

TECNOLOGÍA PREHISPÁNICA DE RESERVORIOS DE AGUA (QOTAÑAS) EN LA CUENCA SUR DEL LAGO TITICACA: UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS REGIONES DE MACHACA Y VIACHA

Carlos Lémuz Aguirre¹ (<https://orcid.org/0009-0001-4055-1080>)
y Roger Cossio Carrillo²

Resumen

La presente comunicación resume los avances en la investigación arqueológica sobre el manejo de agua en reservorios artificiales denominados Qotañas o Qochas en la región ubicada al norte del Río Desaguadero, se discute el marco de desarrollo cultural, ideológico y social que involucró el uso de esta tecnología, preliminarmente interpretado a partir de los estudios regionales en la zona de Jesús de Machaca y excavaciones intensivas y extensivas efectuadas en el asentamiento monumental de Khonkho Wankane. Se profundiza el desarrollo de cuestionamientos en torno al aprovechamiento productivo y manejo de recursos en el marco de estos rasgos artificiales, comparando su desarrollo con el observado en otros lugares en las cuencas este y norte del Lago Titicaca.

Palabras clave: Qochas, Qotañas, Reservorios artificiales, Tecnología agrícola prehispánica

Abstract

This communication summarizes the advances in archaeological research on the management of water in artificial reservoirs called Qotañas or Qochas in the region located north of the Desaguadero River, the framework of cultural, ideological and social development that involved the use of this technology is discussed, preliminarily interpreted from regional studies in the Jesús de Machaca area and intensive and extensive excavations carried out in the monumental settlement of Khonkho Wankane. The development of questions about the productive use and management of resources within the framework of these artificial features is deepened, comparing their development with that observed in other places in the eastern and northern basins of Lake Titicaca.

Keywords: Qochas, Qotañas, Artificial reservoirs, Pre-Hispanic agricultural technology

Introducción

La región de Machaca comprende un territorio que se extiende sobre aproximadamente 600 km², en el margen este de la sección naciente del Río Desaguadero, entre un cordón cordillerano ubicado al norte, denominado como “Serranías Tiahuanacu” o “Quimsachata” y el Río Jacha Jawira (afluente del Río Desaguadero), ubicado al sur. La zona está dominada por dos paisajes primarios:

¹ Sociedad de Arqueología de La Paz, Carrera de Arqueología, Universidad Mayor de San Andrés. clemuzaguirre@gmx.es

² Searql SRL. rogercossio80@gmail.com

llanuras aluviales y terrazas; y, en menor medida, zonas montañosas, colinosas y abanicos de pie de monte (Janusek 2011, Lémuz 2011).

El proyecto arqueológico Jach'a Machaca desarrollado entre los años 2001 y 2011, en el entorno del sitio de Khonkho Wankane, incluyó un estudio prospectivo de carácter regional, centrado en una fracción de 44 km² del entorno inmediato de este sitio (Figura 1). El trabajo detectó la presencia de una elevada concentración de reservorios artificiales de agua (o Qotañas) dispuestas y articuladas en un espacio de 6 km² (Lémuz 2011). Estudios posteriores determinaron que este paisaje de alta concentración de reservorios artificiales conectados se extendía por toda la parte contigua al Río Jach'a Jawira, que atraviesa la región de Machaca de este a oeste hasta confluir en el Río Desaguadero (Lémuz 2023).

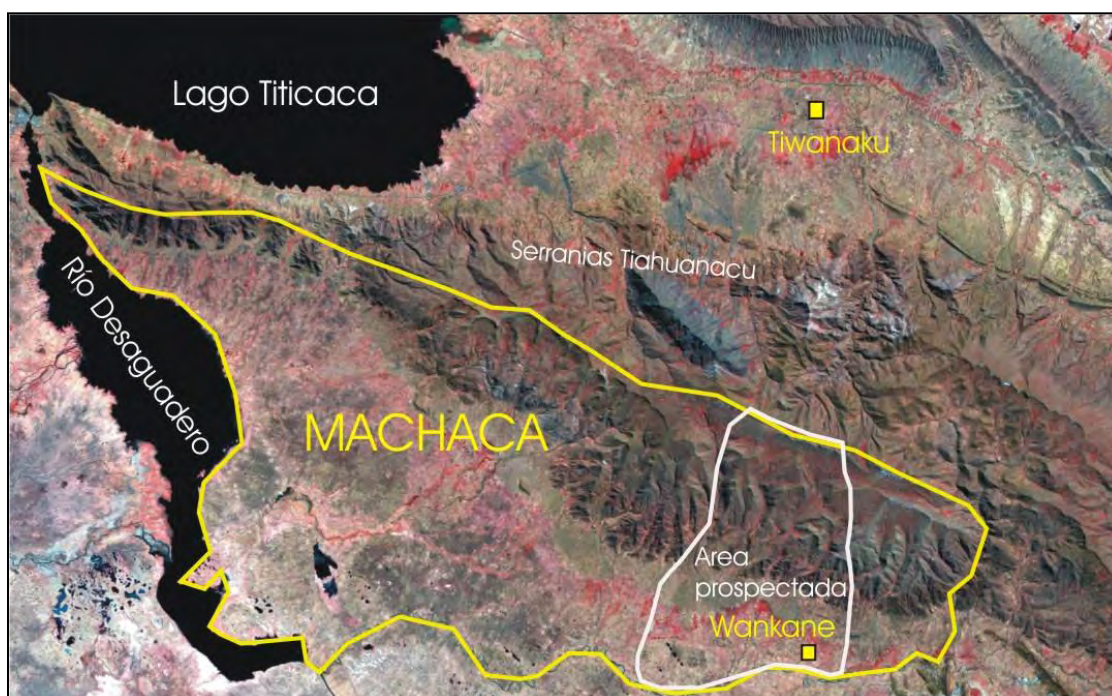


Figura 1. Ubicación de la Región de Machaca y el área de prospección del Proyecto Jach'a Machaca, al sur del Lago Titicaca y este del Río Desaguadero (Tomado de Lémuz 2023: Fig. 7)

Una de las preguntas centrales del proyecto de investigación Jach'a Machaca tenía que ver con la economía de la población y sus cambios a lo largo del desarrollo y transformación política e ideológica de la región, evaluando si la hipótesis que desarrolló Alan Kolata en el entorno del sitio de Tiwanaku podría, también, ser aplicada al entorno del sitio de Khonkho Wankane (Janusek 2018).

Con este objetivo en mente, las investigaciones exploratorias superficiales del año 2005 se focalizaron en el sector sur de las comunidades de Sullkatiti Lahuakhollo y Yauriri, lugares donde se identificó la presencia de un sistema extenso de antiguos reservorios de agua conectados por canales, algunos de los cuales todavía se hallan en uso (Figura 2). Observaciones posteriores, con el apoyo de imágenes satelitales, nos permitieron documentar más de 5500 reservorios artificiales entre el sitio de Wankane y el Río Desaguadero, concluyendo que en gran parte de la

región de Machaca y las zonas cercanas, hacia el este y sur del lugar, pudieron haber hecho uso de la tecnología de cosecha de agua en reservorios (Qocha y/o Qotaña), tanto para fines agrícolas como para actividades de ganadería de camélidos y provisión de agua para alimentación humana (Figura 3).



Figura 2. Vista Google Earth mostrando la concentración de Qotañas en las comunidades de Yauriri y Sullkatiti Lahuakollo, al norte del Río Jach'a Jawira

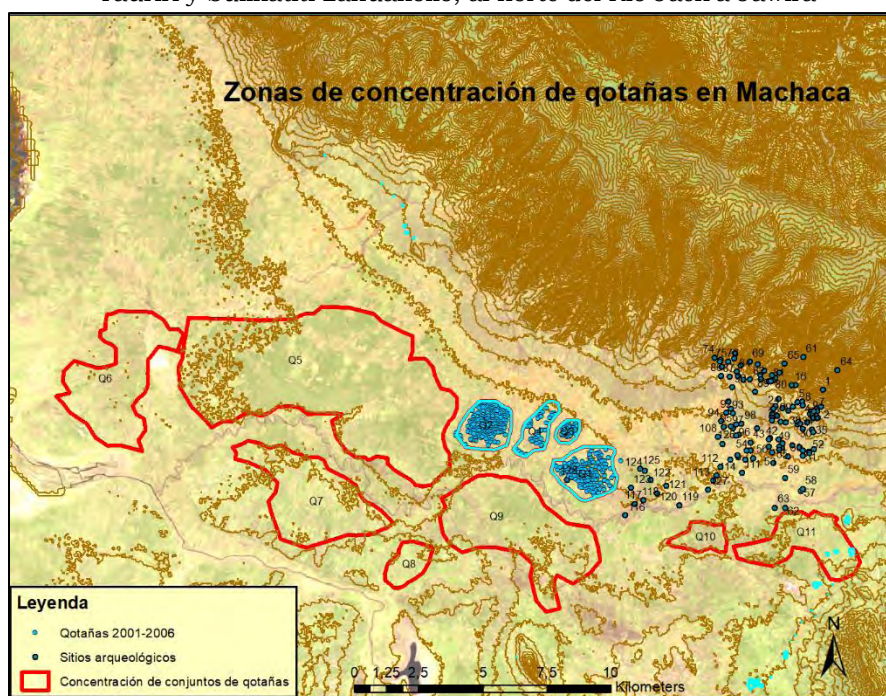


Figura 3. Mapa de la región de Machaca mostrando las zonas de concentración identificadas por el proyecto Jach'a Machaca

En la presente comunicación efectuamos una comparación de características entre las qotañas de Machaca y las identificadas por un reciente estudio (Cossio 2015), efectuado en un sector cercano ubicado al noreste, dentro de los municipios de Viacha y Laja, donde fueron identificadas aproximadamente 5000 q’otañas concentradas en 69 km², muy cerca de la zona alta de la Cuenca Katari (Qohani pampa). En la figura 4 se muestra una sección de 12 km² que fue prospectado por Roger Cossio el año 2013 (Cossio 2015).

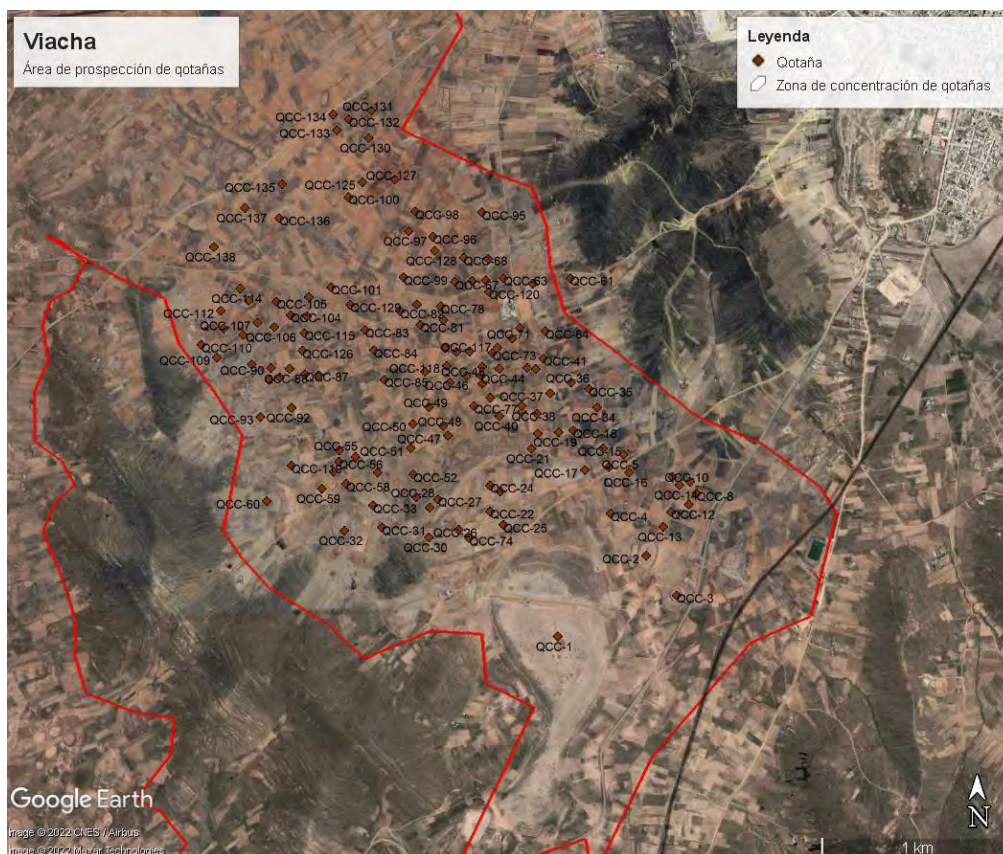


Figura 4. Mapa de la región de Viacha mostrando las qotañas identificadas por la prospección de Cossio (2015:)

Tecnología agrícola y manejo de recursos

Una de las características más destacables de las poblaciones prehispánicas, de la cuenca del Lago Titicaca, es que desarrollaron tecnologías agrícolas para condiciones altamente restrictivas e inseguras. Las terrazas (pata en quechua; takhana en aymara) sirvieron para incrementar la frontera agrícola limitada por las condiciones de altura, pendiente, vulnerabilidad a la erosión hídrica y eólica y características restrictivas del suelo para la agricultura. Los campos elevados o camellones (waru warus o suka khollus) fueron un desarrollo tecnológico diseñado para enfrentar las heladas, disminuir el proceso de colmatación del lago y aprovechar eficientemente el sedimento rico en nutrientes para la mejora de la productividad en los cultivos. Finalmente, las qochas o q’otañas, eran sistemas de reservorios contruidos artificialmente para coleccionar y almacenar el agua de lluvias y emplearlos de manera planificada para fines agropecuarios, crianza de camélidos o la instalación de microambientes apropiados para la captura de aves, siendo un

aspecto clave la determinación de su ubicación y las características de su construcción y mantenimiento, dado que estas tenían gran utilidad en zonas elevadas o con muy bajo o discreto nivel de precipitaciones (Ochoa 1987; Erickson 2000; Kendall y Rodríguez 2002; Kendall y Rodríguez 2009; Lémuz 2023; Craig et al).

Las qotañas documentadas, en la cuenca del Lago Titicaca, frecuentemente se hallan formando redes de canales que permiten trasvasar el agua de un reservorio a otro, aprovechando la pendiente natural del terreno donde se emplazan (Figura 5).

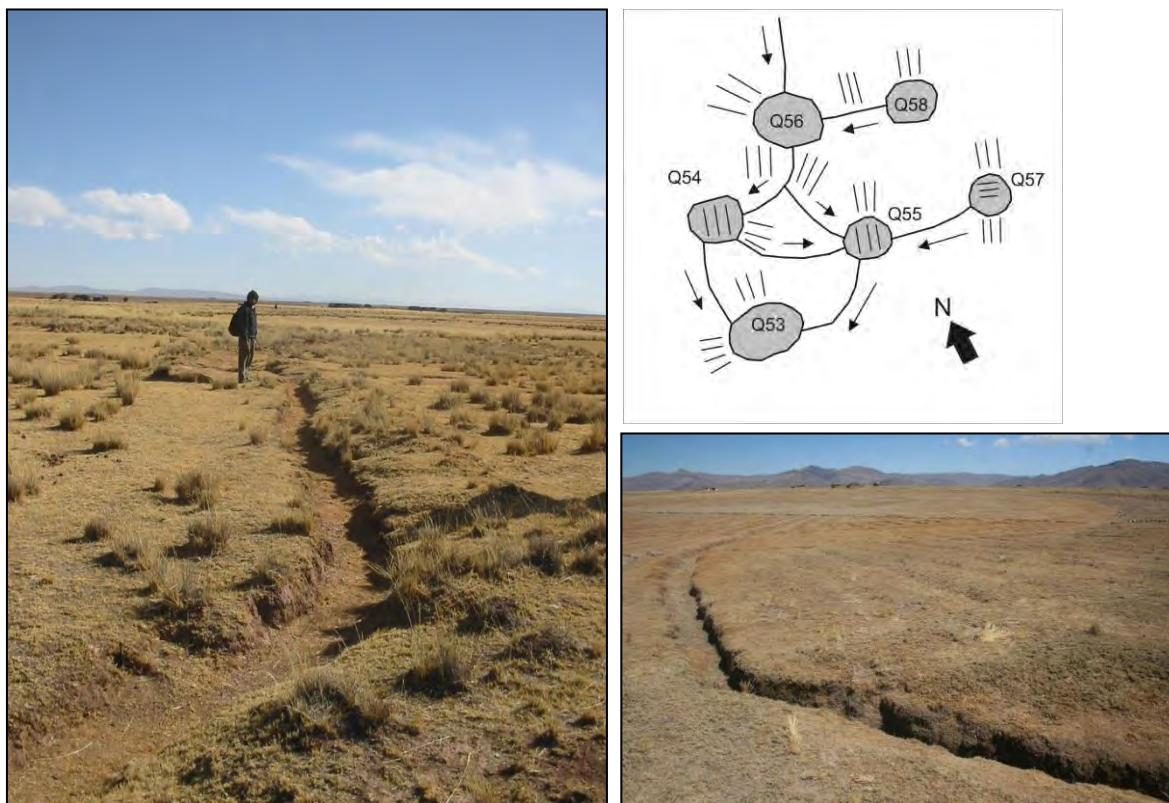


Figura 5. Qotañas y canales que los articulan

Según su forma, pueden ser circulares, elipsoidales, arriñonadas o irregulares. Flores Ochoa (1987) estableció una primera clasificación, pero incluyendo formas rectangulares con los lados cortos cóncavos. Su magnitud y profundidad varía grandemente pero, por lo general, tienden a tener un fondo llano, contorno de paredes evertidas con leve pendiente y surcos radiales o concéntricos que, conforme se alejan del centro de la qotaña, adquieren una forma intercalada o de zigzag. Estos rasgos ayudan a administrar la inyección del agua que penetra en el depósito, reteniendo los sedimentos y evacuando únicamente el agua. De esta manera se contribuye a minimizar los efectos erosivos de las corrientes de agua.

Antecedentes de las investigaciones de agricultura prehispánica en qochas o qotañas en la cuenca del Lago Titicaca

Los paisajes donde se hallan estos rasgos en la cuenca del Lago Titicaca, vienen siendo identificados y estudiados desde hace unas cuatro décadas. Recientes investigaciones, en el sector de la cuenca del Ramis en Puno (Perú), dan cuenta de unos 384 km² donde han sido identificadas 11737 qochas (Flores et al 2012). No obstante, estos sistemas aún no han sido suficientemente estudiados. Clark Erickson (2000:337) considera que son la tercera tecnología agrícola más importante en la transformación del paisaje prehispánico de la Cuenca del Lago Titicaca. Luis Flores, Nathan Craig y Mark Aldenderfer (2012) investigaron la posible explicación geológica para la ubicación de estos rasgos y su relación con el patrón de asentamientos de Pucara durante el Formativo Tardío en la región de la cuenca del Río Ramis (500 a.C. a 400 d.C.), llegando a la preliminar conclusión que existe una alta correlación con los límites del paleolago Minchin y que su disposición y uso -en gran escala- se dio a partir del desarrollo de la entidad política de Pucara, después del 500 a.C. Años antes, Binford y Kolata (1996:49) sugirieron que, hacia el sur, los sistemas de qochas entraron en uso después del colapso de la entidad política de Tiwanaku. Sin embargo, la posición de las qochas no se sobrepone a la de los campos elevados, porque opera en distinto tipo de condición, lo que podría llevar a pensar en una estrategia complementaria durante las fases antecedentes, contemporáneas, e incluso posteriores a Tiwanaku, tal como entendemos en la presente comunicación (Erickson 1996).

Las qotañas identificadas en el Valle de Tiwanaku se hallan mayoritariamente asociadas a sitios contemporáneos o posteriores al periodo Tiwanaku, no habiendo concentraciones tan significativas como las identificadas en otros valles o regiones de la cuenca. Albarracín-Jordán (1996) identificó unas 18 qotañas al sur y este del valle bajo; Mathews (1992) un conjunto de qotañas diseminado al sur del Río Guaquira y Calla (2011) dos qotañas aisladas, también en el sector sur del valle. Probablemente las únicas qotañas asociadas con asentamientos probadamente pertenecientes al Formativo Tardío sean las registradas en el sitio de Mollo Kontu, donde fueron identificados 30 de estos reservorios asociados a ocupaciones de los periodos Formativo y Tiwanaku (Lémuz 2023).

Investigación de reservorios en las regiones de Jesús de Machaca y Viacha **Jesús de Machaca**

Entre los años 2005 y 2006 un total de 6 Km² fueron prospectados en una zona distante 7 km al oeste del sitio de Khonkho Wankane, donde fueron registrados 107 reservorios con sus respectivos canales vinculantes. En ese mismo periodo, trabajos con imágenes satelitales permitieron documentar exhaustivamente un total de 5500 reservorios dentro de 11 sectores de alta concentración en la región conformada por los municipios de Jesús de Machaca y Pacajes, en los flancos norte y sur del Río Jach'a Jahuirá (Figura 7). El núcleo de la presencia de estos rasgos es una zona elevada de antiguas terrazas aluviales, conformada por suelos que acusan moderada erosión y ligera a moderada salinidad. Las terrazas constituyen remanente de las antiguas planicies del río que quedaron como efecto de cambios

sucesivos en los niveles de base de su curso. El paisaje es típico de toda la región comprendida dentro de un rango de hasta 3 km en torno a los márgenes actuales del segmento del Río Jach'a Jawira, que se extiende entre la localidad de Santo Domingo y la confluencia con el Río Desaguadero a la Altura de la localidad de Aguallamaya (Lémuz 2011, 2023).

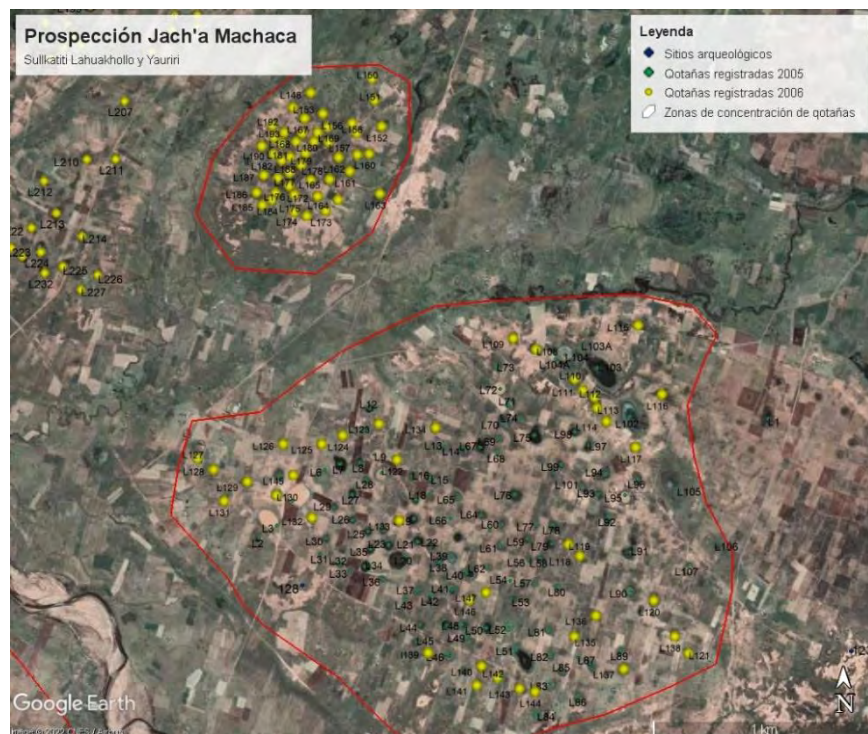


Figura 6. Qotañas identificadas durante la prospección del proyecto Jach'a Machaca entre 2005 y 2006

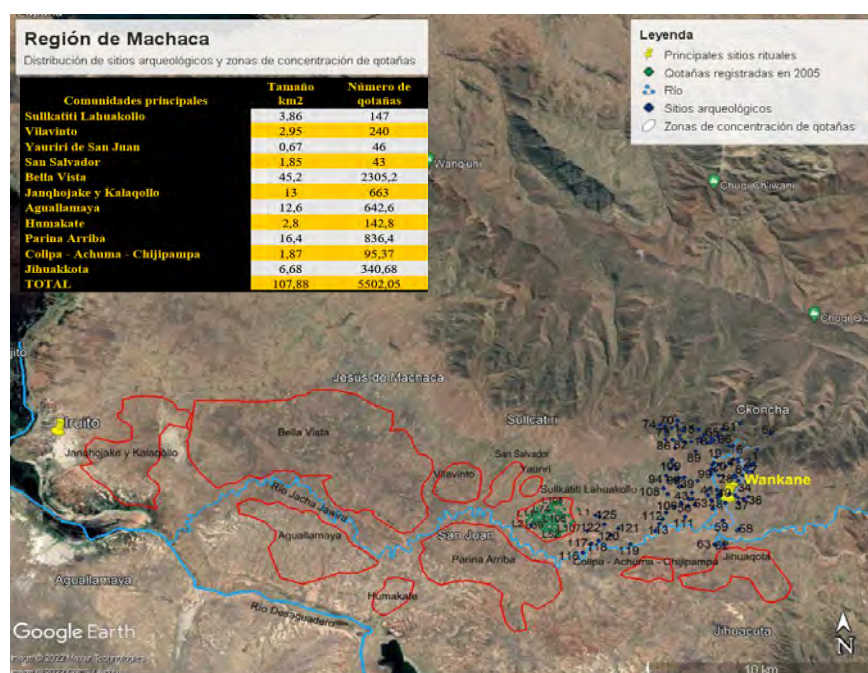


Figura 7. Distribución de sitios y zonas de concentración de qotañas en la región de Machaca

La textura de la capa superficial varía desde franco-arcillosa o franco-arenosa hasta niveles más profundos donde se hallan texturas arcillosas o franco-arcillosas. Estas características generan importantes problemas de manejo que las hacen vulnerables a la erosión hídrica; no obstante, su principal problema radica en la ligera o moderada alcalinidad y el creciente contenido de sodio intercambiable en las capas inferiores a la superficial. A esto se suma la moderada o baja fertilidad del terreno por efecto de la falta de nitrógeno y otros elementos secundarios como el magnesio. (Blanco 1988).



Figura 8. Nivel de la terraza aluvial en el sector norte del Río Jach'a Jawira

Sobre el límite occidental del área del estudio pedestre, al oeste de Khonkho Wankane, se inicia una cadena de varios miles de qotañas fuertemente concentradas y contenidas en terrazas emplazadas entre 10 y 40 metros por sobre la cota superficial del río Jach'a Jawira. Los sistemas de qochas se hallan interconectados por canales y se desplazan desde los reservorios más grandes, ubicados en el extremo norte, hasta los más pequeños, que se encuentran dispuestos como racimos en las cercanías de algunos caseríos contemporáneos. La posición de estos rasgos resulta congruente con la mayor densidad de concentraciones de artefactos cerámicos identificados en prospección.

Viacha

La región de Viacha-Laja comprende un área de aproximadamente 130 km², ubicada a una distancia de 45 km de la región de Machaca, que en el pasado estuvo

interconectada por un antiguo camino prehispánico que forma parte de una red que enlaza Guaqui, Machaca, Viacha, Laja, Tiwanaku, Chuquiabo y otras zonas occidentales aún más lejanas.

El área concentrada de qotañas cubre un espacio de 68.74 km², que se extiende hasta los límites de la Pampa Koani y el ingreso al Valle de Tiwanaku. La prospección por cobertura total efectuada en una muestra de 12 km², permitió documentar 138 qotañas asociadas a 27 sitios arqueológicos (Figura 9), y registrar con imágenes satelitales otras 4682 qotañas en toda la región (Figura 10).

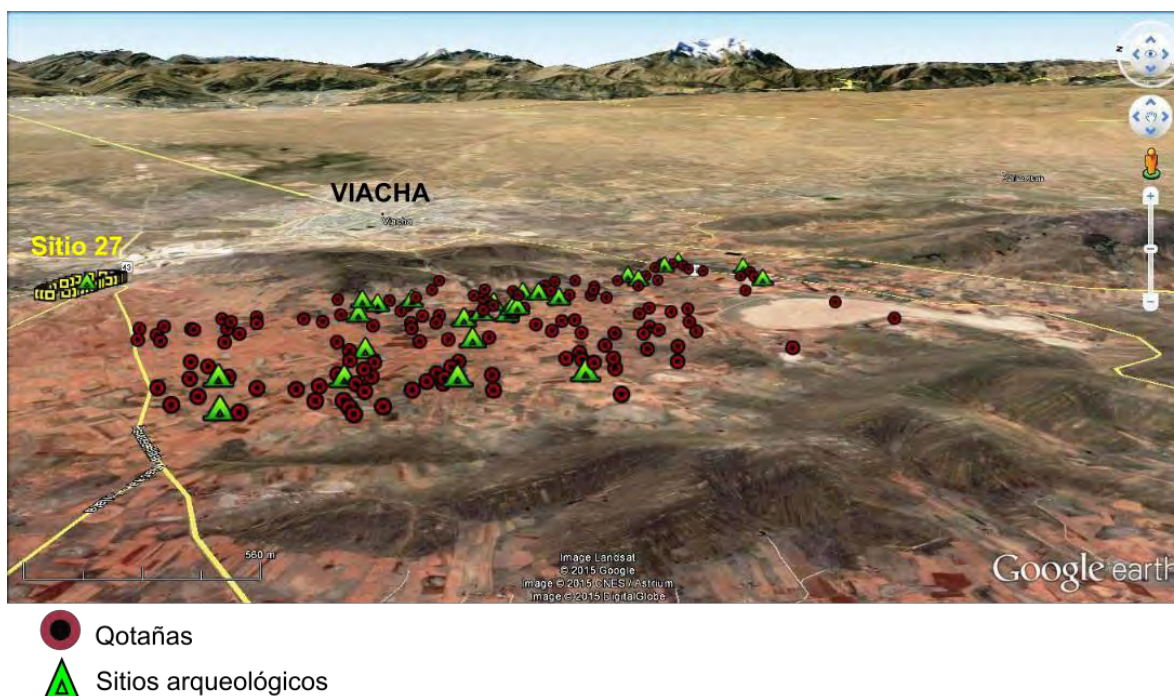


Figura 9. Distribución de sitios y qotañas en la zona de prospección implementada en Viacha por Roger Cossio (2015: 236)

Únicamente 38% de las qotañas registradas por el estudio de Cossio se encontraban aisladas, mientras que el restante 62% se encontraba formando grupos de 2 hasta 8 qotañas, algunas de las cuales estuvieron interconectadas por canales que servían para trasladar o drenar su contenido por la acción de la gravedad. Actualmente, esas qotañas guardan rangos de pertenencia familiar y comunal, sirviendo algunas como delimitadores geográficos entre zonas y comunidades (Cossio 2015).

De manera similar a Machaca, la región de Viacha presentaba suelos poco favorables a la agricultura, muy erosionados, salinos y pedregosos, teniendo por debajo una gruesa capa de arcillas “Chacarilla”, compuestas de estratos laminares de arcillas rojas intercaladas con bandas de areniscas claras y capas de conglomerados. En la base se hallan bancos de toba blanca muy endurecida.

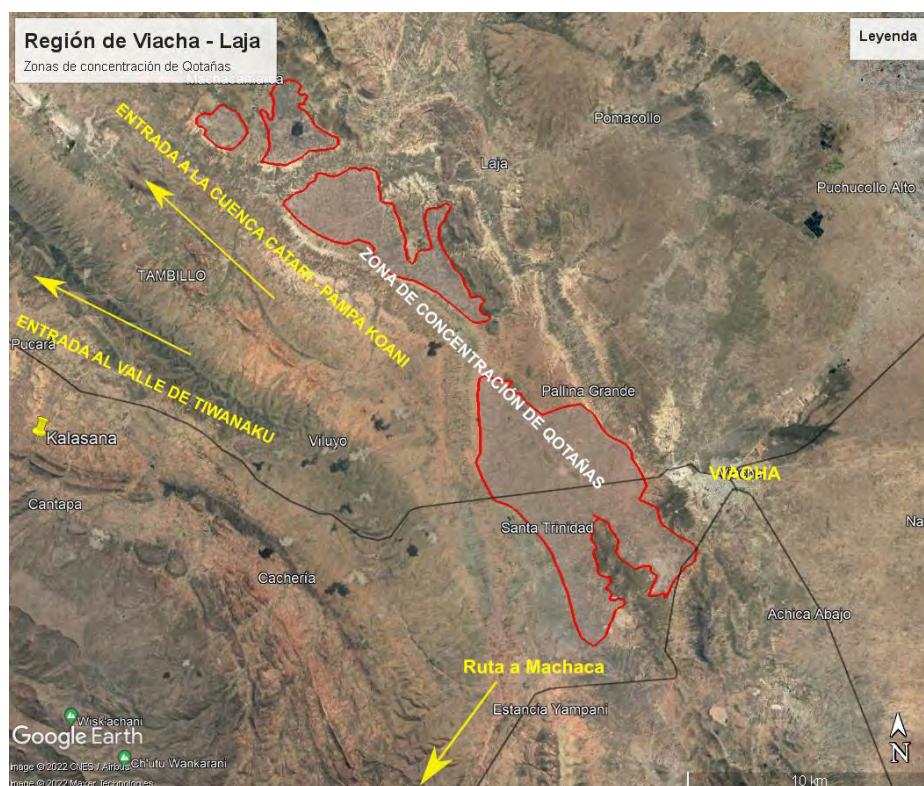


Figura 10. Zonas de concentración de qotañas en la zona Viacha - Laja

Las qotañas se presentan con asociación a material cultural Pacajes (Temprano y tardío) en bajas a moderadas concentraciones, generalmente dispersas y distribuidos en espacios muy pequeños (menores a 1 ha). Se registraron 26 sitios dispuestos en montículos al interior de las concentraciones de qotañas y un solo sitio (QCCS 27) de aproximadamente 8 ha, que se confirmó como un gran asentamiento emplazado en un montículo artificial y filiado culturalmente con Tiwanaku (Figura 11).



Figura 11. Ubicación del sitio QCCS -27, Montículo de Contorno en las cercanías de la Planta cementera de Soboce, Viacha

Características de la población de qotañas en ambas regiones

Un análisis de la muestra de 107 qotañas identificadas por la exploración pedestre en las comunidades de Sullkatiti Titiri y Sullkatiti Lahuakollo y 138 en las comunidades de Contorno Arriba y Contorno Abajo, de la región de Viacha, muestran un patrón muy similar de distribución de formas, donde las formas elipsoidales tienen mayor presencia (64.5% en Machaca y 41.3% en Viacha), seguidas de las circulares (31% en Machaca y 26% en Viacha), dejando una menor proporción de qotañas de forma irregular (23% en Viacha y 4% en Machaca) o de forma arriñonada (1% en Machaca y 9.5% en Viacha). Las qotañas irregulares en Viacha son producto de una adaptación al relieve natural donde se emplazan y a transformaciones sufridas probablemente en los últimos dos siglos por su uso en la agricultura (Figura 12).

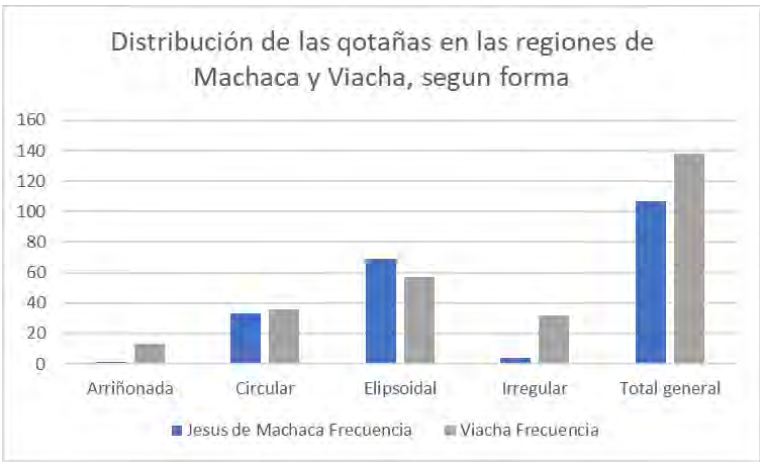


Figura 12. Distribución de qotañas de las regiones de Machaca y Viacha, según forma

En la muestra estudiada en Machaca, el 90% de las qotañas elipsoidales, 88% de las qotañas circulares, y 100% de las irregulares tienen una superficie inferior a 5000 m² o media hectárea; mientras que el 7.48% (8 qotañas) muestran superficies entre 0.5 a 1.5 has. Únicamente 4 reservorios (3.74%) exhiben superficies mayores a 1.5 has, de las cuales 3 son elipsoidales y una arriñonada (Tabla 1).

Rangos del tamaño de la superficie	Unidades de los datos	Formas de la superficie del reservorio				Total general
		Arriñonada	Circular	Elipsoidal	Irregular	
Menor a 500	Casos		5	4		9
	% de columna	0,00%	15,15%	5,80%	0,00%	8,41%
Entre 500 y 1000	Casos		5	19	2	26
	% de columna	0,00%	15,15%	27,54%	50,00%	24,30%
Entre 1000 y 5000	Casos	0	19	39	2	60
	% de columna	0,00%	57,58%	56,52%	50,00%	56,07%
Entre 5000 y 10000	Casos		3	3		6
	% de columna	0,00%	9,09%	4,35%	0,00%	5,61%
Entre 10000 y 15000	Casos		1	1		2
	% de columna	0,00%	3,03%	1,45%	0,00%	1,87%
Mayor a 15000	Casos	1		3		4
	% de columna	100,00%	0,00%	4,35%	0,00%	3,74%
Total	Casos	1	33	69	4	107
	% de columna	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 1: Clasificación de las qotañas de Machaca en función a la forma y superficie que ocupan

Con la profundidad que cada una exhibe en la actualidad, las qotañas identificadas en la muestra de Machaca, podrían albergar un total de 417.880 metros cúbicos de agua, valor que pudiera ser fácilmente duplicado si los reservorios no estuvieran colmatados.

Rango volumen (m ³)	Arriñonada	Circular	Elipsoidal	Irregular	Total general (m ³)	Cantidad de Qotañas	% (volumen)
Mayor a 30000	52710		143704		196414	4	47%
Entre 20000 y 30000		45365	21551		66916	3	16%
Entre 10000 y 20000			17601		17601	1	4%
Entre 5000 y 10000		25253	28292		53545	7	13%
Entre 1000 y 5000		18711	38849	1376	58937	34	14%
Entre 500 y 1000		3168	11204		14373	20	3%
Menor a 500		3363	5787	945	10094	38	2%
Total general	52710	95860	266989	2321	417880	107	100%

Tabla 2. Distribución del volumen (en metros cúbicos) de las qotañas de la muestra de Machaca en función de la forma y el rango de capacidades

Tal como se observa en la Tabla 2, el 47% del volumen total factible de acopiar podría contenerse sólo en 4 de las qotañas de mayor tamaño, estando un 33 % en 11 reservorios de entre 5 a 30 mil metros cúbicos y un 20% en 92 qotañas que albergan volúmenes menores a 5000 m³.

El estudio efectuado en la región de Viacha indica que en las 138 qotañas registradas se podrían almacenarse 302.540 m³ de agua, de los cuales 55.38% estarían contenidas en pequeñas qotañas con volúmenes menores a 500 m³, 16.5% en qotañas de entre 500 y 1000 m³, 26% de entre 1000 a 10.000 m³ y sólo el 1.4% en qotañas mayores a 10.000 m³ (Tabla 3). Distribución muy distinta a la observada en Machaca, donde se hallan qotañas de gran tamaño para almacenar y distribuir agua a la red de reservorios de menor tamaño.

Rango volumen (m ³)	Arriñonada	Circular	Elipsoidal	Irregular	Total general (m ³)	Cantidad de qotañas	% del volumen total
Mayor a 30000				125000	125000	1	41%
Entre 20000 y 30000			17278		17278	1	6%
Entre 10000 y 20000						0	0%
Entre 5000 y 10000	9839	7847	9053	39317	66056	8	22%
Entre 1000 y 5000	4788	1386	24140	32485	62798	28	21%
Entre 500 y 1000		2151	11062	3529	16739	23	6%
Menor a 500	2350	4693	6367	1100	14509	77	5%
Total general	16977	16077	67900	201431	302380	138	100%

Tabla 3. Distribución del volumen (en metros cúbicos) de las qotañas de la muestra de Viacha según formas y el rango de capacidades

Esta diferencia probablemente esté vinculada a la presencia de canales y el tamaño y extensión de las redes de qotañas. En Machaca, casi todos los reservorios están enlazados por canales, existiendo redes de más de 8 qotañas, mientras que, en Viacha, la mayor parte de las qotañas se encuentran aisladas o formando grupos de dos o tres unidades.

Si efectuamos una comparación estadística (Ji-cuadrado³ con el nivel de significancia estándar $\alpha = 0.05$), entre las distribuciones según tres rangos de volúmenes por tamaño de capacidad y número de casos de cada clase (mayor a 30000 m³; entre 5000 y 20000 m³; y menor a 5000 m³), bajo la hipótesis que las proporciones de los tamaños de las qotañas son similares en ambas regiones, independientemente de su ubicación y del tamaño de su superficie, obtenemos un valor calculado de Ji-cuadrado inferior al valor crítico, lo que indica que, a pesar de que Viacha presenta una cantidad absoluta mayor de reservorios pequeños y Machaca tiene una presencia ligeramente superior de reservorios de gran capacidad, la distribución general de las muestras siguen el mismo patrón: Una vasta mayoría de qotañas pequeñas de uso familiar o grupal y un número muy reducido de grandes reservorios comunales. Estadísticamente, las variaciones observadas entre Jesús de Machaca y Viacha no son suficientemente grandes como para afirmar que los sistemas de gestión de agua en función del volumen sean diferentes en ambas zonas. Ambos reflejan una estrategia tecnológica prehispánica coherente, basada en la cosecha de lluvia para mitigar los periodos de sequía.

De la misma manera, si comparamos los datos de las proporciones por forma expuestos en las tablas 2 y 3 en base a una prueba Ji-cuadrado (con $\alpha = 0.05$), obtenemos un valor calculado superior al valor crítico, lo que nos lleva a concluir que existe una diferencia estadísticamente significativa en las proporciones de las qotañas de Machaca y Viacha, en consideración a sus formas. Esto implica que, no obstante observar el empleo de una tecnología similar en la construcción de las qotañas, resaltando que las formas elipsoidal y circular son las más populares en ambas regiones, si es posible establecer diferencias significativas en cuanto a las proporciones de las qotañas arriñonadas (menos del 1% para Machaca y cerca al 10% en Viacha), que podría deberse a las características topográficas propias del terreno o a tradiciones constructivas de las poblaciones que los ocuparon. En Machaca, este tipo de forma está estrechamente vinculada con un solo reservorio de gran tamaño y capacidad de almacenamiento (superior a 1.5 ha de superficie). Contrariamente, en Viacha, este tipo de qotañas se dan con más frecuencia en casos con tamaños mucho más reducidos, tal el caso que 10 qotañas de este tipo albergan volúmenes menores a 500 m³ y solo 3 superan los 1000 m³, de los cuales sólo uno se encuentra en el rango de los 5000 a 10000 m³.

Casi todas las qotañas registradas en ambas regiones presentan rasgos de uso o aprovechamiento actual. En la muestra de Machaca, el 94% de los reservorios presentaba rasgos de actividad agrícola en el entorno o en el interior de la qotaña, 8% con agricultura de surcos en el exterior, 12% con camellones internos y 74% con rasgos agrícolas radiales actuales. Las qotañas de gran tamaño (con superficies

³ La prueba de ji-cuadrado (χ^2) de Pearson es un test estadístico utilizado para determinar si existe una diferencia significativa entre dos o más proporciones poblacionales. Funciona comparando las frecuencias observadas en los datos con las frecuencias esperadas bajo el supuesto de que no existen diferencias entre los grupos

iguales o mayores a 1 ha), sólo presentan agricultura de surcos en el entorno, estando la mayoría albergando agua hasta casi el final de la época seca (Figura 13).

En la región de Viacha, el 76% exhibe agricultura de surcos en la parte externa de la qotaña, mientras que los surcos radiales únicamente se observaron en el 6.5% y los camellones internos fueron observados en el 10% del total de la muestra (Figura 14).

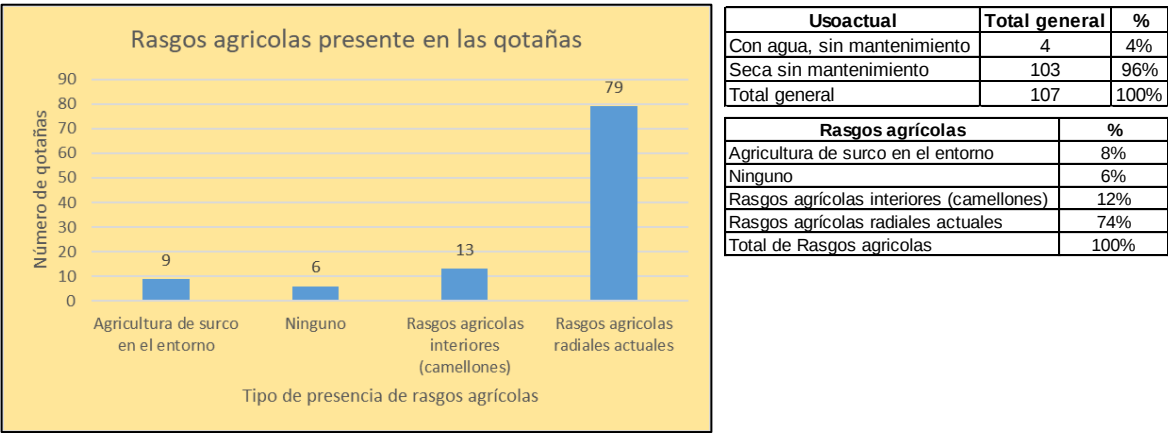


Figura 13. Distribución de las qotañas de la muestra de Machaca según los rasgos de actividad agrícola observados al interior y el entorno

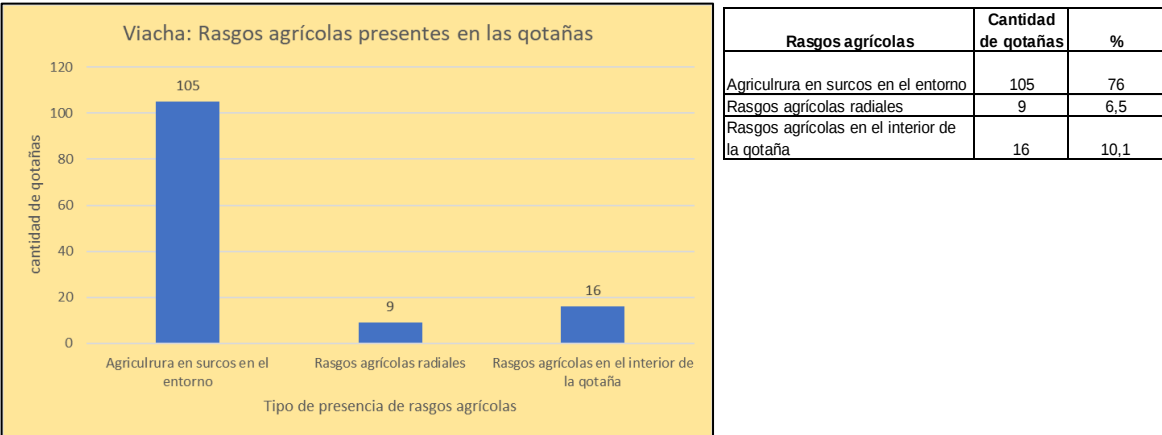


Figura 14. Distribución de las qotañas de la muestra de Viacha según los rasgos de actividad agrícola observados al interior y el entorno

Estas proporciones marcan diferencias importantes entre Viacha y Machaca en cuanto al empleo de rasgos agrícolas radiales, pero comparten proporciones semejantes en los otros tipos de rasgos. Si comparamos lo observado en la cuenca sur del Lago Titicaca con la muestra de la cuenca norte, encontramos substanciales diferencias, ya que la agricultura en la sección interior de las qotañas del Río Ramis es substancialmente mayor. Esta situación probablemente se deba a la presencia de una población mayor es esta cuenca, que la que en los últimos dos siglos de la fase republicana pudo haber habitado Machaca o Viacha.

Evidencias culturales en torno a los sistemas de gochas o qotañas

El material cultural prehispánico registrado en el entorno de las qotañas de Machaca estuvo compuesto principalmente por tiestos cerámicos no decorados, fragmentos de herramientas agrícolas líticas (azadas y azadones) y lascas de material apropiado para la manufactura de artefactos domésticos y agrícolas (cuarcita y andesita).

El material cerámico se disponía de manera dispersa o poco concentrada en el contorno y parte de los campos de cultivo externos a las qotañas, muy poco material decorado fue hallado, encontrándose una mayor proporción en la ladera y sitios aledaños a la cadena de pequeñas lomas arenosas, lugar donde se ubicaron extensos asentamientos humanos durante la ocupación Inca y periodos Pacajes Temprano y Pacajes Tardío.

La principal asociación cultural con el sistema de qotañas está dado por la presencia de material cerámico Pacajes Temprano en el 60 % de los rasgos, junto con el material asociado al periodo Pacajes Tardío, que aparece en el 57 % de las qotañas, y cerámica colonial y republicana que es observada en el 31% y 22% respectivamente. Sin embargo, tal presencia no se expresa como parte de espacios de ocupación permanente o asentamientos referidos al material reconocido.



Figura 15. Presencia de material cultural asociado a las qotañas de la muestra de Machaca. Arriba: Cuadro de barras y tabla de datos. Abajo, de izquierda a derecha: Fragmento Formativo Tardío, borde Tiwanaku doméstico y azadón lítico de lutita.

La presencia Inca es muy escasa en el entorno de los rasgos hidráulicos (3.30%), pero aparece con elevada densidad en el sector central.

La única evidencia ocupacional durante el período Formativo Tardío, en asociación directa con la concentración de qotañas, fue identificada en la localidad de Sullkatiti Lahuakhollo, distante 200 metros de la zona de alta densidad. El hallazgo se extiende con elevada concentración de material arqueológico, sobre poco menos de media hectárea, dispuesto en la ladera erosionada de una terraza aluvial.

La cobertura del terreno no dio evidencias de montículos u otros rasgos observados en otras zonas donde se implementaron tecnologías de agricultura intensiva como en Pampa Kohani, Tiwanaku o la Pampa Huata (Kolata 1986; Erickson 1996; Janusek 2001).

Hasta donde pudo cubrir el estudio de patrón de asentamientos en el entorno del sitio de Khonkho Wankane, salvo el sitio de Wankane, la presencia humana parece haberse concentrado en las cercanías del Río Jach'a Jawira, pero con un carácter temporal, que indica que podrían corresponder a campamentos temporales para alguna actividad agrícola o de caza. Mientras que los únicos rastros de asentamiento residencial para los periodos Formativo y Tiwanaku han sido identificados en las laderas de la serranía norte, por sobre los 3900 m.s.n.m.

Los rastros culturales durante las fases Pacajes, tienen mayor visibilidad en toda el área, la mayor parte por la presencia de rasgos funerarios, de material disperso o con concentraciones que no permiten interpretarlos como asentamientos, siendo su característica más cercana al observado para zonas de actividad de pastoreo, agricultura, o actividades productivas ligadas al procesamiento de alimentos.

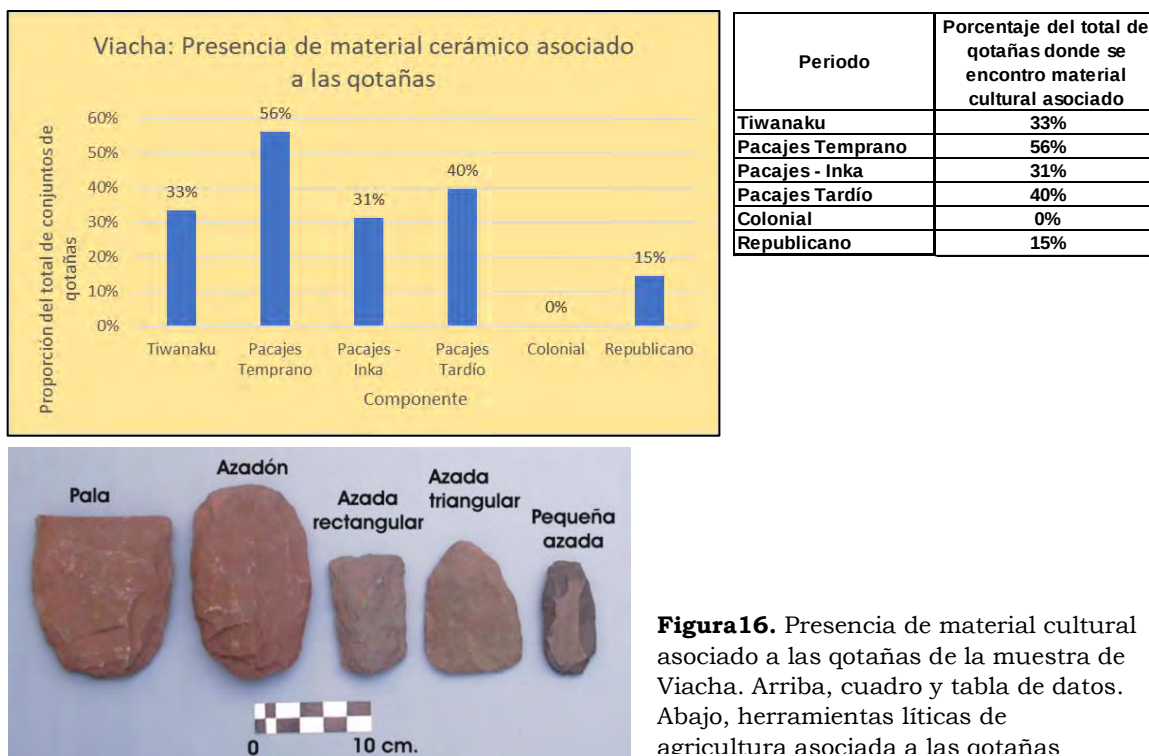


Figura 16. Presencia de material cultural asociado a las qotañas de la muestra de Viacha. Arriba, cuadro y tabla de datos. Abajo, herramientas líticas de agricultura asociada a las qotañas

En la zona de Contorno (Viacha), el material cultural asociado a las qotañas se dispone de manera regular sobre la superficie, principalmente aquella filiada a las fases Pacajes, y en menor medida vinculada a las fases Tiwanaku. El material es

frecuentemente muy erosionado y fragmentado, mayoritariamente pertenecientes a formas de cuencos, ollas o jarrones. También fueron hallados artefactos líticos para corte, raspado, agricultura y molienda de grano; la mayor parte de ellos disperso, aislado o sin asociación directa a asentamientos arqueológicos.

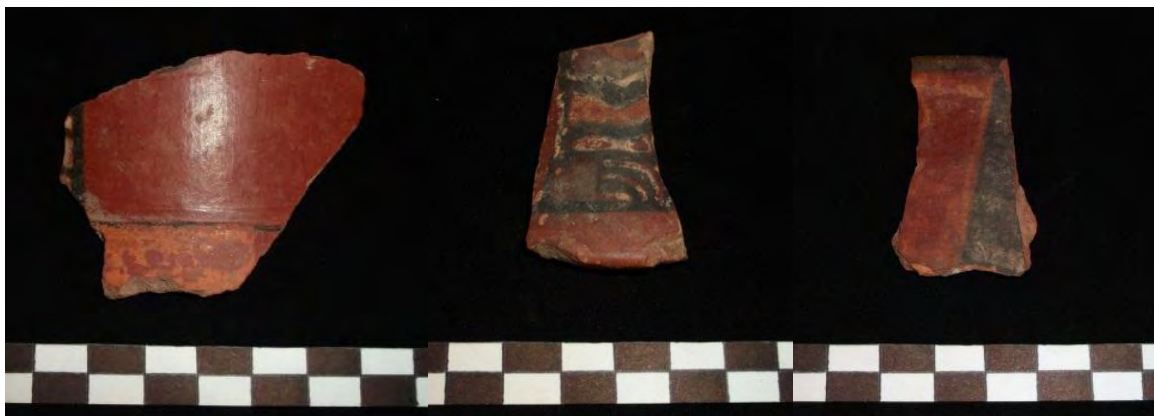


Figura 17. Material cerámico Tiwanaku presente en el sitio QCCS 27

Más allá de estos materiales, la exploración superficial identificó 27 entidades arqueológicas, 26 de las cuales poseen tamaños menores a los 100 m², muy superficiales, y casi todas multicomponentes y emplazadas en lomas naturales. Se identificó una sola entidad de gran tamaño (Sitio QCCS 27 de 8 ha), con material multicomponente y emplazada sobre un montículo artificial ubicado en el límite este de la zona de prospección, sobre el margen sureste del Río Pallina. Tanto el tamaño como la presencia dominante de rasgos y material Tiwanaku en este sitio cobran un mayor interés de estudio por su asociación casi directa a esta zona de elevada densidad de qotañas.

A diferencia de los 26 sitios pequeños, que están en asociación directa con cada qotaña, el sitio 27 guarda cierta distancia con ellos y con los reservorios (ver Figura 9), pero queda clara que su presencia está particularmente ligada a la explotación agrícola, por la gran cantidad de artefactos líticos para la agricultura que se hallan diseminados en su superficie.

Dadas las características de complejidad y tamaño del sitio QCCS 27, la investigación de Cossio (2015) le asigna una jerarquía administrativa similar a Kallamarka o Lukurmata; es decir, un sitio cuyas funciones concentran importancia ritual, productiva y administrativa subregional, y por lo tanto, de gran importancia para la estructura del estado tiwanakota.

Discusión y Conclusiones

La evidencia material en la región de Machaca y el entorno del sitio de Khonkho Wankane nos muestran un espacio no muy favorable para la agricultura intensiva, aún con la explotación de terrazas en laderas, donde el suelo tiene muchas limitaciones. La agricultura a secano tuvo nichos muy acotados en la llanura de Jesús de Machaca, cuyo río salino no presentaba una condición ventajosa para esta actividad. La generación de microambientes planificados, como los bofedales en las inmediaciones del sitio de Wankane, la habilitación de canales para el

traslado de grandes bloques de piedra desde el cerro Quimsa Chata y la extracción y movimiento de arcilla para la construcción de las plataformas de Wankane y Putuni, requirieron de gran cantidad de mano de obra y contribución animal. Probablemente la habilitación o uso de los extensos bofedales y reservorios naturales ubicados en Lahuakhollo haya servido eficientemente para mantener la demanda de agua para estos grupos de constructores, sus animales y algunas de sus tareas productivas, cuya residencia pudo darse en los espacios de urbanización temporal o estacional, en el entorno ritual de Wankane. Sin embargo, más tarde, tanto en la fase final del Formativo Tardío, como durante la presencia Tiwanaku, la inversión en trabajo y materiales pudo haberse incrementado, con el consecuente empleo de mayor número de personas y animales, para lo cual se requirió también mayor alimento y agua. Resulta probable que la construcción de centenares de reservorios y canales asociados a los grandes reservorios naturales, se haya dado para asegurar agua y producción agrícola para la temporada de invierno, que es el momento en el que peregrinos de distintos lugares se daban cita para efectuar sus ofrendas de labor y rituales de complementariedad con los dioses y ancestros en el sitio de Khonkho Wankane (Lémuz 2023).

Más tarde, cerca al 1000 d.C. con el paulatino abandono de Wankane, la agricultura y mantenimiento de qotañas parece haber decaído o concentrado en la crianza y pastoreo de camélidos, tal como puede entenderse del patrón de rastros Pacajes presentes sobre el paisaje.

Si observamos la posición de Viacha y Laja, vemos que quedan a medio camino entre Wankane y Tiwanaku, por la ruta prehispánica que une ambos sitios. La concentración de qotañas, en este sector, se levanta sobre una altura y relieve similar al de Jesús de Machaca, extendiéndose hasta el punto en el que se despliega la Pampa Koani (al este) y el Valle de Tiwanaku (al oeste). Si solamente se observa la franja que comprende la región de Viacha y el final de la Cuenca del Río Katari, queda claro que campos elevados y qotañas fueron una estrategia planificada para resolver los problemas agrícolas, de pastoreo y de disponibilidad de agua en el entorno directo del centro ceremonial de Tiwanaku. Por lo observado en el sitio 27 de Viacha, la presencia Tiwanaku en esta zona tenía un rango estratégico superior desde el 500 o 600 d.C. extendiéndose hasta el 1000 d.C., lo cual da a entender que la construcción y uso de estos reservorios y su entorno se dio durante las fases Tiwanaku de manera concomitante con el empleo de los campos elevados (Janusek 2003; Seddon 1994).

La comparación del patrón de distribución de las qotañas en los estudios superficiales implementados en el entorno del sitio monumental de Khonkho Wankane y la subregión de la comunidad de Contorno, perteneciente al sector Viacha – Laja, nos permite abordar algunas conclusiones importantes respecto a las estrategias de adaptación y manejo del paisaje durante periodos de alto estrés climático:

Las qotañas se presentan, en ambas regiones, como una alternativa tecnológica para la captación y empleo del agua destinada a mitigar los riesgos climáticos tales como las sequías prolongadas, aprovechando convenientemente los característicos

estratos arcillosos e impermeables de ambas zonas, propios de los remanentes del paleolago Minchin (Cossio 2015:92).

Las muestras comparadas nos muestran un común patrón dual en la gestión del agua captada, compuesto por una vasta mayoría de pequeños reservorios para uso familiar (o de pequeños grupos corporativos) y un número reducido de grandes qotañas o reservorios artificiales, que concentran la mayor capacidad de depósito de agua para fines comunales (Lémuz 2023).

Estadísticamente, las proporciones de volumen son similares en ambas zonas; la mayoría de las qotañas albergan menos de 5000 m³. En Machaca, el 86% son pequeñas, mientras que en Viacha (Contorno) la cifra alcanza el 92.7%. De la misma manera, se comprobó que, aunque predominan las formas elipsoidales y circulares en ambos casos, existe una diferencia significativa en las proporciones y características de empleo de las formas arriñonadas. En Viacha son más frecuentes pero pequeñas (aproximadamente 10%), mientras que en Machaca son excepcionales (menos del 1%) y se emplean exclusivamente en reservorios de gran magnitud.

Por otra parte, los estudios espaciales en estas regiones proponen implicaciones importantes para explicar cómo se integran estos rasgos agrícolas en el paisaje productivo y político de Tiwanaku. Sitios monumentales como Khonkho Wankane (Machaca) y el montículo de Contorno (Viacha) operan como centros de control administrativo, ritual y político sobre estas redes hidráulicas (Lémuz 2023; Cossio 2015). El sitio de Contorno es entendido como un centro administrativo local que coordinaba la producción agrícola intensiva y el mantenimiento de las qotañas durante la expansión y consolidación de la entidad política Tiwanaku.

La estrategia de construcción y aprovechamiento intensivo de la tecnología de qotañas, para cosecha de lluvias y mitigación del estrés climático, no fue una tecnología aislada, sino una estrategia que complementó el uso de otra importante tecnología circunscrita a los valles cercanos a las riberas del Lago Titicaca. Mientras los camellones dominaban las zonas inundables (Kolata 1986; Janusek 2003), las qotañas permitían la expansión de la frontera agrícola y del pastoreo de camélidos en las pampas altas secas y salinas de la cuenca sur del Lago Titicaca, más allá de ser empleadas para la generación de microclimas artificiales y propicios para la presencia de aves migratorias durante la temporada húmeda, o disponer de abundante agua para objetivos de tipo constructivo o vial.

Aunque el patrón de asentamientos aún no es claro y la profundidad temporal de su construcción y máximo uso resta por desentrañar, queda claro que existe una asociación significativa entre estos rasgos con sitios de ocupación Tiwanaku. Sin embargo, queda también entendido que, tras el colapso de la entidad política Tiwanaku, el uso, mantenimiento y adaptación de las qotañas se mantuvo bajo la dirección de las unidades corporativas o ayllus que conformaron la entidad política Pacajes.

Agradecimientos

Ninguno de estos trabajos se hubiera llevado adelante sin el entusiasta apoyo e interés de John W. Janusek (†), cuyo estímulo y confianza fue fundamental para abordar el estudio de estos rasgos en el marco del proyecto Jach'a Machaca y posteriormente en investigaciones complementarias.

Agradecemos profundamente a las autoridades tradicionales de las comunidades de Qhunqhu Liquiliqui, Qhunqhu Milluni, Sullkatiti Titiri, Sullkatiti Lahuakollo y Yauriri en el municipio de Jesús de Machaca; también a las comunidades de Contorno Arriba y Contorno Centro pertenecientes al municipio de Viacha.

Nuestros agradecimientos a Erik Marsh y Andrew Roddick por su apoyo bibliográfico. A Carlos Estellano Schulze y Nicolas Cussi por formar parte del trabajo de prospección superficial del Proyecto Jach'a Machaca.

A Elizabeth Arratia, Ricardo Vazques, Edwin Miranda, Mabel Ramos, Luis Durán, Braulio Coareti, Antonio Pacheco, Delfor Ulloa y Marco Cruz por su apreciada participación en el estudio efectuado en la comunidad de Contorno. Finalmente, el sentido agradecimiento de Roger Cossio a Delia Carrillo, Angel Cossio (†), Cristina Lima y Eddy Carrillo (†) por su apoyo material y moral al proyecto de prospección en la comunidad de Contorno.

Bibliografía

- Albarracín-Jordán, J. Tiwanaku: Arqueología regional y Dinámica Segmentaria. La Paz: Plural, 1996.
- Albarracín-Jordán, J., C. Lémuz y J. L. Paz. "Investigaciones en Kallamarka: primer informe de prospección." *Textos Antropológicos* 6 (1993): 11–123.
- Angles, F. V. "Sistema tecnológico andino en q'ocha y organización campesina." Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano (UNA), Puno, 1987.
- Blanco, F. "Estudio de suelos. Jesus de Machaca." *Documentos de trabajo*. La Paz: CIPCA, 1988.
- Calla, S. Asentamientos prehispánicos en el Valle Alto de Tiwanaku: Contribuciones a la arqueología de la praxis humana en el Valle de Tiwanaku. Editorial Académica Española, 2012.
- Cossio, R. "Estudio de qotañas en el área de Contorno Arriba y centro (ap. 400 a 1600 d.C), Viacha – Bolivia." Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2015.
- Browman, D. L. "New Light on Andean Tiwanaku." *American Scientist* 69 (1980): 408–19.
- Craig, N., M. Aldenderfer, C. Rigsby, P. Baker y L. Flores. "Geologic constraints on rain-fed Qocha reservoir agricultural infrastructure, northern Lake Titicaca Basin, Peru." *Journal of Archaeological Science* 38 (2011): 2897–907.
- Erickson, Clark. Investigación arqueológica del sistema agrícola de los camellones en la Cuenca del Lago Titicaca del Perú. La Paz: PIWA-P.E.L.T., 1996.

- . "Neo-environmental determinism and agrarian 'collapse' in Andean Prehistory." *Antiquity* 73, n.º 281 (1999): 634–42.
- . "The Lake Titicaca Basin: A precolumbian built landscape." En *Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas*, editado por D. Lentz, 311–56. Oxford: Columbia University Press, 2000.
- Flores, L., N. Craig y M. Aldenderfer. "Las gochas y su relación con sitios tempranos en el Ramis, norte de la cuenca del Titicaca." En *Arqueología de la cuenca del Titicaca, Perú*, editado por L. Flores y H. Tantaleán, 225–42. Lima: IFEA, 2012.
- Flores Ochoa, J. "Cultivation in the Qocha of the South Andean Puna." En *Arid Land Use Strategies and Risk Management in the Andes: A Regional Anthropological Perspective*, editado por D. Browman, 271–314. Londres: Westview Press, 1987.
- Grapham, G. "Raised Fields without Bureaucracy: An Archaeological Examination of intensive wetland Cultivation in the Pampa Koani Zone, Lake Titicaca, Bolivia." Disertación doctoral, Universidad de Toronto, Toronto, 1990.
- . "Beyond state collapse: Rural history, raised fields, and pastoralism in the south Andes." *American Anthropologist* 94, n.º 4 (1992): 882–904.
- Janusek, J. W. "Proyecto Jach'a Machaca." Propuesta de investigación, National Science Foundation, 2002. Documento no publicado.
- . "Tiwanaku and its Precursors: Recent Research and Emerging Perspectives." *Journal of Archaeological Research* 12, n.º 2 (2004): 121–83.
- . "Khonkho Wankane: Primer Informe Preliminar del Proyecto Jach'a Machaca." Informe presentado al Viceministerio de Cultura de Bolivia y la Dirección Nacional de Arqueología, 2005.
- . "The Changing 'Nature' of Tiwanaku Religion and the Rise of an Andean State." *World Archaeology* 38, n.º 3 (2006): 469–92.
- . "Centralidad regional, ecología religiosa y complejidad emergente durante el Periodo Formativo en la cuenca del lago Titicaca." *Boletín de Arqueología PUCP* 11 (2007a): 23–51.
- . "Proyecto Jach'a Machaca: Objectives, Results, and Future Directions." Ponencia presentada en la 72nd Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Austin, 2007b.
- . *Ancient Tiwanaku: Civilization in the High Andes*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- . "Contextualizando el sitio de Khonkho Wankane: objetivos, antecedentes y resultados preliminares del Proyecto Jach'a Machaca." *Nuevos Aportes* 5 (2011): 3–30.
- . "Incipient urbanism at the early Andean center of Khonkho Wankane, Bolivia." *Journal of Field Archaeology* 40, n.º 2 (2015a): 127–42.
- . "Tiwanaku urban origins: distributed centers and animate landscapes." En *Early Cities in Comparative Perspective, 4000 BCE – 1200 CE*, editado por

- N. Yoffee, 229–52. Vol. 3 de *The Cambridge World History*. Cambridge: Cambridge University Press, 2015b.
- . "Research at Khonkho Wankane: Antecedents, Objectives, and initial results of Project Jach'a Machaca." En *Khonkho Wankane: Archaeological investigations in Jesus de Machaca, Bolivia*, editado por J. Janusek, 3–32. Contributions of Archaeological Research Facility 68. Berkeley: University of California, 2018a.
- . "Khonkho's chronology: Radiocarbon and ceramic evidence." En *Khonkho Wankane: Archaeological investigations in Jesus de Machaca, Bolivia*, editado por J. Janusek, 33–41. Contributions of Archaeological Research Facility 68. Berkeley: University of California, 2018b.
- Janusek, J. W. y A. L. Kolata. "Prehispanic Rural History in the Katari Valley." En *Tiwanaku and its Hinterland: Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*. Vol. 2, Urban and Rural Archaeology, editado por A. Kolata, 129–72. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 2003.
- Janusek, J. W. y V. Plaza. "Khonkho Wankane: Segundo Informe preliminar del Proyecto Jach'a Machaca." Informe presentado al Viceministerio de Culturas, Unidad Nacional de Arqueología, 2006.
- Kendall, A. y A. Rodríguez. "Las qochas andinas: Una solución para mitigar el riesgo agropecuario y doméstico en la sierra del Perú." En *Antología sobre pequeño riego*, vol. III: Sistemas de riego no convencionales, editado por J. Palerm, 241–55. Montecillo, Estado de México: Colegio de Postgraduados, 2002.
- . *Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenerías en los Andes Centrales del Perú*. Cuzco: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas / Instituto Francés de Estudios Andinos, 2009.
- Kolata, A. "The Agricultural Foundation of the Tiwanaku State: A View from the Heartland." *American Antiquity* 51, n.º 4 (1986): 748–62.
- . *The Tiwanaku: Portrait of an Andean Civilization*. Cambridge: Blackwell, 1993.
- Kolata, A. y C. Ortloff. "Agroecological perspectives on the decline of the Tiwanaku State." En *Tiwanaku and its Hinterland: Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*. Vol. 1, Agroecology, editado por A. Kolata, 181–202. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1996.
- Lémuz, C. "Patrones de asentamiento arqueológico en el área de influencia del sitio de Khonkho Wankane." En *Segundo informe preliminar del Proyecto Jach'a Machaca: investigaciones en 2005*, editado por J. Janusek y V. Martínez, 5–44. La Paz: Viceministerio de Desarrollo de las Culturas y la Dirección Nacional de Arqueología, 2006.
- . "Investigaciones Arqueológicas en la Región de Sullkatiti Titiri, Sullkatiti Lahuakhollo y Yauriri." En *Khonkho e Iruito: Tercer Informe Preliminar del Proyecto Jach'a Machaca (Investigaciones de 2006)*, editado por J. Janusek y V. Martínez, 1–21. La Paz: Viceministerio de Desarrollo de las Culturas y la Unidad Nacional de Arqueología, 2007.

- . "Patrones de asentamiento Arqueológico en el Área de Influencia del Sitio de Khonkho Wankane." *Nuevos Aportes* 5 (2011): 31–70.
- . "Desarrollo de las tecnologías agrícolas prehispánicas y su correlación con las reconstrucciones ambientales de los períodos Formativo y Tiwanaku en la cuenca sur del Lago Titicaca, Bolivia." *Textos Antropológicos* 21, n.º 1 (2023): 43–61.
- Marsh, E. "The Emergence of Tiwanaku: Domestic Practices and Regional Traditions at Khonkho Wankane and Kk'araña." *Disertación doctoral*, University of California, Santa Barbara, 2012.
- Portugal Zamora, M. "El misterio de las tumbas de Wanqani." *Khana* 11-12 (1955): 51–67.
- Rydén, S. *Archaeological Researches in the Highlands of Bolivia*. Göteborg: Elanders Boktryckeri Aktiebolag, 1947.
- Seddon, M. "Excavations in the Raised Fields of the Río Catari Sub-Basin, Bolivia." *Tesis de maestría*, University of Chicago, 1994.
- Smith, S. C. *Landscape and Politics in the Ancient Andes: Biographies of Place at Khonkho Wankane*. Albuquerque: University of New Mexico Press, 2016.
- Valdivia, R., J. Reinoso y E. Mujica. "Descripción y Evaluación de un sistema de Qochas en la Cuenca Norte del Titicaca." *Gaceta Arqueológica Andina* 25 (1999): 147–66.