Cusco que esta es de apoyo para el entendimiento de la arquitectura y la religión. De este modo pronuncia, afirma y refuerza que el Tawantinsuyu tenía un estado inka para gestionar a cada provincia que llegaba.

Halire Ccahuana, en su libro menciona que el sitio arqueológico de Waqrapukra es un lugar sagrado ceremonial de veneración a las deidades de los inkas, así como también era para realizar rituales y observaciones astronómicas (Halire Ccahuana, 2017). En efecto se

menciona que hay espacios que presentan nichos de triple jamba, doble y simples lo cual estos representan el solsticio y equinoccio con el ingreso de los rayos solares inclinándose hacia el templo del sol y la luna.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Arqueoastronomía*

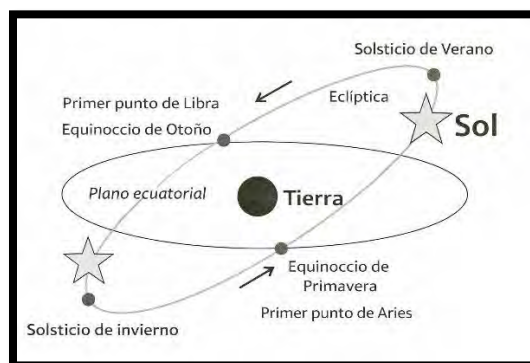
La arqueoastronomía estudia las alineaciones astronómicas de los complejos arqueológicos. Junto con la etnoastronomía, investiga las tradiciones de una comunidad y cómo interpretan el cielo. Su objetivo es comprender la conexión entre los astros y el impacto que estos cuerpos celestes tienen sobre las creencias y las actividades diarias de las personas (Bonilla Romero, Godoy Morales, & Sarmiento Sarmiento, 2019).

2.2.2 *Equinoccio*

El término "equinoccio" proviene del latín *aequinoctium*, que significa "noche igual", ya que, durante los equinoccios, el día y la noche tienen aproximadamente la misma duración en todo el planeta, excepto en los polos. Los equinoccios suceden dos veces al año, cuando el Sol cruza el plano del ecuador celeste. Equinoccio de primavera: Cerca del 21 de marzo, cuando el Sol pasa del hemisferio sur al norte. En este momento, su declinación (posición respecto al ecuador celeste) cambia de negativa a positiva. Equinoccio de otoño: Cerca del 23 de septiembre, cuando el Sol cruza nuevamente el ecuador celeste, pero en dirección contraria (de norte a sur). En este caso, su declinación pasa de positiva a negativa.

Figura 1

Trayectoria solar durante el equinoccio.



Nota: Representación de la posición del sol durante los equinoccios y solsticios. Fuente: (R. Ipiéns, 2011).

En la figura se muestra la trayectoria del Sol a lo largo del año (llamada eclíptica) y cómo esta cruza el ecuador celeste en los puntos de los equinoccios (primer punto de Aries y primer punto de Libra). También se indican las posiciones relativas del Sol en los solsticios, cuando ocurre la mayor diferencia entre la duración del día y la noche.

En resumen, los equinoccios marcan momentos clave en el movimiento anual del Sol, señalando el inicio de la primavera y el otoño en los hemisferios. (R. Ipiéns, 2011).

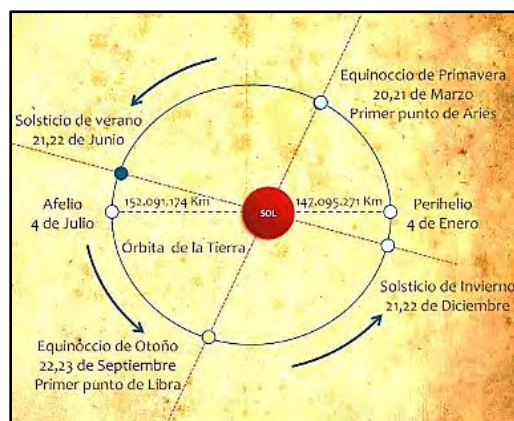
2.2.3 Solsticio

El término "solsticio" proviene del latín solstitium, que combina las palabras "sol" y "statum" (estático), haciendo referencia a los momentos en los que parece que el sol se detiene en su movimiento aparente. Los solsticios ocurren cuando el Sol alcanza su máxima declinación al norte o al sur con respecto al ecuador terrestre: $+23^{\circ}27'$ hacia el norte o $-23^{\circ}27'$ hacia el sur es un fenómeno astronómico que ocurre debido a la inclinación del eje de rotación

de la Tierra. Durante el solsticio de verano, el hemisferio que se inclina hacia el Sol (norte o sur, según la época) recibe más luz y calor, marcando el día más largo del año en ese hemisferio. En el solsticio de invierno ocurre lo contrario: el Sol está en su posición más baja, lo que genera el día más corto y menos luz. (R. Ipiéns, 2011)

Figura 2

Trayectoria solar durante el solsticio de verano – invierno.



Nota: Representación de la posición del sol durante el solsticio. Fuente: (R. Ipiéns, 2011).

2.3 Arqueoastronomía y su relación con la agricultura.

La cultura inka, ubicada en el territorio de Perú, otorgó un valor significativo a la astronomía. Se distingue por haber sido la única cultura que identificó y definió constelaciones tanto de luz como de oscuridad. No se limitaron a reconocer estrellas o constelaciones, sino que les otorgaron un propósito, pues consideraban que todo en el universo estaba interconectado. Para ellos, el cielo nocturno tenía un significado mágico, y su observación siempre dejó sorprendido a la humanidad, que busca darle sentido a lo que parecía permanecer inmutable como las estrellas.

La astronomía era uno de los campos más destacados entre los Inkas, y su conocimiento era avanzado. Lograron identificar las constelaciones, estrellas, y medir el tiempo, además de reconocer los cambios estacionales. Machu Picchu, Pisac y Ollantaytambo son algunas de sus ciudades más emblemáticas, fue diseñada de manera que su arquitectura estuviera alineada con el sol. De igual forma, en Cusco, las calles y edificios se construyeron imitando las constelaciones, reflejando la importancia de la astronomía en su planificación urbana y cultural. (Rojas Gamarra & Huaman, Matemática Física y Astronomía Inka, 2015).

Los inkas florecieron en las montañas de América del Sur desde los siglos XII al XV la adoración era muy importante para ellos y tenían una religión complicada, estrechamente vinculada con la astronomía. Los inkas adoraban a varios Dioses entre ellos Inti (sol), Viracocha (el creador) y también adoraban a las Huacas, espíritus que se creían que habitaban cualquier fenómeno habitable, incluyendo grandes rocas, árboles y arroyos (Halire Ccahuana, 2017).

La astronomía fue muy importante para la civilización Inka, en parte debido a la importancia de la agricultura, la astronomía se utilizó con fines agrícolas en Cusco por ejemplo se encuentra en un plano radial imitando el cielo y señalando eventos astronómicos específicos en el horizonte. De manera similar a los antiguos egipcios esta era una cultura basada en el horizonte, construyeron pilares cuidadosamente colocados en montañas y colinas con vistas a Cusco por lo que cuando salía el sol y se ponía entre estos pilares direccionales, sabían que tenían que realizar sus plantaciones de cultivo cuando el sol se encontraba a una cierta elevación, especialmente cuando está a un punto de referencia específica (Rojas Gamarra & Huaman, Matemática Física y Astronomía Inka, 2015).

2.4 Agricultura inka.

Los inkas controlaban un vasto imperio que abarcaba cuatro zonas climáticas, por lo que su producción agrícola era muy diversa. Los habitantes de los antiguos Andes eran principalmente vegetarianos, aunque ocasionalmente complementaban su dieta con carne de alpaca, llamas, cuyes (conejiños de indias), venados y otros animales silvestres (cuando estaban disponibles). El estado inka desarrolló un enorme sistema agrícola, requisando cultivos de los pueblos conquistados y realizando las tareas del ayni regularmente para los cultivos del país. Los inkas también desarrollaron grandes redes de almacenamiento que les permitieron prepararse para sequías o desastres, y los gobernantes a menudo repartían alimentos para ganarse el apoyo de su pueblo (Cartwright, 2015).

2.5 Organización y métodos.

Los inkas a menor escala, cada familia cultivaba su propio producto (alimento). Estas familias formaban parte de un grupo más grande de parientes (antepasado) o ayllu, que compartían tierras de cultivo de manera colectiva. Idealmente, cada ayllu contaba con al menos un terreno en las tierras altas y otro en las zonas bajas más cálidas, lo que les permitía cultivar una mayor variedad de productos (alimentos). Por ejemplo, las tierras altas eran adecuadas para criar ganado y producir maíz y papa, mientras que la coca solo crecía en altitudes más bajas. Las parejas recién casadas tenían derecho a recibir un terreno de su ayllu, que eran destinadas al cultivo de maíz el terreno media un promedio alrededor de $6000m^2$, estos eran conocidos como tupu, con el fin de que las familias pudieran mantenerse de forma independiente. Además, cuando los casados tenían un primer hijo se les otorgaba otro medio

tupu. Si el propietario de un terreno moría sin dejar herederos (hijos), su tierra regresaba al ayllu para ser redistribuida.

Figura 3

Complejo arqueológico de Moray: andenes en forma de gradiente de microclimas.



Nota: Representación de los andenes concéntricos que habrían funcionado como centro de investigación agrícola inka. Fuente: (República, 2017).

La tierra se labraba con herramientas sencillas como el azadón, el rastrillo y el arado de pie, conocido como chakitacla. Este arado consistía en un palo afilado de madera o bronce que se introducía en el suelo mediante fuerza de presión superficial con el pie desde una barra horizontal. Las hojas de los azadones se fabricaban tradicionalmente con piedras muy afiladas. La agricultura era un deber colectivo, y los campesinos trabajaban en grupos pequeños aproximadamente de siete u ocho personas, el arado de las tierras lo realizaban a menudo cantando mientras los hombres usaban el azadón y las mujeres se encargaban del rastrillo o de sembrar las semillas. Al mismo tiempo, los niños y jóvenes se encargaban de cuidar los rebaños de camélidos de la familia.

En todo el imperio inka se cultivaban productos como maíz, coca, frijoles, granos, papa, camote, yuca, oca, pimiento, palta, nueces, calabaza, pepino, quinua, algodón, tarwi, algarrobo, chirimoya, y otros productos. En cuanto al ganado, predominaban los rebaños de llamas y alpacas. Estos animales eran fundamentales para diversos aspectos de la vida andina, ya que proporcionaban lana, carne, cuero y transporte, especialmente para el ejército y a su vez estos eran sacrificados en rituales religiosos. Algunos de los rebaños más grandes del estado podían contar con decenas de miles de animales, y todos los rebaños eran cuidadosamente contabilizados en un padrón estatal realizado cada fecha cercana al solsticio de diciembre.

Los inkas eran agricultores muy ingeniosos, y para optimizar la producción agrícola, modificaron el paisaje con terrazas, canales y sistemas de riego. También drenaban frecuentemente los humedales para adaptarlos al cultivo. Además, tenían un gran conocimiento sobre la importancia de rotar los cultivos, fertilizaban la tierra con estiércol seco de llama (guano). Sin embargo, el clima andino, a menudo impredecible, podía traer inundaciones, sequías, tormentas y enfermedades, esto causaba que las cosechas anuales a veces se perdieran. Ante esta situación, la capacidad inka prevenía estos fenómenos y anticipaba realizando almacenamiento de productos y ofrecía una solución efectiva (Cartwright, 2015), (Rojas Gamarra & Huaman, Matemática Física y Astronomía Inka, 2015).

2.6 Almacenamiento de alimentos (colcas).

Los alimentos y otros productos eran almacenados en decenas de miles de almacenes (colca) distribuidos por todo el imperio, generalmente organizados en filas cerca de los

centros de población, grandes fincas y a lo largo de las rutas del camino inka. Los curacas del estado llevaban un control meticuloso de los inventarios utilizando el quipu, un dispositivo hecho de hilos y nudos para registrar información. Las colcas eran construcciones de piedra, sin divisiones internas, que podían tener forma circular o rectangular y estaban contruidos con una sorprendente uniformidad. Ubicados en las laderas para aprovechar el clima frígido (viento), estos almacenes estaban diseñados para prolongar el tiempo de conservación de los productos perecederos que albergaban. Contaban con canales de drenaje, pisos de gravilla y sistemas de ventilación tanto en el suelo como en el techo, con el fin de mantener el interior lo más frígido y seco posible, lo que permitía almacenar productos comunes por hasta dos años y alimentos liofilizados (secados y congelados) hasta por cuatro años. Los arqueólogos han identificado que el maíz, las papas y la quinoa eran los alimentos más frecuentemente almacenados en las colcas. El maíz y la coca de estos depósitos a menudo se distribuían entre la población, ya sea para ganar la simpatía y confianza del pueblo o en situaciones de pérdida de cosechas (Cartwright, 2015).

Figura 4

Almacenamiento de productos en las colcas inkas.



Nota: Ilustración tomada del manuscrito “El primer nueva corónica y buen gobierno”

Fuente: (Guamán Poma de Ayala, 1615).

Figura 5

Colcas inkas de Pinkuylluna Ollantaytambo.



Nota: Representación de los almacenes incaicos ubicados en las laderas de Ollantaytambo, utilizados para la conservación de productos agrícolas. Fuente: (Moltalvo peña, 2014).

2.7 Agricultura y relación con las deidades.

Los rituales, cantos y sacrificios eran parte importante de la vida agrícola inka. Durante estos rituales de sacrificio que se realizaban llamada ‘Qapaqgocha’, ellos ofrecían llamas como sacrificios y derramaban chicha, una bebida fermentada de maíz, sobre la tierra o cerca de los ríos y manantiales para agradar a sus Dioses y pedirles protección o buenos favores de la naturaleza, como lluvias o buenas cosechas. Todo esto lo realizaban con el único fin de evitar las catástrofes naturales, así como también honrar la muerte de un gobernante inka. Hoy, existen momias como prueba de estas prácticas.

En la capital inka, Cusco, había numerosos campos sagrados. Las cosechas que se producían en estos campos se utilizaban como ofrendas en los templos, y una plantación en particular estaba reservada para la siembra ceremonial del primer maíz del año. En agosto,

durante una ceremonia especial, el rey inka araba por primera vez la tierra del año con un arado de oro puro. El templo sagrado de Coricancha, dedicado a Inti, el dios solar inka, incluso tenía un campo de maíz a escala real, hecho exclusivamente de oro y plata, decorado con figuras de animales e insectos hechos de metales preciosos. Cuando los inkas conquistaban nuevos territorios, distribuían la tierra de manera desigual: una parte era para la religión estatal, otra para el rey, y la tercera para los habitantes locales. Además, debido a que las contribuciones se cobraban frecuentemente en forma de trabajo (mit'a), los campesinos eran desplazados para trabajar las tierras de los gobernantes o participar en proyectos estatales, como la construcción de caminos y edificios. En general, el estado no interfería con las cosechas de los campesinos en sus tierras propias, y se les permitía cultivar pequeñas parcelas adyacentes a los cultivos del Estado mientras trabajan en sus propias tierras (Cartwright, 2015).

2.8 Comida y bebida inka.

Los inkas comían dos comidas principales al día, una por la mañana y otra por la tarde. En la hora de merienda todos se sentaban en el suelo para consumir sus alimentos ya que no utilizaban mesa. Para la persona promedio (el pueblo), la dieta inka era principalmente vegetariana, ya que la carne de camellos, patos, conejillos de indias y animales de caza como el venado y la vizcacha eran muy apreciados y reservados para ocasiones especiales. El alimento más común fue la carne liofilizada (ch'arki), que era un alimento popular entre los viajeros. El alimento muy común era hecho de quinua (hak'u) y cerca de la costa el alimento que se consumía era el pescado que normalmente lo preparaban en guiso. Los pescadores inkas utilizaban pequeñas embarcaciones de totora para pescar sardinas, atunes, salmones,

lubinas y crustáceos. En cuanto a las frutas silvestres que cosechaban eran cerezas, chirimoyas, bayas de saúco, tunas, piñas y un tipo de plátano.

La preparación de comida se hacía en hornos de piedra o barro sobre un fuego de leña o estiércol de las llamas, por lo que la mayoría de los platos se hervían o asaban. El maíz se prepara en tostado (hank'a). La papa era el alimento básico fundamental lo cual se secan o liofilizan para convertir en chuño y así ser almacenado en las colcas. También son importantes los granos de quinua y cañigua, así como tubérculos como la oca, la mashua (añu) y la maca. Se puede obtener un sabor adicional agregando hierbas y especias, especialmente chiles. La bebida más popular era la chicha, una bebida fermentada y ligeramente alcohólica que las mujeres preparaban masticando maíz u otras plantas y dejando fermentar la pulpa durante varios días. (Cartwright, 2015).

Figura 6

“El trabajo de la tierra” – cosecha.



Nota: Ilustración tomada del manuscrito “El primer nueva corónica y buen gobierno”

Fuente: (Guamán Poma de Ayala, 1615).

Tabla 1

Ciclo de cultivo de productos agrícolas en base a los acontecimientos astronómicos.

Acontecimientos astronómicos	Equinoccio de primavera	Solsticio de invierno	Equinoccio de otoño	Solsticio de verano
Fechas	20-21 de marzo	21-22 de junio	22-23 de septiembre	20-21 de diciembre
Productos				
Maíz	-Arado y preparación de la tierra. - Siembra temprana en climas cálidos.	Vigilancia de cultivos en crecimiento.	- Cosecha de maíz maduro. - Secado y almacenamiento.	- Preparación del siguiente ciclo agrícola.
Quinoa	- Inicio de la siembra en áreas frías.	- cuidado de cultivos.	- Cosecha y limpieza de semillas.	- Selección de semillas y preparación del suelo.
Kañiwa	- Preparación del suelo y siembra.	- Cuidado y fertilización.	- Cosecha de semillas y secado.	- Planificación y preparación para el próximo ciclo.
Amaranto (kiwicha)	- Preparación del terreno y siembra inicial.	- Vigilancia y aporte de abono a las plantas jóvenes.	- Cosecha y secado de granos.	- Planificación del ciclo y reparación de herramientas para el arado de terreno.
Papa	- Siembra en zonas templadas.	- Cuidado de cultivos sembrados.	- Cosecha y selección de tubérculos.	- Planificación y cuidado del suelo.
Oca	- Preparación de la tierra para siembra.	- Vigilancia del crecimiento de las plantas.	- Cosecha y conservación en áreas frescas (riego).	- Planificación para la próxima siembra.
Añu	- Preparación de la tierra para siembra.	- Vigilancia del crecimiento de las plantas.	- Cosecha y conservación en áreas frescas (riego).	- Planificación para la próxima siembra.
Lisas (ulluco)	- Arado y siembra preliminar.	- Cuidado y fertilización(abonar).	- Cosecha y selección para almacenamiento.	- Selección de semillas y preparación (almacenamiento – cultivo).

Nota: Interpretación de las prácticas agrícolas tradicionales vinculadas a los solsticios y equinoccios. Elaboración propia.

2.9 Actividades agrícolas a base de los fenómenos astronómicos:

2.9.1 Cultivo y preparación de terreno (primavera - verano):

- ✓ Inicio de limpieza del terreno, arado y aplicación de abonos orgánicos como guanos.

2.9.2 Siembra (primavera):

- ✓ Se inicia durante las épocas más templadas, según el requerimiento de cada cultivo.

2.9.3 Cuidado y enriquecimiento del suelo (invierno):

- ✓ Cuidado y seguimiento del crecimiento de los cultivos, se realizan cuidados de plagas y fertilizaciones (abonar con guano natural).

2.9.4 Cosecha (otoño):

- ✓ Selección de productos maduros, seguida de procesos de secado o curado, según corresponda.

2.9.5 Almacenamiento (otoño - invierno):

- ✓ Almacenamiento adecuado para preservar la calidad de los productos cosechados en los Qollqas Inkas.

2.9.6 Planeación para el próximo ciclo (verano):

- ✓ Elección de semillas y reparación de terreno y herramientas agrícolas para el arado.

2.10 Waqrapukara.

El complejo arqueológico de Waqrapukara presenta edificaciones tanto preincaicas como incaicas, pertenecientes a la etnia Qanchi. Esta etnia se originó durante el periodo de los Paqarimuq Runas, alrededor del 3000 a. C. Con el tiempo, al consolidarse como Estado Regional Qanchi, su dominio se extendió hasta los actuales territorios de la provincia de Canchis y parte de Quispicanchis (Halire Ccahuana, 2017).

2.11 Ubicación

Waqrapukara está ubicada a 4 140 m. s. n. m. latitud: -14,071, Altitud: -71,745

, a orillas del cañón del río Apurímac, en el distrito de Pomacanchi, Provincia de Acomayo, Región Cusco - Perú. En la parte superior, al pie de los dos torreones naturales, encontramos una pequeña ciudadela (Halire Ccahuana, 2017).

2.12 Ubicación geográfica de Waqrapukara.

Figura 7

Mapa de ubicación del complejo arqueológico Waqrapukara.



Nota: ubicación geográfica (Perú, 2024).

2.13 Clima y temperatura.

- Templado y calido.

Clima: frío-seco (mayo-octubre) y lluvioso (noviembre-abril).

- Viento: constantes

- Temperatura: 19° en el día y 6° en las noches.

2.14 Etimología.

La traducción oficial al español es "fortaleza en forma de cuerno", debido a la forma de estructura de sus torreones.

2.15 Historia de Waqrapukara.

Según el Lic. Alejandrino Halire Ccahuana Waqrapukara fue un complejo arqueológico con edificaciones de origen pre-Inkaico e Inka, perteneciente a la etnia Qanchi. Esta etnia se formó durante el periodo de los Paqarimuq Runas, aproximadamente en el año 3000 a. C. Con el tiempo, al consolidarse como Estado Regional Qanchi, su territorio se extendió hasta lo que hoy corresponde a la provincia de Canchis y parte de Quispicanchis.

Dentro del santuario de Waqrapukara se observa una portada orientada hacia el rumbo del noreste, ubicada al borde de un precipicio, la cual se considera que pudo haber sido el Inti punku o Portada del sol.

Por otra parte, afirma que durante el solsticio de invierno, los rayos del sol atraviesan esta entrada, cruzan la plaza principal y se dirigen directamente hacia el santuario dedicado al tayta Inti y a la mama Quilla, Junto a este santuario se encuentra otra portada que conduce a una vía orientada hacia el precipicio del noreste.

Menciona también que esa calle se encuentra el santuario del Dios Teqsi Pachacamaq Wiraqocha, deidad principal de los Qanchis. Esta afirmación se sustenta en que dicha etnia rendía culto a este Dios, al igual que en Raqchi, dentro de la provincia de Sicuani territorio

también perteneciente a los Qanchis, y en los antiguos asentamientos preincaicos de Pachacamac y Caral, donde existían santuarios similares.

En el santuario del tayta Inti y la mama Quilla de Waqrapukara, se realizaban sacrificios de auquénidos, práctica tradicional de los inkas (Halire Ccahuana, 2017).

Posteriormente, Túpac Yupanqui completó la construcción de Waqrapukara, manteniendo su función religiosa y administrativa, con la incorporación de templos, andenes y viviendas. (Collado Morante & Romero Hinojosa, 2021).

2.16 Complejo arqueoastronómico de Waqrapukara.

Los estudios astronómicos y arqueoastronómicos han permitido visualizar que Waqrapukara, por su ubicación, orientación y características estructurales, posee una fuerte relación con los fenómenos astronómicos. Gracias a estos aportes, se sostiene que el sitio representaba una combinación de santuario, templo y observatorio astronómico, donde se unía el culto religioso y la observación del Tayta Inti, Mama Quilla y las estrellas. Su disposición y rasgos arquitectónicos difieren notablemente de los de una fortaleza militar, lo que refuerza la idea de su carácter ceremonial.

De estas investigaciones arqueoastronómicas, complementados con la evidencia arqueológica y los aportes de la antropología, permiten afirmar que la ubicación de Waqrapukara y el diseño de sus estructuras particularmente aquellas con dos o tres columnas (jambas) responden a una planificación simbólica vinculada al culto de los fenómenos naturales y los elementos de la pacha mama. Investigaciones en otros sitios, como Shical, muestran patrones similares en la orientación y disposición de sus construcciones, lo que refuerza la idea de una organización espacial con fines rituales y astronómicos. De igual

modo, los análisis sobre los Ushnus y la organización espacial astronómica en la sierra central del Chinchaysuyu evidencian cómo los inkas concebían la arquitectura sagrada en estrecha relación con los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas. Asimismo, los estudios del Dr. Milton Rojas Gamarra sobre la matemática inka revelan que estas estructuras no solo tenían valor simbólico y ceremonial, sino que también reflejaban una comprensión matemática y astronómica avanzada. Por ello, se puede sostener que Waqrapukara fue un santuario de gran importancia espiritual, un espacio sagrado donde los inkas rendían culto a sus principales dioses el Tayta Inti, la Mama Quilla y las constelaciones, estableciendo una profunda conexión entre el cielo y la tierra (Rojas Gamarra & Huaman, Matemática Física y Astronomía Inka, 2015)

Figura 8

Muro inka de triple jamba en Waqrapukara.



Nota: Registro fotográfico propio, tomado durante el trabajo de campo (2025). Elaboración propia.

En las diferentes investigaciones y publicaciones de libros y artículos del Dr. Milton Rojas Gamarra y Emilio Human. Asumen, que la arquitectura del complejo arqueológico de

Waqrapukara revela una estrecha relación con los fenómenos astronómicos, evidenciada en la disposición intencionada de sus compartimientos y estructuras. Uno de los elementos más destacados se encuentra en la parte norte del altiplano, conformado por tres jambas, cuya alineación coincide con el orto solar del solsticio de invierno, el 21 de junio. Esta fecha marca el inicio del calendario ritual andino y está profundamente vinculada con el Inti Raymi, la ceremonia más importante dedicada al Tayta Inti. Los estudios arqueoastronómicos confirman que esta orientación no fue producto del azar, sino el resultado de una planificación simbólica y ritual cuidadosamente concebida.

En este contexto, Waqrapukara puede interpretarse como un espacio multifuncional que integraba elementos de santuario, templo y observatorio astronómico, donde los inkas vinculaban la arquitectura con los ciclos del cosmos. Su estructura difiere de las fortalezas típicas, lo que refuerza su carácter ceremonial y astronómico.

Además, esta misma estructura marca la primera aparición visible en el horizonte del cúmulo estelar conocido como las Pléyades, llamado en la tradición andina “las Siete Hermanas”, formado por estrellas jóvenes de tipo B en la constelación de Tauro. Para los pueblos andinos, este grupo era fundamental en el calendario agrícola, ya que su reaparición anticipaba por más de dos semanas la celebración del Inti Raymi, funcionando como un indicador astronómico clave. Las Pléyades también se relacionaban con la constelación de la Qollqa, asociada con almacenamiento y abundancia. Hacia el sur del complejo se encuentra una estructura más pequeña, con una sola jamba orientada al oeste, alineada con el ocaso solar durante los equinoccios de marzo y septiembre, fechas asociadas a festividades menores como la Situa, el Qoya Raymi y el Aymuray, vinculado con la cosecha. Estas orientaciones evidencian que la arquitectura de Waqrapukara estaba cuidadosamente diseñada, integrando

observación astronómica, ritos religiosos y planificación agrícola (Rojas Gamarra & Huaman, Matemática Física y Astronomía Inka, 2015).

Por otra parte, la plaza principal, situada en la parte más alta del complejo, consiste en una serie de muros dispuestos en forma de pirámide que se adaptan a la topografía, conformando seis terraplenes de aproximadamente nueve metros de ancho. En la parte superior se distribuyen nueve recintos abiertos rectangulares, organizados como plazas interconectadas mediante pasajes. En este lugar se encuentra el Intipunku, puerta hacia la salida del Sol y el precipicio, junto a la huaca del Sol y la Luna, deidades inkas, y la imagen de un cóndor grabada en la roca del torreón izquierdo. Más abajo, se observan muros de sostén y plataformas que siguen de manera natural de la roca, y al extremo inferior, una plataforma rectangular orientada de este a oeste que servía como ingreso principal al conjunto arqueológico, demostrando la planificación arquitectónica integral que combina como recinto sagrado, ceremonial y observatorio astronómico (Halire Ccahuana, 2017).

Figura 9

Imagen de la arquitectura de una columna “una jamba”



Nota: Registro fotográfico propio, tomado durante el trabajo de campo (2024). Elaboración propia.

Sim embargo, según Emilio Human. En su estudio del complejo arqueológico de Waqrapukara, al posicionarse hacia el lado izquierdo del complejo y observar en dirección a una plazoleta, se identifica una estructura con una sola jamba orientada aproximadamente hacia el sur, aunque no está perfectamente alineada con los puntos cardinales, presentando una ligera desviación hacia el este. Dado que no se aprecian referencias astronómicas precisas que expliquen esta orientación, se presume que su ubicación tenía un significado simbólico, posiblemente relacionado con el culto a los Mallkis o con la exposición de objetos sagrados durante ceremonias y rituales, reforzando el carácter ceremonial del espacio dentro del conjunto arqueológico.

Siguiendo el recorrido hacia el sur por una escalinata de piedra, se observan al menos tres estructuras adicionales de una sola jamba. Una de ellas, orientada al este, coincide con el orto solar durante los equinoccios, marcando momentos importantes dentro del calendario ritual andino. Otra, con orientación noreste, parece señalar la salida helíaca de la constelación de Lyra, conocida por los inkas como Urkuchillay, la llama macho. Finalmente, una construcción semejante a un balcón indica el punto de aparición de la constelación del Amaru, identificada como el Escorpión en la astronomía Incaica. Todas estas observaciones se relacionan con la estación seca, cuando el cielo permanece despejado, permitiendo que estos eventos astronómicos sean visibles y puedan guiar tanto los rituales como la planificación agrícola. Estos fenómenos astronómicos podían observarse durante la estación seca de los Andes, cuando el cielo nocturno se mantiene despejado y sin nubes (Rojas Gamarra & Huaman, *Matemática Física y Astronomía Inka*, 2015).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

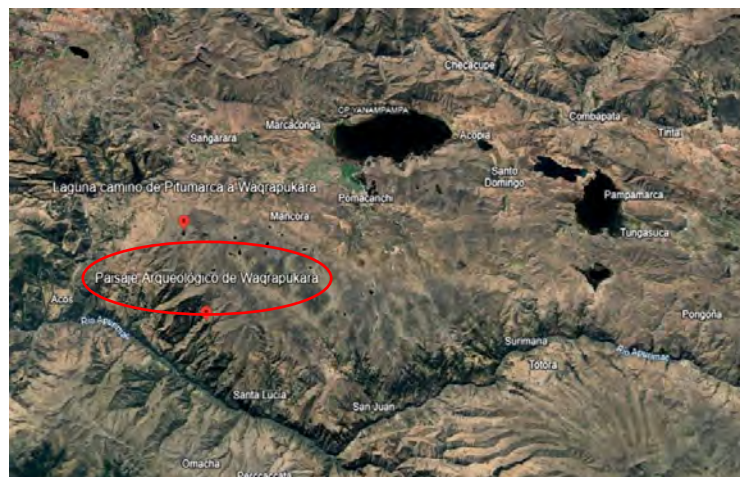
3.1 Ámbito de estudio: localización política y geográfica.

El estudio se desarrolló en el Complejo Arqueológico de Waqrapukara, ubicado en el distrito de Acos, provincia de Acomayo, región Cusco, Perú. Este sitio arqueológico se sitúa sobre una meseta montañosa que domina el cañón del río Apurímac, a una altitud de 4,140 m s. n. m. Geográficamente (Halire Ccahuana, 2017), Waqrapukara pertenece a la zona suoriental del Perú, y se caracteriza por su relieve accidentado y su entorno natural andino, lo que lo convierte en un espacio de alto valor histórico, astronómico y cultural.

El área de estudio abarcó también las comunidades de Santa Lucía y Huaqui, ubicadas en la zona circundante del complejo. Estas comunidades fueron seleccionadas por su cercanía y por conservar tradiciones agrícolas y culturales vinculadas al calendario solar y agrícola ancestral.

Figura 10

Mapa satelital de ubicación del centro arqueológico Waqrapukara.



Nota: Mapa satelital del centro arqueológico Waqrapukara, tomado de Google Earth (2025).

3.2 Tipo de Investigación.

El tipo de investigación tiene un enfoque cualitativo y aplicado, ya que permitió comprender los significados culturales y simbólicos asociados a las observaciones de los fenómenos naturales como el solsticio, equinoccio y la relación con las prácticas agrícolas en el complejo arqueológico de Waqrapukara. Este enfoque posibilitó interpretar cómo las comunidades locales vinculan los ciclos agrícolas con las manifestaciones astronómicas tradicionales, integrando la perspectiva cultural y el conocimiento ancestral en un contexto contemporáneo.

3.3 Nivel y diseño de la investigación.

La investigación se desarrolló en dos etapas complementarias. En la primera, se realizó un trabajo descriptivo orientado a registrar y caracterizar las evidencias arqueoastronómicas observadas en el complejo de Waqrapukara. En la segunda etapa, se efectuó un análisis de tipo correlacional y comparativo, con el propósito de comprender la relación existente entre las observaciones astronómicas y las prácticas agrícolas tradicionales de la zona.

Por su diseño, el estudio se considera no experimental, ya que no se manipularon variables, sino que se observó e interpretó la realidad en su propio contexto. Asimismo, se define como longitudinal, puesto que las observaciones y registros se realizaron durante un periodo continuo de tres años, lo que permitió identificar patrones y correspondencias en distintos momentos del ciclo agrícola. El carácter interpretativo del diseño responde a la intención de comprender los significados culturales que las comunidades atribuyen a la relación entre el cielo, la tierra y sus prácticas productivas.

3.4 Unidad de análisis.

La unidad de análisis de esta investigación estuvo constituida por los elementos físicos y culturales del complejo arqueológico de Waqrapukara, así como por las prácticas agrícolas tradicionales de las comunidades locales. Entre los elementos físicos se incluyen edificaciones, alineaciones con las puertas y jambas (triple, doble y una jamba), espejos de agua, y otras estructuras vinculadas a la observación del cielo. Estas unidades permitieron identificar cómo los saberes ancestrales sobre los ciclos astronómicos influyen en la planificación de actividades agrícolas, la preparación del terreno, la siembra, crecimiento y floración, la cosecha, el almacenamiento y los rituales asociados al calendario agrícola inka. La información se recopiló a través de observación directa, registro fotográfico, entrevistas a miembros de la comunidad local y mediciones de orientación de las estructuras arqueológicas.

Tabla 2*Tabla de referencia de fenómenos astronómicos.*

Primera visita	Fechas	Descripción estacionaria	Horario de toma aproximada UTM
Equinoccio	21/03/2025	Marca el inicio de la primavera en el hemisferio norte y el inicio del otoño en el hemisferio sur.	5:00am – 11:00am 10:00 pm y 12:00 am Aprox.
Solsticio	21/06/2025	Marca el inicio del verano en el hemisferio norte y el inicio del invierno en el hemisferio sur.	5:00am – 11:00am 11:00 pm y 01:00 am Aprox.
Equinoccio	21/09/2024	Marca el inicio del otoño en el hemisferio norte y el inicio de la primavera en el hemisferio sur.	5:00am – 11:00am Aprox.
Solsticio	21/12/2024	Marca el inicio del invierno en el hemisferio norte y el inicio del verano en el hemisferio sur.	5:00am – 11:00am Aprox.

Nota: La tabla muestra fechas de solsticio y equinoccio como referencia.

3.5 Población de estudio.

Forman parte del complejo arqueológico de Waqrapukara, junto con las comunidades cercanas de Santa Lucía y Huaqui, pertenecientes al distrito de Acos, en la provincia de Acomayo, región Cusco. Estos lugares fueron elegidos por su proximidad al sitio arqueológico y por conservar costumbres agrícolas que aún se relacionan con la observación de los fenómenos astronómicos y con el calendario agrícola tradicional.

Dentro del complejo se consideraron diversas áreas como los recintos ceremoniales (una jamaba, doble jamba y triple jamaba), plataformas, caminos y espejos de agua, que muestran una relación directa con puntos de observación solar y astronómica. En las comunidades se tomaron en cuenta los espacios de cultivo, los ciclos de siembra y cosecha, y las prácticas agrícolas que reflejan el conocimiento ancestral de los pobladores sobre los cambios del clima y el movimiento del Sol.

De esta manera, la población de estudio integró tanto el entorno físico como el cultural, lo que permitió comprender cómo los habitantes actuales mantienen una conexión viva entre la tierra, el cielo y su modo de vida agrícola. El periodo de estudio comprendió los años 2023, 2024 y 2025, etapa en la que se realizaron observaciones continuas y se recopilaban testimonios que reflejan la relación entre la arqueoastronomía y las prácticas agrícolas tradicionales de la zona.

3.6 Operacionalización de variables.

Para la medición de las variables del estudio, se procedió a su operacionalización, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3

Cuadro de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones Indicadores
X: Observación de los fenómenos astronómicos (solsticios y equinoccios)	Se entiende como el registro sistemático de las posiciones del sol durante fechas clave del calendario solar, que en la cosmovisión Incaica marcan momentos de cambio y renovación agrícola.	Seguimiento de la salida del sol durante los solsticios (21 de junio y 21 de diciembre) y equinoccios (20 de marzo y 22 - 23 de septiembre), mediante observación directa, medición de ángulos y registro fotográfico desde puntos específicos del complejo arqueológico de Waqrapukara.	- Fechas de salida del sol observadas- Dirección u orientación solar (ángulos de elevación) Correspondencia con estructuras arqueológicas
Y: Prácticas agrícolas tradicionales	Conjunto de actividades desarrolladas por las comunidades locales en torno a la preparación del terreno, siembra, crecimiento, floración, aporque, cosecha y almacenamiento, basadas en conocimientos heredados de la tradición inka.	Recopilación de información mediante encuestas y entrevistas a pobladores de Santa Lucía y Huaqui, con el fin de identificar las fechas, métodos y creencias asociadas a las labores agrícolas en relación con los solsticios y equinoccios.	Etapas del ciclo agrícola (preparación, siembra, cosecha, etc.)- Fechas de realización- Percepción cultural sobre los fenómenos solares Relación entre calendario solar y agrícola

Nota: La tabla muestra la operacionalización de variables de la investigación.

3.7 Hipótesis

3.7.1 Hipótesis General

Las prácticas agrícolas de los pobladores del lugar tienen relación con la arqueoastronomía del complejo arqueológico Waqrapukara, en la provincia de Acomayo – Cusco.

3.7.2 Hipótesis Específicas

- Las orientaciones relevantes en el complejo de Waqrapukara están vinculadas a eventos arqueoastronómicos significativos.
- Las orientaciones arqueoastronómicas del complejo de Waqrapukara están relacionadas con las fechas clave para la agricultura.

3.8 Técnica e instrumentos de recolección de datos.

En esta investigación se emplearon técnicas de observación directa y encuestas, las cuales permitieron recopilar información astronómica y cultural relacionada con la salida del sol durante los solsticios y equinoccios, así como con las prácticas agrícolas tradicionales desarrolladas por los pobladores cercanos al complejo arqueológico de Waqrapukara.

La observación directa se aplicó de forma sistemática durante los años 2023, 2024, 2025. En estas jornadas se registraron las posiciones del sol al amanecer en fechas clave del calendario solar (21 de junio, 21 de diciembre, 20 de marzo y 22 - 23 de septiembre). Las mediciones se realizaron desde puntos estratégicos del sitio arqueológico, tomando en cuenta la orientación de las estructuras, los ángulos de salida del sol y las posibles alineaciones con la arquitectura inka.

Para el registro de los datos se utilizaron instrumentos básicos de medición como brújula, transportadores, cinta métrica y cámara fotográfica, además de un cuaderno de campo donde se anotaron observaciones y descripciones de cada jornada. Estos instrumentos permitieron obtener una documentación precisa sobre la orientación solar y su relación con el entorno del complejo.

De manera complementaria, se aplicaron encuestas a los pobladores de las comunidades de Santa Lucía y Huaqui. Este instrumento buscó recoger información sobre las costumbres agrícolas locales, las fechas de preparación del terreno, siembra, crecimiento, floración, aporque, cosecha y almacenamiento, y su posible correspondencia con los periodos de solsticio y equinoccio.

Los formularios de encuesta fueron diseñados con preguntas abiertas y cerradas, lo que facilitó obtener tanto datos cuantitativos como cualitativos sobre la forma en que los comuneros asocian los movimientos del sol con sus actividades agrícolas tradicionales.

3.8.1 Procedimiento e instrumentos de observación astronómica.

En esta investigación, orientada al seguimiento de las salidas del Sol durante los solsticios y equinoccios en el complejo arqueológico de Waqrapukara, se aplicaron diversas técnicas de observación directa, registro sistemático y encuestas realizadas a lo largo de tres años consecutivos (2023, 2024, 2025). La técnica principal fue la observación estructurada, efectuada en fechas astronómicas clave con el propósito de registrar los momentos precisos de salida y orientación solar. Estas observaciones se desarrollaron en condiciones naturales, sin manipulación de variables, y se complementaron con entrevistas a pobladores locales.

A continuación, se presenta el calendario de observaciones:

Tabla 4
Cuadro de fechas datadas de los eventos astronómico.

Fecha	Evento astronómico	Significado cultural o agrícola
21 de junio	Solsticio de invierno (Inti Raymi)	Renacimiento del Sol y festividad del Inti Raymi
22 - 23 de septiembre	Equinoccio de primavera	Época de siembra
20 de marzo	Equinoccio de otoño	Inicio de las cosechas y agradecimiento a la Pachamama
21 de diciembre	Solsticio de verano	Día más largo del año y abundancia de sol para los cultivos

Nota: La tabla muestra fechas de salidas del sol. Elaboración propia.

3.8.2 Prueba de hipótesis.

La comprobación de la hipótesis se desarrolló empleando un enfoque interpretativo basado en la observación directa de los fenómenos astronómicos y el diálogo con los pobladores de las comunidades cercanas al complejo arqueológico de Waqrapukara. Este procedimiento permitió analizar de manera participativa cómo las personas relacionan los solsticios y equinoccios con sus prácticas agrícolas tradicionales.

La validación de los resultados se realizó mediante la triangulación de la información obtenida a partir de tres fuentes principales: las observaciones sistemáticas de la salida del Sol en fechas específicas, las mediciones de orientación y alineación solar dentro del sitio arqueológico, y las encuestas realizadas a los agricultores locales. Esta combinación de evidencias permitió interpretar la correspondencia existente entre los eventos solares y las etapas del ciclo agrícola.

A través de este proceso de análisis e interpretación, se pudo constatar que las comunidades mantienen un conocimiento ancestral inka que vincula las manifestaciones del sol con la organización de sus labores agrícolas, lo cual respalda la hipótesis planteada. En ese sentido, la comprobación se sustentó en el reconocimiento de los saberes locales y en el seguimiento de las salidas del sol en las fechas de solsticio y equinoccio de los fenómenos naturales observados, reafirmando la vigencia de la relación entre astronomía y agricultura en el contexto inka de Waqrapukara.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis e interpretación de la información

4.1 Análisis e interpretación de los datos geográficos

4.1.1 Datos geográficos de la Waqrapukara (Waka).

Tabla 5

Coordenadas geográficas de Waqrapukara.

Coordenadas geográficas de Waqrapukara según nuestras medidas	
Latitud	-14,070
Longitud	-71,755
Altitud	4200 msnm

Medida de las coordenadas geográficas realizada desde lo más alto de la plataforma (Punto (P₁) en la figura 14, pg. 56) de Waqrapukara se realizó estas medidas utilizando una brújula.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Coordenadas geográficas de Waqrapukara.

Coordenadas geográficas de Waqrapukara según fuentes	
Latitud	-13,978330114
Longitud	-71,97830114
Altitud	3635 msnm

Nota: Coordenadas geográficas tomadas de una fuente bibliográfica (Collado Morante & Romero Hinojosa, 2023).

4.1.2 Resultados de los datos geográficos.

En la Tabla 5 y en la Tabla 6 se muestra las coordenadas geográficas de Waqrapukara tomadas de una referencia bibliográfica donde se observa en la Tabla 6 valores para la altitud 3635 msnm, la longitud: -71,97830114 – latitud: -13,978330114 y en la tabla 5 los datos obtenidos investigados de este estudio siendo altitud de 4200 msnm y la longitud: -71,755 – latitud: -14,070, en donde los datos obtenidos son diferentes, quizás debido a que la toma de datos de la fuente, probablemente, fue en la parte inferior (Punto (P₂) en la figura 14, pg. 56)

de la primera entrada, ya que no se encuentra el lugar donde se han realizado la medida respectiva, sin embargo para la toma de datos nuestros se tuvo que ascender a la parte superior de la plataforma de Waqrapukara o también llamado waka.

4.1.3 Comentarios de los datos geográficos.

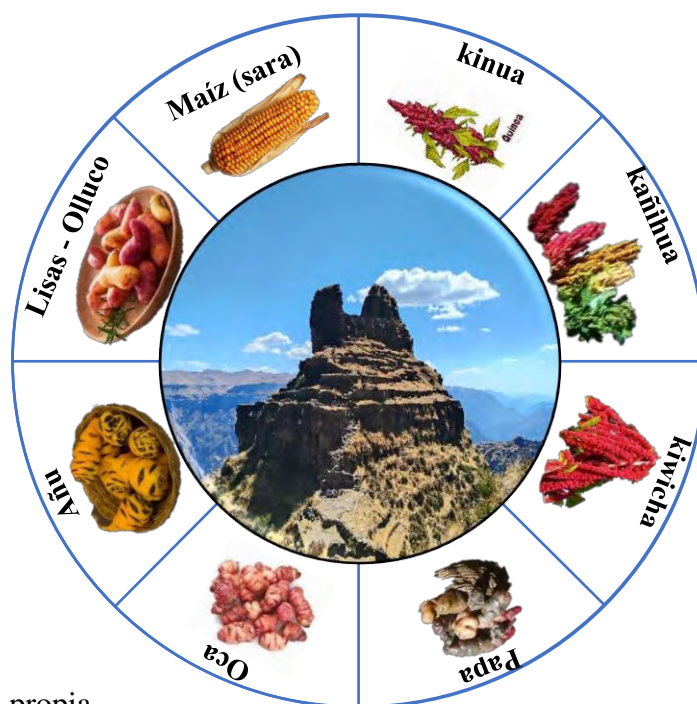
(Gutierrez Baez, 2023) Climáticamente, la provincia de Acomayo presenta territorios ubicados en los fondos de los valles con un clima cálido (Acomayo, Pilpinto, San Juan, Acos) lo que favorece ampliamente el cultivo del maíz y los frutales; mientras que tiene también territorios elevados en la puna donde hay abundante producción de papa y tubérculos en el clima frígido, así como abundante crianza de camélidos, vacunos, ovinos y animales menores.

4.2 Análisis e Interpretación de los datos agrícolas.

4.2.1 Resultados de los datos agrícolas.

Figura 11

Productos agrícolas alrededor de Waqrapukara



Nota. Elaboración propia.

Tabla 7*Preparación de terreno para el cultivo agrícola.*

Productos	Actividad	Fechas	Fuente
Maíz (sara)	Preparación de terreno	agosto	(Guamán Poma de Ayala, 1615) (Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
kinua	Preparación de terreno	agosto – setiembre	(Estrada Zúniga, 2013) (Huamán Tapara, Flores Huarco, Valverde Rodríguez, & Jara Claudio, 2024)
kañihua	Preparación de terreno	setiembre – octubre	(Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2004) (Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Amaranto (kiwicha)	Preparación de terreno	setiembre – octubre	(Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
Papa	Preparación de terreno	octubre – noviembre	(Zuñiga Bernal & Tumpay Sucno, 2023)
Oca	Preparación de terreno	octubre – noviembre	(Quispe, Mansilla, Chacón, & Blas, 2015)
Añu	Preparación de terreno	octubre – noviembre	(Enciso Pillco & Tumpay Sucno, 2023)
Lisas (Olluco)	Preparación de terreno	agosto – setiembre	

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra**Tabla 8***Siembra del producto agrícola.*

Productos	Actividad	Fechas	Fuente
Maíz (sara)	Siembra	Setiembre	(Guamán Poma de Ayala, 1615) (Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
kinua	Siembra	Octubre	(Estrada Zúniga, 2013) (Huamán Tapara, Flores Huarco, Valverde Rodríguez, & Jara Claudio, 2024)
kañihua	Siembra	Octubre – noviembre	(Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2004) (Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Amaranto (kiwicha)	Siembra	Octubre	(Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
Papa	Siembra	Noviembre – diciembre	(Zuñiga Bernal & Tumpay Sucno, 2023)
Oca	Siembra	Noviembre	(Quispe, Mansilla, Chacón, & Blas, 2015)
Añu	Siembra	Noviembre	(Enciso Pillco & Tumpay Sucno, 2023)
Lisas (Olluco)	Siembra	Octubre	

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Tabla 9*Crecimiento y floración del producto agrícola.*

Productos	Actividad	Fechas	Fuente
Maíz (sara)	Crecimiento y floración	Octubre – febrero	(Guamán Poma de Ayala, 1615) (Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
kinua	Crecimiento y floración	Noviembre - marzo	(Estrada Zúniga, 2013) (Huamán Tapara, Flores Huarco, Valverde Rodríguez, & Jara Claudio, 2024)
kañihua	Crecimiento y floración	Noviembre – marzo	(Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2004) (Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Amaranto (kiwicha)	Crecimiento y floración	Noviembre – marzo	(Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Papa	Crecimiento y floración	Diciembre – abril	(Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
Oca	Crecimiento y floración	Diciembre – abril	(Zuñiga Bernal & Tumpay Sucno, 2023)
Añu	Crecimiento y floración	Diciembre – abril	(Quispe, Mansilla, Chacón, & Blas, 2015)
Lisas (Olluco)	Crecimiento y floración	Diciembre – abril	(Enciso Pillco & Tumpay Sucno, 2023)

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra**Tabla 10***Cosecha del producto agrícola.*

Productos	Actividad	Fechas	Fuente
Maíz (sara)	Cosecha	Mayo	(Guamán Poma de Ayala, 1615) (Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
kinua	Cosecha	Mayo - junio	(Estrada Zúniga, 2013) (Huamán Tapara, Flores Huarco, Valverde Rodríguez, & Jara Claudio, 2024)
kañihua	Cosecha	Abril	(Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2004) (Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Amaranto (kiwicha)	Cosecha	Abril	(Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Papa	Cosecha	Abril – junio	(Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
Oca	Cosecha	Abril – mayo	(Zuñiga Bernal & Tumpay Sucno, 2023)
Añu	Cosecha	Abril – mayo	(Quispe, Mansilla, Chacón, & Blas, 2015)
Lisas (Olluco)	Cosecha	Mayo – junio	(Enciso Pillco & Tumpay Sucno, 2023)

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Tabla 11*Almacenamiento del producto agrícola.*

Productos	Actividad	Fechas	Fuente
Maíz (sara)	Almacenamiento	Julio	(Guamán Poma de Ayala, 1615) (Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
kinua	Almacenamiento	Junio – julio (3- 4) días	(Estrada Zúniga, 2013) (Huamán Tapara, Flores Huarco, Valverde Rodríguez, & Jara Claudio, 2024)
kañihua	Almacenamiento	Abril - Mayo	(Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2004)
Amaranto (kiwicha)	Almacenamiento	Abril – Mayo	(Escalante Ortiz, Eugenio Leiva, Santa Cruz Padilla, & Vásquez Orrillo, 2022)
Papa	Almacenamiento	Junio – Julio	(Alarcón Velazco & Trebejo, 2014)
Oca	Almacenamiento	Mayo	(Zuñiga Bernal & Tumpay Sucno, 2023)
Añu	Almacenamiento	Mayo	(Quispe, Mansilla, Chacón, & Blas, 2015)
Lisas (Olluco)	Almacenamiento	Junio	(Enciso Pillco & Tumpay Sucno, 2023)

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Nosotros mismos realizamos la toma de datos en los pueblos de Huayqui y Santa Lucia que se encuentran cerca al complejo arqueológico de Waqrapukara y tuvimos como resultado fechas aproximadas para los diferentes productos que reportamos en las siguientes tablas:

Tabla 12*Datos recolectados del maíz.*

Productos (Nombre local y común)	Maíz (Mama sara) – Descripción
Preparación del terreno	15 de agosto se inicia con riego del terreno por gravedad.
Siembra	20 al 25 de agosto.
Crecimiento y floración	Primer aporque 15 -20 de setiembre – segundo aporque 25 de octubre.
Cosecha	25 de enero – primera semana de febrero (choclo) – mayo desprendimiento foliar del maíz.
Almacenamiento	Finales del mes de junio.
Influencia del clima de producción	Templado.

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Tabla 13.*Datos recolectados de la quinua.*

Productos (Nombre local y común)	Quinua (kinúwa o kínua) – Descripción
Preparación del terreno	20 de agosto riego por gravedad.
Siembra	25 de agosto.
Crecimiento y floración	Primer aporque 22 setiembre – segundo aporque 25 de octubre.
Cosecha	Marzo – abril.
Almacenamiento	Secado después de la cosecha 3 a 4 días, selección de granos y almacenamiento.
Influencia del clima de producción	Templado.

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.**Tabla 14***Datos recolectados de lisas.*

Productos (Nombre local y común)	Lisas (Ulluku)
Preparación del terreno	A finales del mes de Octubre – noviembre – riego con lluvia.
Siembra	Mes de noviembre
Crecimiento y floración	Primer aporque entre los meses de diciembre y enero.
Cosecha	25 abril – mayo.
Almacenamiento	a finales del mes de mayo.
Influencia del clima de producción	Templado – frígido

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.**Tabla 15***Datos recolectados de la oca colorida.*

Productos (Nombre local y común)	Oca colorida (uqa o okka)
Preparación del terreno	A finales del mes de octubre – noviembre, riego con lluvia.
Siembra	Mes de Noviembre.
Crecimiento y floración	Primer aporque entre los meses de diciembre – enero.
Cosecha	A finales del mes de mayo.
Almacenamiento	Mes de mayo (se seca en porciones para el consumo).
Influencia del clima de producción	Frígido.

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Tabla 16*Datos recolectados de la papa.*

Productos (Nombre local y común)	Papa
Preparación del terreno	En los meses de octubre – noviembre riego con lluvia y por gravedad.
Siembra	a finales del mes de noviembre.
Crecimiento y floración	Primer aporque diciembre - enero.
Cosecha	Entre los meses de abril – mayo.
Almacenamiento	Entre los meses de junio – julio.
Influencia del clima de producción	Frígido.

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

Tabla 17*Datos recolectados del año.*

Productos (Nombre local y común)	Año (mashua o añú)
Preparación del terreno	Entre los meses de octubre – noviembre riego con lluvia.
Siembra	A finales del mes de noviembre.
Crecimiento y floración	Primer aporque entre los meses de diciembre – enero.
Cosecha	A finales de los meses de abril – mayo.
Almacenamiento	A finales del mes de mayo.
Influencia del clima de producción	Frígido.

Nota. Tabla elaborada por Anderson Mamani Pinares y Dr. Milton Rojas Gamarra.

4.2.2 Análisis e interpretación de las fechas en cuanto a la agricultura.

En la figura número 11 y las tablas 7, 8, 9, 10 y 11 se muestra y se describe los distintos cultivos que trabajan los agricultores en Waqrapukara a sus alrededores entre ellos podemos apreciar el maíz, kinua, cañihua, amaranto (kiwicha), papa, oca, año y lisas (olluco).

El maíz es uno de los cereales más antiguos que tuvo gran importancia en la cultura inka. Según (Guamán Poma de Ayala, 1615) el cultivo de maíz inicia en el mes de agosto, fecha importante que estaba relacionada con el solsticio de invierno.

Por otra parte, el cultivo del maíz en los Andes, especialmente cerca de Waqrapukara, estaba estrechamente ligado al movimiento del sol. En la tabla 8, se muestra la fecha de siembra comenzando en septiembre, cerca del equinoccio de primavera, momento que representaba equilibrio y el inicio del nuevo ciclo agrícola. En la tabla 9, indica la fecha aproximada de su crecimiento y floración que ocurrían entre los meses de octubre y febrero, en pleno auge solar, incluyendo el solsticio de verano, lo que favorecía el desarrollo del cultivo. En la tabla 10, se observa la fecha de cosecha que se realizaba en mayo, al cierre del otoño, y finalmente en la tabla 11, se muestra la fecha de almacenamiento en julio, justo después del solsticio de invierno, cuando el sol comenzaba a “renacer”. Para los inkas, estas fechas no solo marcaban tiempos agrícolas, sino también momentos de conexión con la naturaleza y la energía solar. Hoy, las comunidades cercanas a Waqrapukara continúan con estas prácticas, conservando un legado agrícola y espiritual milenario.

En cuanto al cultivo de la kañihua en la tabla 7 se muestra que la preparación del terreno se realiza entre septiembre y octubre, justo después del equinoccio de primavera, cuando el día y la noche tienen la misma duración, señalando un momento ideal para iniciar el trabajo en la tierra. La tabla 8 indica que la siembra inicia entre los meses de octubre y noviembre, en una época en la que el sol sigue ganando fuerza, acercándose al solsticio de verano, lo que favorece el desarrollo inicial de la planta. En la tabla 9 se observa que el crecimiento y la floración se extienden desde el mes de noviembre hasta marzo, durante el solsticio de verano, cuando la luz solar es más intensa, permitiendo que la kañihua crezca saludable por otra parte la tabla 10 señala que la cosecha se realiza en abril, después del solsticio de verano y antes del equinoccio de otoño, cerrando el ciclo productivo. Finalmente,

la tabla 11 muestra que el almacenamiento se lleva a cabo entre abril y mayo, aprovechando un tiempo estable antes de la llegada del solsticio de invierno.

El cultivo del amaranto o kiwicha que se muestra en la tabla 7 se contempla que la preparación del terreno ocurre entre septiembre y octubre, justo después del equinoccio de primavera, cuando el equilibrio entre el día y la noche marca un momento propicio para iniciar las labores agrícolas. La tabla 8 indica que la siembra se realiza a fines de octubre, en un período en el que la energía solar sigue aumentando, acercándose al solsticio de verano, lo que favorece la germinación y el desarrollo temprano de la planta. Según la tabla 9, el crecimiento y la floración se extienden de noviembre a marzo, durante el solsticio de verano, cuando la luz solar es más intensa y prolongada, permitiendo un crecimiento óptimo. La tabla 9 señala que la cosecha se realiza en abril, después del solsticio de verano y antes del equinoccio de otoño, momento en que el cultivo completa su ciclo. Finalmente, la tabla 11 muestra que el almacenamiento se lleva a cabo entre abril y mayo, asegurando la conservación del producto antes de la llegada del solsticio de invierno.

El cultivo de la papa que se muestra en la tabla 7 indica que la preparación del terreno se lleva a cabo entre agosto y septiembre, justo antes del equinoccio de primavera, cuando los días comienzan a alargarse progresivamente, marcando un cambio en el ciclo solar que favorece el acondicionamiento del suelo para la siembra. La tabla 8 señala que la siembra se realiza a finales de septiembre y comienzos de octubre, coincidiendo con el equinoccio de primavera, momento de equilibrio entre el día y la noche, ideal para iniciar el proceso de germinación, ya que las condiciones de temperatura y luminosidad comienzan a ser más estables y favorables. Según la tabla 9 el crecimiento y el desarrollo de los tubérculos se extienden desde octubre hasta enero, periodo que incluye el solsticio de verano, cuando la

intensidad y duración de la luz solar alcanzan su punto máximo, lo cual potencia la fotosíntesis y el desarrollo de la planta. La tabla 10 muestra que la cosecha se efectúa entre febrero y marzo, cuando las condiciones climáticas empiezan a suavizarse y la planta ha completado su ciclo productivo, justo antes del equinoccio de otoño. Finalmente, la tabla 11 indica que el almacenamiento de productos agrícolas entre marzo y abril, asegurando la conservación del tubérculo en condiciones óptimas antes de la llegada del solsticio de invierno, cuando las temperaturas comienzan a descender significativamente.

El cultivo de la oca que se presenta en la tabla 7 muestra que la preparación del terreno se realiza entre octubre y noviembre, luego del equinoccio de primavera, en la tabla 8 indica que la siembra se lleva a cabo en noviembre luego en la tabla 9 se muestra que el crecimiento y la floración de la oca se extienden desde diciembre hasta abril, periodo que abarca el solsticio de verano, durante el cual la luz solar es más intensa y prolongada, lo que impulsa el crecimiento de los tubérculos. La tabla 10 señala que la cosecha se realiza entre abril y mayo, cuando el cultivo ya está maduro y los tubérculos han crecido completamente, con el tamaño y forma adecuada, es el momento indicado para cosechar. Finalmente, la tabla 11 muestra que el almacenamiento ocurre durante el mes de mayo, garantizando la adecuada conservación del producto antes de la llegada del solsticio de invierno, cuando las condiciones ambientales son menos favorables para el manejo después de la cosecha.

El cultivo del año, se aprecia en la tabla 7 el comienzo con la preparación del terreno entre octubre y noviembre, después del equinoccio de primavera. Durante este periodo, la radiación solar continúa aumentando y las condiciones climáticas se estabilizan, lo que favorece una adecuada labranza del suelo y permite preparar el terreno de forma óptima para la siembra. La tabla 8 indica que la siembra se realiza en noviembre, cuando los días se

vuelven más largos y la energía solar alcanza niveles favorables para el inicio del ciclo fenológico del cultivo. Según la tabla 9 el crecimiento y la floración del año se extienden desde diciembre hasta abril, etapa que incluye el solsticio de verano, cuando la intensidad y duración de la luz solar favorecen el desarrollo y crecimiento de los tubérculos. La tabla 10 señala que la cosecha se lleva a cabo entre abril y mayo, una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica y los tubérculos presentan su máxima madurez. Finalmente, la tabla 11 muestra que el almacenamiento se realiza durante el mes de mayo, asegurando la adecuada conservación del producto antes de la llegada del solsticio de invierno.

El cultivo de lisas, apreciamos en la tabla 7 comienza con la preparación del terreno entre agosto y septiembre, en los meses previos al equinoccio de primavera. Durante este periodo, el aumento gradual de la radiación solar y la mejora en las condiciones del suelo favorecen la labranza, permitiendo acondicionar la tierra de forma adecuada para el establecimiento del cultivo. La tabla 8 indica que la siembra se realiza en octubre, cuando los días comienzan a alargarse y la energía solar se intensifica, creando un entorno favorable para la germinación y el inicio del desarrollo vegetativo. De acuerdo con la tabla 9 el crecimiento y la floración de las lisas se extienden desde diciembre hasta abril, abarcando el solsticio de verano, cuando la intensidad y duración de la luz solar alcanzan su punto máximo, lo que estimula la fotosíntesis, el desarrollo de la planta y crecimiento. La tabla 10 señala que la cosecha se lleva a cabo entre mayo y junio, cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica y los tubérculos presentan su máxima madurez. Finalmente, la tabla 11 muestra que el almacenamiento se realiza durante el mes de junio, asegurando la conservación del producto en condiciones óptimas antes del inicio del invierno, cuando disminuye la temperatura y se reducen las condiciones favorables para el manejo después de la cosecha.

4.2.3 Análisis y discusión de resultados en cuanto a las fechas agrícolas.

Los inkas contaban con una gran diversidad en su dieta, conformada por alimentos de alto valor nutritivo como la papa, el maíz, los frijoles, el pallar, el camote, la quinua, la kiwicha, la cañihua, el tarwi, la oca, los ollucos, entre otros. De acuerdo con el cronista Guaman Poma de Ayala (1615), la agricultura incaica se organizaba siguiendo un calendario ritual y festivo, utilizaba terrazas o andenes para cultivar en las laderas, herramientas manuales como la chaquitacla (arado de pie) y sistemas de almacenamiento (colcas) destinados a la redistribución de los alimentos. La actividad agrícola estaba íntimamente ligada a los ciclos naturales y a los rituales, ya que la siembra y la cosecha se realizaban en función de observaciones solares y lunares, como se menciona en su obra Nueva Corónica y Buen Gobierno.

Ayma (2018) añade que la gran cantidad de productos cultivados se almacenaba cuidadosamente en depósitos y grandes colcas para ser utilizados en momentos de necesidad, en el tránsito de tropas o en celebraciones y sacrificios. En dichos depósitos se guardaban en abundancia maíz, frijoles, papas, camotes, quinua y otras semillas y tubérculos. Hoy en día, en los alrededores de Waqrapukara, muchas de estas prácticas agrícolas aún se conservan.

4.3 Análisis e interpretación de las mediciones arqueoastronómicas.

4.3.1 Resultados de las mediciones arqueoastronómicas.

Durante las observaciones realizadas en el sitio arqueológico de Waqrapukara, se identificaron alineaciones significativas entre elementos arquitectónicos y las direcciones solares correspondientes a los solsticios y equinoccios.

El registro de campo mostró que el eje principal del conjunto presenta una orientación de 24° del este hacia el norte (E24°N), que coincide con la dirección del amanecer del solsticio de 21 junio (solsticio de invierno en el hemisferio sur).

De igual modo, la orientación que contiene a la triple jamba, situada en el sector central del recinto, es paralela con el azimut 24° del este hacia el norte (E24°N), reafirmando la coherencia estructural con el eje solar.

Por otro lado, la orientación que contiene a la puerta principal de acceso, se alinea con el azimut 23° del este hacia el sur (E23°S), y corresponde al solsticio de verano, mientras que la orientación que contiene al Templo del Viento, se alinea con el azimut 7° del este hacia el norte (E7°N), el cual se asocia con el inicio de los equinoccios de otoño y primavera.

Estas mediciones se efectuaron utilizando instrumentos como brújula, altímetro, aplicación de posición solar (Stargazing) y un medidor angular digital. Los valores obtenidos fueron comparados con fechas tomadas anteriormente.

Estos valores también podrían ser aproximados realizando cálculos extensos, utilizando la relación trigonométrica del ángulo azimutal solar (A), calculado según la expresión:

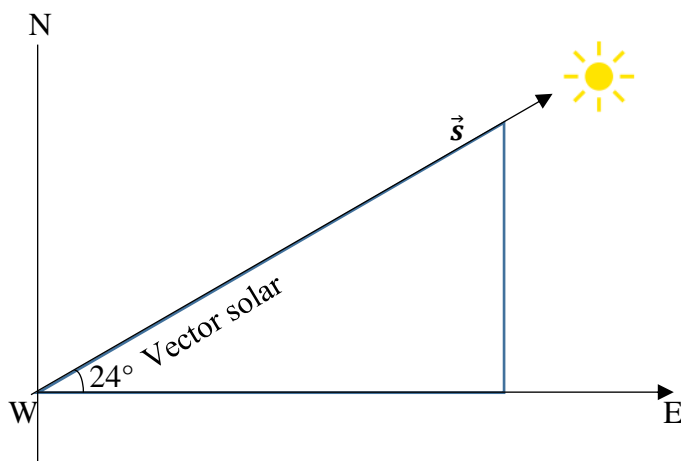
$$\tan A = \frac{\sin h}{\cos h \sin \varnothing - \tan \delta \cos \varnothing}$$

Donde h representa la altura solar, $\varnothing$ la latitud geográfica del sitio y δ la declinación solar en el día de observación (Ross Ure, 2020) (Jenkins, 2013) (Education, 2021).

Esta fórmula permitiría estimar la trayectoria solar y comprobar la correspondencia angular entre los elementos arquitectónicos y la posición del Sol durante los fenómenos astronómicos principales como el solsticio y equinoccio.

Figura 12

Angulo solar respecto a la orientación de la brújula.



Nota. Elaboración propia.

4.3.2 Análisis e interpretación de los datos arqueoastronómicos.

Desde una perspectiva física, la orientación de los elementos arquitectónicos de Waqrapukara puede explicarse como una respuesta empírica al comportamiento vectorial de la radiación solar.

El vector solar incidente representado por la dirección de los rayos solares en los días de solsticio y equinoccio mantiene una relación geométrica con los ejes constructivos del sitio.

Si consideramos el vector solar $\vec{s}$ como la proyección de la radiación en la superficie terrestre, su componente horizontal define el azimuth solar, mientras que la componente vertical está dada por la altura solar.

Al trazar el triángulo de incidencia (como se ilustra en la figura 12), se presenta una orientación con 24° del este hacia el norte (E 24° N) estos valores son coherente para la latitud de Waqrapukara.

Este resultado demuestra una correspondencia entre las mediciones empíricas y el modelo físico de orientación solar, lo cual sugiere un conocimiento empírico avanzado de la trayectoria solar en el diseño del sitio.

Desde el punto de vista arqueoastronómico, estas evidencias refuerzan la hipótesis de que los constructores inkas integraron observaciones solares en su arquitectura, utilizando referencias de salida y puesta del Sol para establecer patrones simbólicos vinculados al ciclo agrícola y ritual.

Así, basada en principios físicos y trigonométricos confirma que las alineaciones observadas en Waqrapukara no fueron producto del azar, sino resultado de una planificación consciente y sostenida. Es probable que los antiguos sabios inkas hayan realizado múltiples observaciones del recorrido solar a lo largo de varios ciclos anuales, registrando con precisión los puntos del horizonte donde aparecía y desaparecía el Sol durante los solsticios y equinoccios. A partir de esos registros, determinaron con exactitud las direcciones más significativas para orientar sus estructuras ceremoniales.

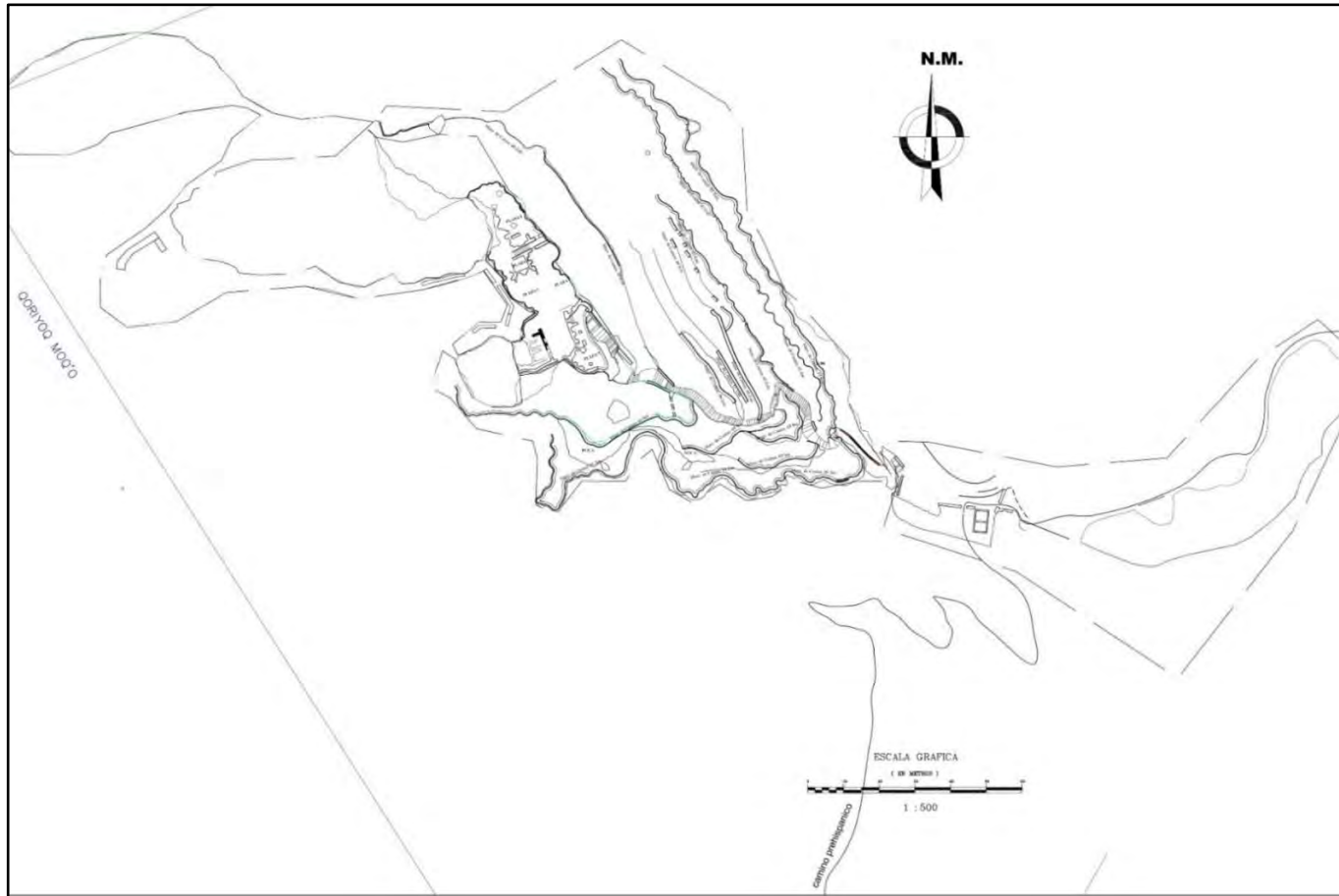
Esta labor de observación prolongada y planificación meticulosa demuestra una comprensión avanzada de los fenómenos astronómicos por parte de los antiguos inkas. Las edificaciones de Waqrapukara no fueron construidas al azar, sino con una doble finalidad: astronómica y ritual.

Por un lado, cumplían una función astronómica, ya que las alineaciones de puertas, muros y jambas permitían seguir con precisión el recorrido solar durante los solsticios y equinoccios. A través de estas observaciones, los inkas determinaban los momentos propicios para iniciar o concluir las labores agrícolas, no mediante un calendario fijo, sino esperando las manifestaciones naturales del Sol en el horizonte.

Por otro lado, estas orientaciones también tenían un sentido ritual y simbólico, pues los eventos solares marcaban tiempos de celebración, agradecimiento y renovación espiritual, como el *Inti Raymi* o las ceremonias de siembra. De este modo, la arquitectura de *Waqrapukara* integró de forma armónica la observación astronómica con las prácticas religiosas, reflejando una profunda conexión entre el conocimiento astronómico, el territorio y pensamiento inka, donde el cielo y la tierra constituían una sola unidad de vida.

Figura 13

Plano topográfico del complejo arqueológico Waqrapukara.

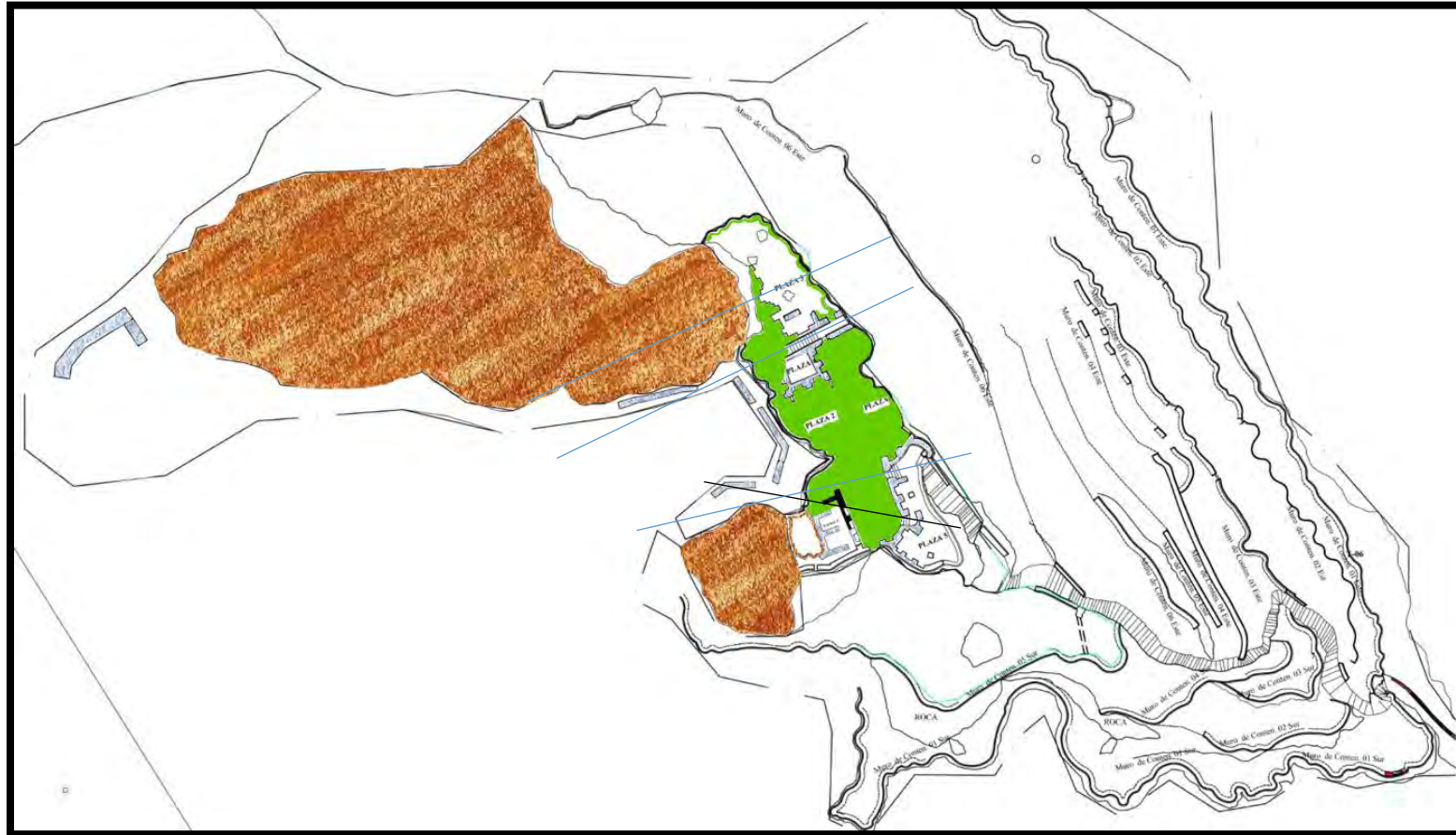


Nota. En la figura número 13 se muestra el mapa de Waqrapukara, Fuente: ministerio de Cultura

En la figura 13 se observa el plano de una vista panorámica del complejo arqueológico Waqrapukara basado en la figura 30. En esta imagen se destaca sus elementos arquitectónicos más relevantes. Se ha puesto especial énfasis en la ubicación de la plaza principal que constituye un espacio central dentro del conjunto, así como en las formaciones rocosas conocidas como los cuernos “Waqras”.

Figura 14.

Plano topográfico representación: plaza principal y los cuernos “Waqras”



Nota. Ministerio de Cultura.

En la figura 14 se muestra el plano topográfico de complejo arqueológico de Waqrapukara resaltando la plaza principal y los cuernos “Waqras” donde las áreas en color marrón representan los “Waqras” o cuernos los cuales orientan hacia la salida del sol y el sector en color verde corresponde a la plaza ceremonial, un espacio central destinado a eventos colectivos de carácter ritual. En esta área se llevaban a cabo celebraciones importantes, marcadas por el calendario agrícola o espiritual del imperio inka.

Figura 15.

Fenómenos astronómicos en el complejo arqueológico Waqrapukara



Nota. Elaboración propia

4.4 Resultados astronómicos observados en el complejo arqueológico de Waqrapukara.

En la figura 15 se muestran los fenómenos astronómicos del equinoccios y solsticios representado en el plano del complejo arqueológico de Wakrapukara.

Equinoccio de otoño (20 de marzo) y equinoccio de primavera (22 - 23 de setiembre)

Estos dos fenómenos se muestran en el plano con las flechas de color morado y verde, las cuales representan la salida y la puesta del sol, donde la salida del sol se proyecta directamente hacia la puerta principal de ingreso hacia el centro arqueológico de Waqrapukara. Asimismo, en este eje se encuentra ubicada la plaza central del ushnu, empieza aproximadamente con una orientación desde el este 7° hacia el norte ($E7^\circ N$) la fotografía fue tomada a las 6:46 am y la entrada del sol, la fotografía fue tomada a las 5:35 pm donde se muestra una fotografía casi perfecta exhibiendo al sol en medio de los dos cuernos del complejo arqueológico de Wakrapukara.

Solsticio de invierno (21 de junio)

Este fenómeno es el más importante de todo el año porque representa la fiesta del Sol y en el complejo arqueológico de Wakrapukara se observa claramente con la flecha de color rojo el cual empieza al amanecer con la salida del sol, se proyecta directamente con la triple jamba siendo a su vez paralela a la entrada del templo de la luna lo cual se orienta desde el este 24° hacia el norte ($E24^\circ N$). La fotografía fue tomada a las 6:48 a.m. y la puesta del sol fue tomada a las 5:38 p.m.

Solsticio de verano (21 de diciembre)

El solsticio de verano empieza con la salida del sol, se proyecta directamente con la entrada al templo del viento. Asimismo, con el muro curva de una sola jamba, se orienta desde el este con dirección de 23° hacia el sur (E 23° S) y está representado con la flecha de color amarillo como se muestra en la fotografía captada a horas 6:35 a.m. y la puesta del sol termina a horas de la tarde 5:41p.m.

4.5 Análisis e interpretación de resultados.

Los resultados obtenidos en el análisis del complejo arqueológico de Waqrapukara evidencian una clara intencionalidad en la orientación de sus estructuras en función a fenómenos astronómicos específicos, como los solsticios y equinoccios. Las mediciones realizadas en campo durante las fechas clave revelan alineaciones precisas con la salida y puesta del sol, lo que sugiere que la arquitectura del sitio no solo respondía a criterios defensivos o ceremoniales, sino que incorporaba un profundo conocimiento astronómico. Este patrón se observa también en otros sitios incaicos, como lo señala Halire Ccahuana Alejandrino (2017), quien identifica en Waqrapukara nichos con formas y orientaciones que representarían fechas astronómicas importantes, consolidando su carácter sagrado y su uso como observatorio solar.

En este sentido, los hallazgos coinciden con los de Ghezzi y Ruggles (2006), quienes demostraron en las torres de Chankillo una alineación perfecta con el ciclo solar anual, lo cual refleja una tradición andina de integrar el conocimiento del cielo y los accidentes geográficos en la planificación arquitectónica. De igual manera, las estructuras en Huánuco Pampa presentan alineaciones asociadas con el calendario agrícola, lo que, según Rubina

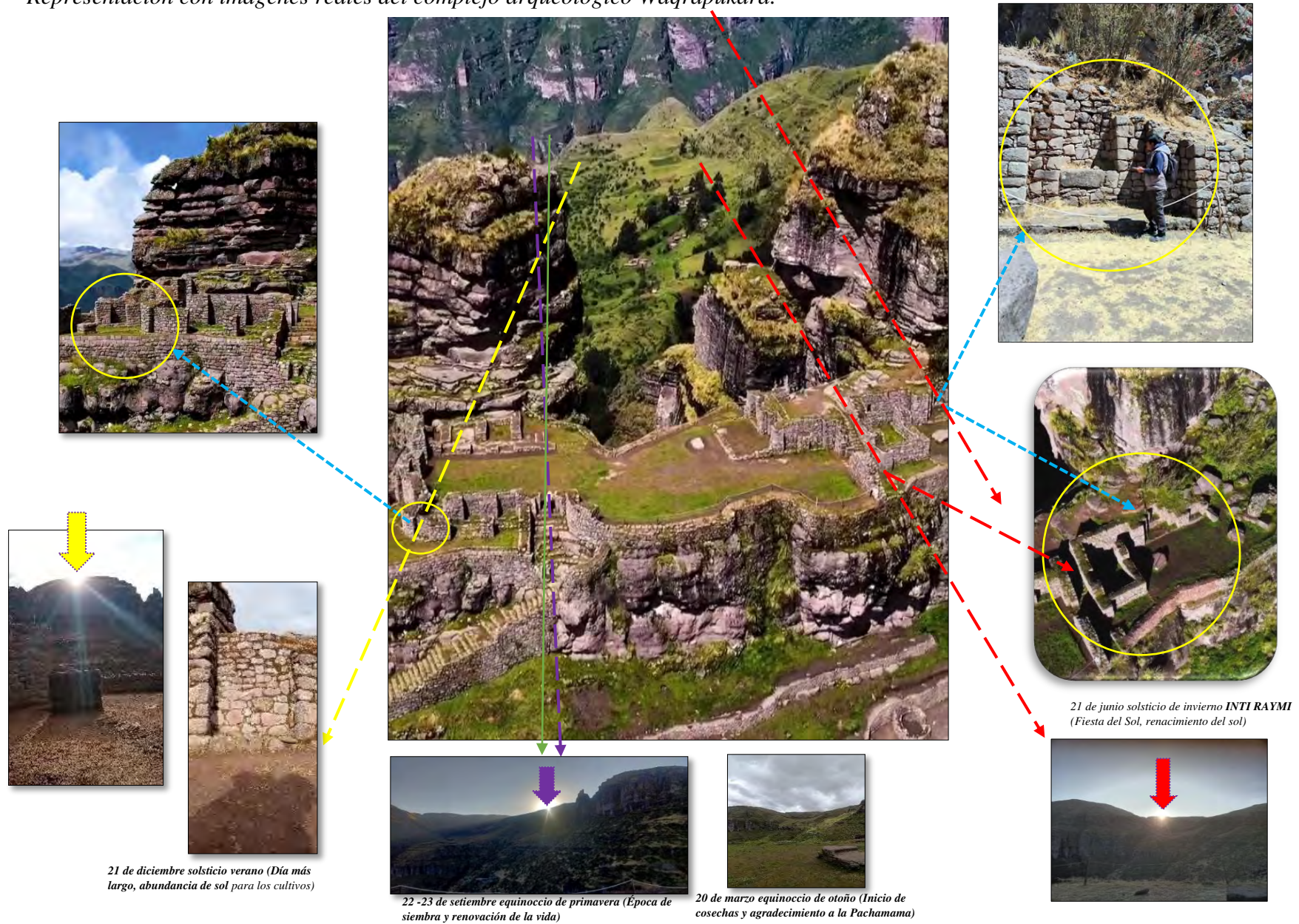
López et al. (2022), indica que la observación astronómica cumplía un rol funcional en la organización del tiempo para las actividades productivas. En Waqrapukara, la alineación del sol entre los dos cuernos durante los equinoccios, fotografiada en el momento exacto de salida y puesta solar, refuerza esta función de marcador temporal, posiblemente utilizado para iniciar rituales vinculados al ciclo agrícola.

Además, el uso ritual de los espacios en torno a estos fenómenos astronómicos refuerza la hipótesis de que la cosmovisión andina estaba profundamente entrelazada con los cambios en la posición solar. En el solsticio de invierno, por ejemplo, se ha documentado la realización de ofrendas y pagos a la tierra en uno de los cuernos del complejo, acto que guarda relación con la ceremonia del *Inti Raymi*, festividad solar del calendario inka. Esta práctica se ve en otras regiones del Tawantinsuyu, como lo mencionan Moyano Vasconcellos et al. (2020), quienes destacan la articulación entre caminos, santuarios y observaciones solares como parte de un sistema de estructura del espacio ceremonial.

La evidencia arqueoastronómica identificada en Waqrapukara también sugiere un enfoque social y político, ya que el manejo del calendario y la interpretación de los fenómenos del cielo estaban en manos de grupos conocedores del saber astronómico, lo cual respaldaba una división de roles sociales basada en el conocimiento astronómico y ceremonial. Como señala Cornejo Guerrero (2013), Waqrapukara funcionaba como un santuario asociado a la administración territorial inka, y su diseño astronómico habría sido un componente clave en la consolidación de esa función.

Figura 16.

Representación con imágenes reales del complejo arqueológico Waqrapukara.



Nota. Elaboración propia

4.6 Resultado de las mediciones arqueoastronómicas con una visión panorámica.

En la figura 16 se observa una representación real del complejo arqueológico de Waqrapukara, donde se identifican alineamientos astronómicos relacionados con los solsticios y equinoccios, reflejando el vínculo entre la arquitectura sagrada y los ciclos solares. A través de líneas de colores (rojo, amarillo y morada), se marcan las direcciones del recorrido solar en fechas clave del calendario inka.

La flecha roja indica el punto de salida y puesta del sol durante el solsticio de invierno (21 de junio), fecha del Inti Raymi, asociada al renacimiento del sol. Esta alineación atraviesa sectores rituales del sitio, lo que sugiere una planificación intencionada para captar el primer rayo solar en dirección a la triple jamba durante ese evento o fenómeno astronómico.

La flecha amarilla representa el eje solar del solsticio de verano (21 de diciembre), momento del año con mayor duración del día, relacionado con la abundancia agrícola. El sol ilumina espacios ceremoniales precisos, destacando su rol en rituales de fertilidad y agradecimiento.

Finalmente, las líneas punteadas y flechas morada y verde señalan los equinoccios de primavera (22-23 de septiembre) y otoño (20 de marzo), marcando el equilibrio entre luz y oscuridad. En ambas fechas, el sol se alinea de forma simétrica con estructuras clave, revelando su importancia para actividades de siembra.

Los círculos resaltan recintos y muros que reciben luz directa en esas fechas, lo que sugiere una intención deliberada de orientar la arquitectura hacia eventos solares para marcar ciclos agrícolas y ceremoniales. Esto refuerza la idea de que Waqrapukara no solo fue un centro ceremonial, sino también un observatorio solar.

Figura 17

Salida del sol, el 21 de junio solsticio.



Nota. Elaboración propia.

Figura 18

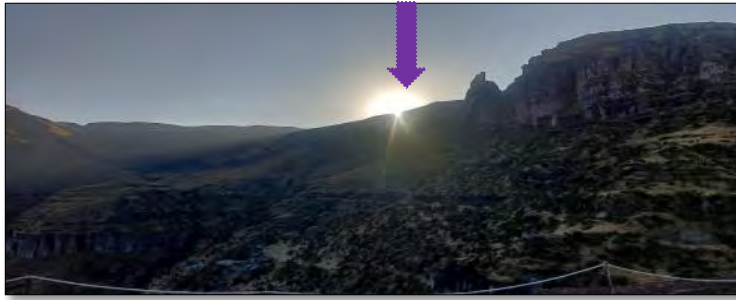
Salida del sol, 21 de diciembre solsticio.



Nota. Elaboración propia.

Figura 19

Salida del sol 22 de setiembre, equinoccio.



Nota. Elaboración propia.

4.7 Resultado de las puestas del sol.

En las figuras 17, 18 y 19 se muestran las salidas del sol en Waqrapukara con fotografías que evidencian alineamientos solares. Las líneas de colores indican las direcciones del sol en solsticios y equinoccios: la traza roja corresponde al solsticio de invierno (21 de junio, Inti Raymi), la amarilla al solsticio de verano (21 de diciembre) y la morada equinoccio de otoño (marzo y septiembre).

Figura 20

Camino inka que inicia en el pueblo de Chosecani con dirección al complejo arqueológico de Waqrapukara.



Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Espejos de agua



Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Colcas inkas.



Nota. Elaboración propia.

4.8 Resultados del registro fotográfico y análisis de evidencias arqueológicas en Waqrapukara.

En la figura 20 se muestra un tramo bien conservado de un Camino Inka (Qhapaq Ñan), presumiblemente la ruta que conecta el pueblo de Chosecani con el complejo arqueológico de Waqrapukara. Se distingue claramente la ingeniería vial incaica: un sendero empedrado flanqueado por muros de contención bajos de piedra. Este tipo de camino no solo facilitaba el tránsito y la comunicación entre centros poblados y

administrativos, sino que también era un símbolo de la expansión y el poder del Tawantinsuyu.

Espejos de Piedra o T'oqos que se muestra en la figura 21 se evidencia una gran roca plana con varias concavidades o depresiones pulidas, conocidas como "Espejos de Piedra" o T'oqos (pozos/huecos). Su principal función más aceptada para estas estructuras circulares (en este caso, se aprecian cuatro) es su uso con fines astronómicos. Al llenarse de agua, actuaban como espejos cóncavos, reflejando las estrellas y las constelaciones en la noche, lo que permitía a los astrónomos inkas medir el tiempo, observar eventos o fenómenos y alinear sus calendarios agrícolas y festividades. Eran herramientas esenciales para la cosmovisión y la planificación agrícola.

Colcas o almacenes incaicos que se muestran en la figura 22 representa un conjunto de estructuras circulares de piedra ubicadas en una pendiente o terraza alta, identificadas como colcas. Estas eran los almacenes estatales del imperio inka. Su función principal era conservar y asegurar el excedente de la producción agrícola, como maíz, papa, quinua, cañihua y otros productos esenciales. La estrategia de ubicarlas en lugares elevados, como a 4200 m.s.n.m., era clave. A esta altitud, las temperaturas frías, junto con la excelente ventilación, creaban un ambiente natural de refrigeración y secado, optimizando la conservación de los alimentos para ser utilizados durante épocas de escasez o sequía, o para sostener al ejército y a la administración imperial.

Figura 23

Andenería agrícola del complejo arqueológico de Waqrapukara.



Nota. Elaboración propia.

Figura 24

Huchuy Waqra sitio que alberga varias colcas inkas.



Nota. Elaboración propia.

4.9 Resultados complementarios sobre las estructuras agrícolas y funcionales en Waqrapukara.

Andenes de Experimentación Agrícola que se evidencian en la figura 23 son muestras de terrazas escalonadas, con su diseño especializado, funcionaban como un laboratorio de agroingeniería. Al crear microclimas artificiales en cada nivel, los inkas podían probar, aclimatar y mejorar las variedades de cultivos de diferentes pisos

ecológicos. Esto garantizaba la diversidad de especies y aumentaba la productividad para sostener a una vasta población.

Huchuy Waqra (Pequeña Waqra) que se evidencia en la figura 24 representa la cúspide de la integración funcional inka. Su ubicación extrema en la cima de un acantilado le confería un triple rol vital: servía como un importante centro ceremonial o santuario, conectando el imperio con sus deidades de montaña (Apus); operaba como un puesto de control o fortaleza defensiva crucial, debido a su posición inexpugnable para vigilar el territorio; y, finalmente, funcionaba como un almacén logístico estratégico. Esta última función era clave, pues las bajas temperaturas y la ventilación natural de la altura permitían la conservación a largo plazo de los cultivos, asegurando el abastecimiento y la autosuficiencia tanto de la guarnición como de las necesidades del Estado en esa región montañosa.

CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general, se ha determinado que el diseño arquitectónico del complejo arqueológico de Waqrapukara mantiene una estrecha relación con los conocimientos astronómicos desarrollados por la civilización inka y con la organización de las actividades agrícolas en la región de Acomayo. Las mediciones realizadas en campo durante el solsticio de invierno (21 de junio), solsticio de verano (21 de diciembre), equinoccio de otoño (20 de marzo) y equinoccio de primavera (22 - 23 de septiembre) permitieron comprobar que las estructuras principales como los portales y las jambas, en especial la de la triple jamba presentan alineaciones orientadas hacia la salida y la puesta del sol en fechas específicas. Asimismo, estas alineaciones se complementan con elementos naturales integrados al diseño del conjunto arquitectónico, particularmente con las formaciones rocosas conocidas como los “Waqras” o cuernos, que constituyen uno de los rasgos más emblemáticos del sitio.

Esto evidencia una **planificación intencionada** basada en la observación sistemática del comportamiento solar, lo que demuestra que la disposición arquitectónica no fue producto del azar, sino resultado de una comprensión profunda del movimiento solar y su relación con el territorio. En consecuencia, los resultados obtenidos permiten afirmar con mayor claridad que Waqrapukara funcionó como una waka, es decir, un centro sagrado de observación y conexión espiritual con los astros, donde la ciencia, la ritualidad y la organización agrícola se integraban en una misma concepción del espacio.

Así, se confirma que el complejo no fue únicamente una fortaleza o un punto estratégico, sino una manifestación tangible del conocimiento astronómico y simbólico inka, en la que la observación solar guiaba tanto las actividades agrícolas como las ceremoniales, reafirmando su papel dentro del entorno sagrado del Tawantinsuyu.

En relación con el primer objetivo específico que buscó investigar las alineaciones arqueoastronómicas indicativas de los solsticios y equinoccios, se identificaron direcciones bien definidas en las estructuras principales del sitio: se orienta 24° del este hacia el norte ($E24^{\circ}N$) durante el solsticio de invierno (21 de junio), evidenciada por su alineación directa con la estructura de la triple jamba y, a su vez, por su disposición paralela a la entrada del Templo de la Luna. En el equinoccio de otoño (20 de marzo) se documenta una orientación de 7° del este hacia al norte ($E 7^{\circ} N$), proyectada directamente desde la puerta principal de ingreso hacia el núcleo ceremonial del centro arqueológico de Waqrapukara. Finalmente, durante el solsticio de verano (21 de diciembre) se identifica una orientación de 23° del este hacia el sur ($E 23^{\circ} S$), alineada con la entrada al Templo del Viento y con el muro curvo de una sola jamba. Estas orientaciones coinciden con los puntos de salida y puesta del Sol en las fechas señaladas, mostrando un dominio técnico de la observación solar y una planificación arquitectónica ajustada a estos fenómenos. Dichos resultados corroboran que las alineaciones no fueron producto del azar, sino el resultado de una observación prolongada y de un conocimiento astronómico preciso por parte de los ingenieros inkas.

Referente al segundo objetivo específico, que consistió en analizar la influencia del conocimiento astronómico en la organización del calendario agrícola de la zona de Acomayo, se observó que los cambios en la posición del Sol marcaban los momentos de transición estacional que las comunidades andinas utilizaban para definir las épocas de preparación del terreno, siembra, crecimiento, floración, cosecha y almacenamiento.

Las mediciones registradas, especialmente las correspondientes al solsticio de invierno (21 de junio) y al solsticio de verano (21 de diciembre), muestran una clara correspondencia con los ciclos agrícolas anuales, lo que permite afirmar que el conocimiento astronómico inka fue aplicado directamente en la planificación del trabajo

agrícola y en la sincronización de las actividades productivas con los eventos solares visibles.

Asimismo, se determinó que el complejo arqueológico de Waqrapukara servía como punto de referencia para los pueblos aledaños, quienes se guiaban por sus alineaciones solares para organizar sus prácticas agrícolas, manteniendo viva la relación entre el sol, la tierra y la vida de las comunidades andinas.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

A las autoridades universitarias, se recomienda considerar convenios con el Ministerio de Cultura u otras instituciones afines, que permitan facilitar el acceso a los centros arqueológicos y promover investigaciones académicas orientadas a su estudio arqueoastronómico y preservación.

A los docentes de la Escuela Profesional de Física, se les recomienda incentivar proyectos de investigación que integren los fundamentos teóricos de la Física con el estudio de fenómenos astronómicos observables en contextos arqueológicos, como las orientaciones solares y lunares presentes en los centros arqueológicos.

A los estudiantes, se les recomienda continuar con investigaciones orientadas a la observación solar y al seguimiento de los ciclos lunares, así como a la medición de la radiación solar en fechas clave como los solsticios y equinoccios, con el propósito de enriquecer su conocimiento arqueoastronómico mediante el trabajo de campo. Asimismo, se sugiere desarrollar proyectos derivados del presente estudio como el análisis comparativo de alineaciones astronómicas en otros complejos arqueológicos del Cusco, la reconstrucción virtual de Waqrapukara y el estudio del simbolismo astronómico de las formaciones rocosas “Waqras”, esto con el fin de fortalecer la formación científica y contribuir al desarrollo de la arqueoastronomía andina.

REFERENCIAS

- Rojas-Gamarra, M., & Stepanova, M. (2015). Sistema de numeración Inka en la Yupana y el Khipu. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 46-68. Obtenido de <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/190>
- Alarcón Velazco, C. E., & Trebejo, I. (2014). *Caracterización agroclimática de la Región Cusco*. Cusco: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12542/453>
- Asmat Vásquez, E. R. (2019). *Análisis arqueoastronómico del templo de Queneto para determinar [Tesis de licenciatura, Universidad de Trujillo]*. Repositorio Institucional, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14414/13299>
- Ayma, E. (2018). La agricultura en el Tahuantinsuyo y su relación con el calendario astronómico andino. *Revista de Investigaciones Sociales*, 22(39), 145–162.
- Bonilla Romero, J., Godoy Morales, O. L., & Sarmiento Sarmiento, E. (2019). La Arqueoastronomía, una alternativa de enseñanza de la Astronomía. *Revista Científica*, 234-243. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021329>
- Cartwright, M. (Febrero de 2015). Comida y agricultura inca. *World History Encyclopedia*, 1-5. Obtenido de https://www.worldhistory.org/trans/es/2-792/comida-y-agricultura-inca/?fbclid=IwY2xjawGwJ0hleHRuA2FlbQlXMAABHXD3xktmf1_PtWkiVC2mpRi39oWO-n4vfsC8Y7_VemcYLizrD0Q6nhgfbw_aem_RLtSudkSyr0ChYANGkiaKg
- Collado Morante, F. M., & Romero Hinojosa, R. (2023). *Influencia del diseño de la ruta turística Waqrapukara en la demanda del turismo del distrito de Acos, provincia de Acomayo, Cusco - 2021*. Tesis de pre grado, Cusco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8432>
- Collado Morante, F., & Romero Hinojosa, R. (2021). *Influencia del diseño de la ruta turística Waqrapukara en la demanda del turismo del distrito de Acos, provincia de Acomayo, Cusco - 2021*. Tesis pre grado, Unsaac, Cusco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8432>
- Cornejo Guerrero, M. A. (2013). El Tawantinsuyu y el patrón de asentamiento provincial. *Revista de Arqueología Americana*, 113-167. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/45154833>
- Education, P. (2021). *Azimuth Angle*. Obtenido de PV Education: <https://www.pveducation.org/pvcdrom/properties-of-sunlight/azimuth-angle>
- Enciso Pillco, G., & Tumpay Sucno, L. A. (2023). *Manual de manejo agronómico del olluco para conservación ex situ*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2387>
- Escalante Ortiz, L. E., Eugenio Leiva, A., Santa Cruz Padilla, A. E., & Vásquez Orrillo, J. L. (2022). *Manual de manejo agronómico de kiwicha*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2019>
- Estrada Zúñiga, R. (2013). Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la region Cusco. Cusco. Obtenido de chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/57cd2519-66bd-449a-8617-b6bb9fdf8dc2/content
- Ghezzi, I., & Ruggles, C. (2006). Las Trece Torres de Chankillo: arqueoastronomía y organización social en el primer observatorio solar de América. *Boletín De Arqueología PUCP*(10), 215-235. doi:<https://doi.org/10.18800/boletin-de-arqueologia-pucp.200601.010>
- Guamán Poma de Ayala, F. (1615). La nueva crónica y buen gobierno. Perú. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20191121014717/Nueva_coronica_y_buen_gobierno_1.pdf
- Gutierrez Baez, R. (2023). El panorama de la arqueología de la provincia de Acomayo en base a las investigaciones arqueológicas. *Ñawpa Marca*, 3(7), 67-88. doi:<https://doi.org/10.70748/m.7.2023.96>
- Halire Ccahuana, A. (2017). *Historia de la etnia Qanchi, Pomacanchi, y de Waqrapukara*. Cusco. Obtenido de <https://alejandrinohalire.wixsite.com/educa-qanchi/historias-qanchis>
- Huamán Tapara, J. C., Flores Huarco, N. H., Valverde Rodríguez, A., & Jara Claudio, F. R. (2024). Rendimiento de diez variedades de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen) en Chumbivilcas, Cusco-Perú. *Revista Alfa*, VIII(24), 930–938. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.314>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). *Variedad de Cañihua INIA 406 - Illpa*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1926>
- Jenkins, A. (2013). The Sun's position in the sky. doi:10.1088/0143-0807/34/3/633
- Leibowicz, I., Moyano, R., Ferrari, A., Acuto, F., & Jacob, C. (2017). Archaeoastronomy on Inca Sites in the. 165 - 187.
- Moltalvo peña, H. (2014). Arquitectura y etnohistoria de Ollantaytambo. En H. Moltalvo peña, *Arquitectura y etnohistoria de Ollantaytambo* (págs. 13-14). Obtenido de <https://www.calameo.com/read/0050658552458640639f5>
- Moyano Vasconcellos, R., Moralejo, R., & Guillermina Couso, M. (Abril de 2020). ¿un sistema de ceques en el shincal de Quimivil? espacio social y arqueoastronomía en una capital Incaica. 165 - 184.
- Moyano, R., Díaz, M., Moralejo, R., Couso, G., & Raffino, R. (2015). *Arqueoastronomía en el Shical de Quimivil: Análisis preliminar de un sitio inca en la franja del lunistio mayor al sur*. Recuperado el 6 de Octubre de 2024, de https://www.academia.edu/14260328/Arqueoastronom%C3%ADa_en_El_Shincal_de_Quimivil_An%C3%A1lisis_preliminar_de_un_sitio_Inca_en_la_franja_del_lunistio_mayor_al_sur
- Moyano, R. (2018). "De noche también sale el sol". arqueoastronomía y ciclos lunares en los andes del Collasuyo. 58-83.
- Ortiz García, E. (Junio de 2012). Una aproximación a los estudios arqueoastronómicos en los andes precolombinos. *Diálogo Andino - Revista de Historia, Geografía y Cultura Andina*, 57-72. Recuperado el 30 de Setiembre de 2024, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371336249006>

- Perú, B. (09 de abril de 2024). *Waqrapukara*. Obtenido de <https://www.boletoperu.pe/travel-blog/waqrapukara-lets-go-to-the-horn-fortress>
- Quispe, C., Mansilla, R., Chacón, A., & Blas, R. (2015). Análisis de la variabilidad morfológica del “año” *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón procedente de nueve distritos de la Región Cusco. *Ecología Aplicada*, 14(1-2), 33-42. doi:<https://doi.org/10.21704/rea.v14i1-2.97>
- R. Ipiéns, C. (3 de Noviembre de 2011). *Arqueoastronomía*. Obtenido de https://es.slideshare.net/slideshow/arqueoastronomia-10013586/10013586?fbclid=IwY2xjawGv-u1leHRuA2FlbQIxMAABHdcALmAg-cC9b1pJst2wgponPk5-Bqzebub5zt_K4VFTXWKQimoKEKgNTA_aem_amUbUtZcGuF1BiEW-HPaJw
- Rafael, K. (1969). *A totalitarian state of the past: The civilization of the Inca Empire in ancient Peru*. Finlandia: Kennikat Press; Facsimile edition.
- República, L. (30 de junio de 2017). *Arqueología del Perú*. Obtenido de <https://arqueologiadelperu.com/andenes-de-moray-cusco-tienen-origen-cosmico/>
- Rojas Gamarra, M., & Correa, R. (2016). Design of a Program in Matlab environment for Gamma Spectrum Analysis of Geological samples. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1742-6596/720/1/012051
- Rojas Gamarra, M., & Huaman, E. (2015). Matemática Física y Astronomía Inka. Obtenido de <http://www.etnomatematica.org/ojs310/index.php/RevLatEm/article/view/190>
- Rojas Gamarra, M., & Zen Vasconcellos, C. (2019). The Constellations and Spacetime concept according to the Inkas. *Astronomische Nachrichten*, 18–22. doi:10.1002/asna.201913552
- Rojas Gamarra, M., Gullberg, S., Estrázulas, M., Horvath, J., & Zen Vasconcellos, C. (2020). Complementary Duality of the Inca's Cosmovision: An astrophysics perspective. *Astronomische Nachrichten*, 817–827. doi:10.1002/asna.201913718
- Rojas Gamarra, M., Gullberg, S., Estrázulas, M., Horvath, J., & Zen Vasconcellos, C. (Diciembre de 2021). Inka's Cosmovision, Space, Time, and Cosmos: A Western perspective. *Astronomische Nachrichten*, 31–38. doi:10.1002/asna.202113876
- Rojas-Gamarra, M. &. (2015). Sistema de numeración Inka en la Yupanay el KhipuThe Inka numeration system in the Yupanaand Khipu. *Revista Latinoamericana de Etnomatematica*, 8(3), 46-68. Obtenido de <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/190>
- Ross Ure, A. (2020). *arXiv*. Obtenido de Derivation of solar position formulae and applications: <https://arxiv.org/abs/2009.07094>
- Rubina López, D. A., Ortega Mallqui, A., & Lazo Salcedo, C. Á. (2022). Evidencias de la existencia de una filosofía andina. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, VI(2), 139-156. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1869
- Zuñiga Bernal, M., & Tumpay Sucno, L. A. (2023). *Guía de manejo agronómico de oca para conservación ex situ*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2398>

ANEXOS

Anexo 1

Glosario de términos

Arqueoastronomía.

La arqueoastronomía es una disciplina que estudia cómo las antiguas culturas entendían el cielo y lo incorporaban en sus construcciones, rituales y formas de vida. Combina métodos de la arqueología y la astronomía para analizar alineamientos solares, lunares o estelares en sitios históricos, buscando comprender la relación entre los pueblos del pasado y los fenómenos naturales.

Waka

En la cultura inka, una waka (también escrita huaca) era un lugar, objeto o elemento natural considerado sagrado. Podía ser una roca, una montaña, una fuente de agua, una cueva o incluso un árbol. Los inkas creían que en estos sitios habitaban fuerzas espirituales o ancestros, por lo que eran puntos clave para realizar ofrendas, rituales y pedir protección.

Anexo 2

Fotografías evidenciadas en la investigación arqueoastronómica en el complejo arqueológico de Waqrapukra.

Figura 25

Camino inka con dirección al complejo arqueológico de Waqrapukara.



Nota. Inicio de ruta del Camino inka desde el centro poblado de Chosecani con dirección hacia el complejo arqueológico de Waqrapukara.

Figura 26

Ruta del Camino inka.



Nota. La fotografía muestra el Camino inka escalonado y pendiente en dirección hacia la fortaleza de Waqrapukra.

Figura 27

Vista de la fortaleza de Waqrapukara.



Nota. La fotografía muestra una vista panorámica desde el este: la fortaleza de Waqrapukara.

Figura 28

Medición de las coordenadas.



Nota. La fotografía muestra las coordenadas y medidas de altitud y latitud dentro del complejo arqueológico de Waqrapukara.

Figura 29

Observación desde el Google Maps.



Nota. La fotografía muestra una visión panorámica desde Google Maps con proyecciones a distintos nevados.

Figura 30

La luna ubicada en el centro de las dos waqras.



Nota. Esta imagen es la evidencia incuestionable del diseño astronómico de Waqrapukara.

La luna llena centrada en la abertura de los picos rocosos no es al azar: es una alineación planificada.

Los inkas usaron el paisaje como una mira monumental. Esta ingeniería intencionada servía para monitorear a Mama Killa (madre luna), deidad clave para el calendario y los ciclos agrícolas. La perfección del encuadre confirma que Waqrapukara fue un observatorio ceremonial y astronómico, integrando la arquitectura inka.

Figura 31

Imagen del complejo arqueológico de Waqrapukara.



Nota. La fotografía muestra una visión panorámica del centro arqueológico Waqrapukara tomada desde los más alto posible.

Figura 32

Observación desde el Google Earth.



Nota. La fotografía muestra una visión de Waqrapukara usando el Google Earth simulando las salidas del sol.

Figura 33

Laguna por ruta de Chosecani.



Nota. La fotografía muestra una laguna vista en la ruta hacia Waqrapukara.

Figura 34

Planta de espinas.



Nota. La fotografía muestra plantas de espinas encontradas en la ruta hacia Waqrapukara.

Figura 35

Encuestas realizadas.



Nota. La fotografía muestra la encuesta realizada al encargado de la vigilancia del complejo arqueológico de Waqrapukara.

Figura 36

Encuestas realizadas.



Nota. La fotografía muestra la encuesta aplicada a una pobladora local como parte del trabajo de campo en la comunidad Huayqui.

Figura 37

Encuestas realizadas.



Nota. La fotografía muestra la encuesta aplicada a una pobladora local como parte del trabajo de campo en la comunidad Huayqui.

Figura 38

Encuestas realizadas.



Nota. La fotografía muestra el camino de ascenso hacia Waqrapukara, registrado durante el trabajo de campo.

Figura 39

Arquitectura de la triple jamba



Nota. La fotografía muestra la arquitectura incaica con triple jamba, característica de espacios ceremoniales en Waqrapukara.

Figura 40

Arquitectura de espacios rituales.



Nota. La fotografía muestra la arquitectura incaica de espacios rituales, en Waqrapukara.

Figura 41

Vista de control de llegada.



Nota. La fotografía muestra la plaza central de Waqrapukara, con puerta de control, típica de espacios rituales incaicos, y meseta de piedra usada para ofrendas a la tierra.

Figura 42

Arquitectura de una jamba



Nota. La fotografía muestra la arquitectura de una sala jamba que esta se conecta con la salida del sol en las fechas del solsticio de 21 diciembre.

Anexo 3

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	INDICADORES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo	
¿Cuál es la relación entre las prácticas agrícolas de los pobladores del lugar y la arqueoastronomía del complejo arqueológico Waqrapukara, ubicado en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025?	Examinar la relación existente entre el diseño del complejo arqueológico Waqrapukara y los saberes astronómicos con las actividades agrícolas, en la región de Acomayo.	Las prácticas agrícolas tienen relación con la arqueoastronomía del complejo arqueológico Waqrapukara en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025	Observaciones de los fenómenos astronómicos (solsticios y equinoccios).		
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica	Variables dependientes	Nivel de investigación: descriptivo correlacional y comparativo. Tipo de investigación: cualitativo aplicado. Diseño de investigación: longitudinal e interpretativo.	Fechas arqueoastronómicas importantes. Fechas importantes para la agricultura en las cercanías de Waqrapukara. Alimentos que se producían en tiempo de los inkas, y en estos tiempos en las cercanías del complejo de Waqrapukara.
¿Qué evidencias arqueoastronómicas existen en el complejo arqueológico Waqrapukara, en la provincia de Acomayo – Cusco 2023, 2024, 2025?	Investigar las alineaciones arqueoastronómicas en el complejo Waqrapukara que representan a los solsticios y equinoccios.	Las orientaciones relevantes en el complejo de Waqrapukara están vinculadas a fechas arqueoastronómicas significativas.	Prácticas agrícolas tradicionales.		
Problema específico (2)	Objetivo específico (2)	Hipótesis específica (2)			
¿De qué manera tienen relación las prácticas agrícolas con las épocas de las alineaciones posibles que se puedan encontrar en el complejo arqueológico Waqrapukara, en la provincia de Acomayo – Cusco 2025?	Averiguar la influencia del conocimiento astronómico del complejo arqueológico de Waqrapukara en la organización del calendario agrícola en la región de Acomayo.	Las orientaciones arqueoastronómicas del complejo de Waqrapukara están relacionadas con las fechas claves para la agricultura.	1.-Calendario arqueoastronómico. 2.-Fechas importantes para la agricultura. 3.-El clima en el tiempo de estudio. 4.-Productos que se siembran en las cercanías de Waqrapukara. 5.-Tipos de riego.		

Anexo 4

Encuesta para tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA

ENCUESTA PARA TESIS

Presentación:

Cordial saludo, Sr(a): El propósito de la presente encuesta es recabar información valiosa que contribuya al desarrollo de un trabajo de investigación, cuyo título es: **RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS CON LA ARQUEOASTRONOMÍA DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO WAQRAPUKARA EN LA PROVINCIA DE ACOMAYO - CUSCO 2023, 2024, 2025**

Por lo que solicito su comprensión, amabilidad y agradecer de antemano su colaboración y la sinceridad de sus respuestas GRACIAS.

Producto (nombre local y común)	Maíz: "Sara"
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Quinua: “kinuwa”
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	

Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Cañihua: “kañiwa”
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Amaranto : “kiwicha”
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Papa :
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Oca : “mashwa, aña”
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Producto (nombre local y común)	Lisas : “Ulluku”
Preparación del terreno (mes)	
Siembra (mes)	
Crecimiento y floración (mes)	
Cosecha (mes)	
Almacenamiento (mes)	
Relación con solsticios/equinoccios	
Influencia del clima en la producción	

Atentamente,



Dr. Milton Rojas Gamarra

Asesor