

DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE QOCHAS EN LA CUENCA NORTE DEL TITICACA

Roberto Valdivia F.*

Jorge Reinoso R.*

Elías Mujica B.**

RESUMEN

Una de las características de los sistemas agropecuarios andinos, especialmente en el altiplano del lago Titicaca, es que se desarrollan en condiciones restrictivas por las peculiaridades del clima, con elevado riesgo e inseguridad productiva. La variabilidad climática entre años y dentro de un mismo año se traduce en sequías prolongadas, inundaciones, granizadas y heladas, que deben ser minimizadas en las propuestas tecnológicas.

Las culturas prehispánicas, para desarrollar la agricultura en zonas de altura como en la cuenca norte del lago Titicaca, adecuaron el manejo del paisaje generando condiciones para atenuar los efectos climáticos, además de mejorar los suelos y maximizar los recursos hídricos. Se conocen la técnica de construcción de andenes en las laderas de los cerros y los sistemas de camellones (*waru waru* o *sucac-*

collos) en las zonas planas e inundables, los que últimamente se viene revalorando y reconstruyendo tanto en el altiplano peruano como boliviano. Estas tecnologías demuestran claramente cómo las culturas andinas entendieron las condiciones restrictivas de su medioambiente y trataron de modificarlo.

También existe otra infraestructura muy poco estudiada, conocida como el sistema de *qochas* o lagunas hundidas. En esta se da un manejo adecuado del agua con fines agropecuarios, resaltando la importancia de su concepción y ubicación. En este trabajo se describe y evalúa este sistema, aún en uso el día de hoy en la cuenca norte del altiplano del Titicaca.

El estudio se desarrolló en la comunidad campesina de Llallahua-Pajchapata, ubicada en el distrito de José D. Choquehuanca, provincia de Azángaro, departamento de Puno. Esta comunidad se ubica en la zona agroecológica de altiplano (Fig. 1), donde las temperaturas extremas anuales fluctúan, en promedio, de -2 a 12 °C (Grace 1982; INIA-PISA 1989, 1992a, 1992b). En 1985, el INIA-PISA caracterizó la comunidad de Llallahua, identificando tres zonas de producción: pampa (con y sin influencia de *qochas*), ladera y cerro,

* Especialistas en Sistemas Andinos de Producción, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA). Apartado Postal 388, Puno.

** Instituto Andino de Estudios Arqueológicos (INDEA) y Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).

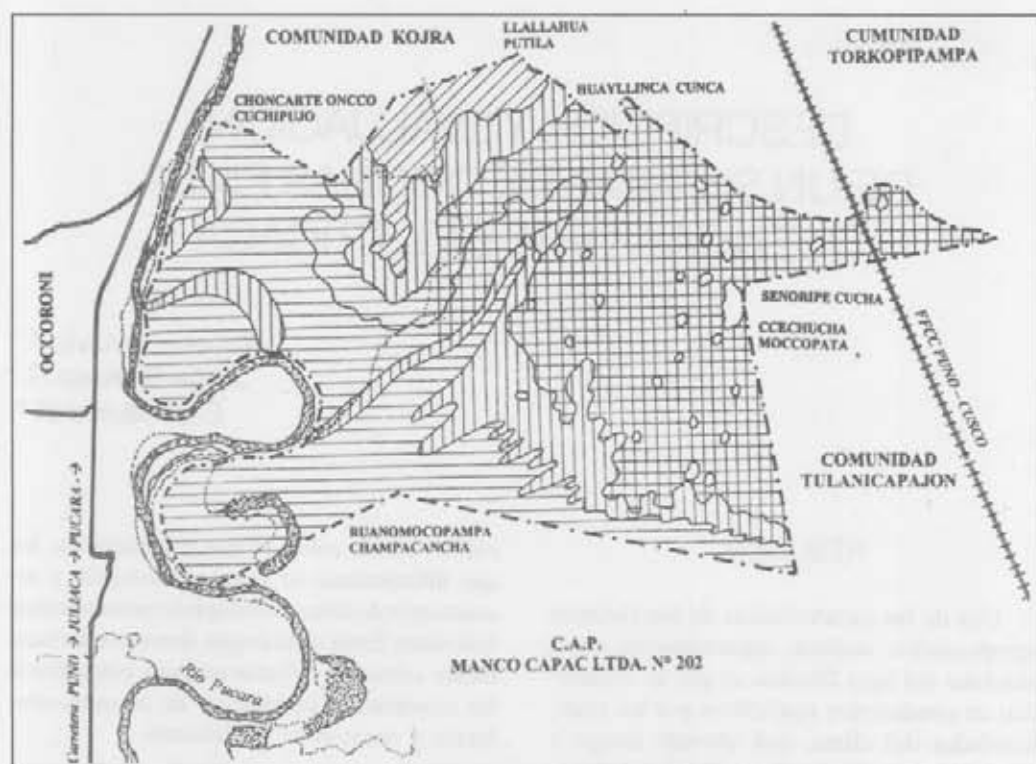


Fig. 1. Comunidad campesina de Liallahua-Pajchapata, ubicada en el distrito de José D. Choquehuanca, provincia de Azángaro, departamento de Puno. Zonas homogéneas de producción: líneas reticuladas = pampa con qochas; líneas horizontales = pampa-lomas; líneas verticales = pie de ladera; líneas oblicuas = ladera.

cuyas diferencias productivas son reconocidas por los comuneros en base al tipo de suelo, altitud, pendiente y condiciones microclimáticas. Al igual que en las comunidades aledañas, el sistema de *qochas* se encuentra en pleno uso y con una mayor concentración en la zona de producción de pampa.

EL SISTEMA DE QOCHAS

Antecedentes

Como se ha mencionado con anterioridad, una de las características de los sistemas agropecuarios andinos, especialmente por encima de los 3,800 m.s.n.m. como en el caso del

altiplano del Titicaca, es que se desarrollan en condiciones restrictivas de clima, con elevado riesgo e inseguridad productiva. El caso de las *qochas*, identificadas en la cuenca norte del Titicaca en zonas donde los efectos aclimatizadores del lago Titicaca ya no tienen impacto por su lejanía, parece ser una tecnología concebida para enfrentar la variabilidad climática, elevar la seguridad productiva y tener cosechas de volumen constante en el tiempo.

El sistema de *qochas* (*q'ocha* o *cocha*) - sistema de riego que responde a una lógica distinta a la de las sociedades occidentales (Claverías, Villegas, Salas y Aguilar 1986: 228)-

es sin duda la infraestructura agraria menos estudiada en el altiplano del Titicaca. Quienes han observado este sistema coinciden en que está relacionado con el manejo adecuado del agua con fines agropecuarios, resaltando la importancia de su concepción (maximización del agua de lluvia) y ubicación (en terrenos planos y altos no irrigables).

En quechua, la palabra *qocha* designa todo depósito natural o artificial de agua, no importando la dimensión, forma o profundidad, que las aguas sean permanentes o temporales. Por esta razón los campesinos contemporáneos llaman *qocha* a las depresiones en la superficie del suelo, a modo de grandes hoyos, en las que se acumula el agua de las lluvias (Flores y Paz 1983a: 54; 1983b: 127, 1984: 68; 1986: 86). En la actualidad, este sistema es utilizado para la producción de papa, quinua, oca, cebada y el pastoreo de ganado (Valdivia y Reinoso 1994).

En resumen, las características fundamentales de las *qochas*, según Flores y Paz (1983a: 47; 1983b: 136; 1984: 61; 1986: 100), son:

- Están ubicadas en las tierras altas en la puna por encima de los 3,850 m.s.n.m.;
- Utilizan las aguas que provienen de las precipitaciones pluviales;
- Forman parte de un sistema en pleno funcionamiento y producción; y
- La población campesina indígena andina contemporánea las utiliza y cultiva en forma intensiva, obteniendo productos agrícolas y ganaderos básicos para su consumo.

El primero en llamar la atención sobre este sistema agrícola altoandino fue Jorge Flores Ochoa. En 1966, en la publicación que la Cátedra de Investigación del Folklore de la

Universidad Nacional del Cuzco hace del informe del trabajo de campo realizado en 1962 por los alumnos del Departamento de Antropología en la comunidad de Cheqa Pupuja para estudiar la elaboración del llamado «torito» de Pucará, se indica (Flores y Paz 1983a: 45; 1983b: 137-138; 1984: 59):

«La planicie, hasta donde alcanza la vista, presenta muchas excavaciones artificiales de posible origen pre-colombino, en forma de grandes conos trancos invertidos, algunos hasta de medio centenar de metros de diámetro por dos, tres y cuatro metros de profundidad, en los que se deposita el agua de las lluvias humedeciendo las tierras circundantes haciéndolas propicias para el cultivo».

Breves visitas a la misma zona durante los años 1963, 1968 y 1970 le permitió a Flores Ochoa seguir recogiendo información sobre el sistema de *qochas*. En 1978 recorrió la zona con el arqueólogo Percy Paz, quien también se interesó por el sistema y se dedicó a recuperar información etnográfica. Durante los inicios de la década de los 80 recibieron el apoyo del Instituto de Cooperación para la Agricultura, de la Universidad de Tokyo y del Proyecto de Tecnología Agrícola Andina, coordinado por Mario Tapia y con el auspicio del Instituto Indigenista Interamericano. Los resultados de estas observaciones han sido publicadas en varias fuentes y sin duda estimularon las investigaciones posteriores.

Efectivamente, además de las descripciones pioneras realizadas por Flores (1987) y Flores y Paz (1983a, 1983b, 1984, 1986, 1988), se han investigado las *qochas* como sistema productivo actual (Rozas 1984, 1986, 1987), y en términos de la organización campesina que lo sustenta (Angles 1987). Posteriormente se ha realizado un inventario y mapeo de *qochas* en el marco del Programa de Investigación, Validación, Capacitación y Rehabilitación de

Camellones en el Departamento de Puno - Proyecto PIWA (Díaz y Velásquez 1992) y por último Valdívía y Reinoso (1994) sistematizaron 10 años de observaciones que en esta ocasión se presentan.

A diferencia de las otras paleotecnologías agrícolas altoandinas como los andenes y *waru waru*, donde las investigaciones realizadas por los arqueólogos han permitido conocer su antigüedad y proceso de desarrollo, de las *gochas* sólo conocemos la manera como han sido utilizadas durante las últimas tres décadas. Flores y Paz (1983a: 74-77; 1983b: 138-140; 1986: 103-104) proponen que las *gochas* fueron creación de los Pukara, sociedad compleja temprana que se desarrolló en la cuenca norte del Titicaca entre los años 250 a.C. y 380 d.C. (Mujica 1991). La proposición de los autores citados se sustenta en que por un lado las *gochas* se encuentran frente al gran sitio urbano-ceremonial epónimo de esta cultura, a un día y medio de camino, y por el otro a que se trata de la primera sociedad de la cuenca norte del Titicaca en lograr un desarrollo urbano (Flores y Paz 1983a: 75).

Sin duda los argumentos presentados por Flores y Paz, y seguidos por los otros investigadores de este sistema de producción altiplánico, son del todo razonables, pero sólo futuras investigaciones dirigidas específicamente a abordar esta problemática podrán dar la palabra final. Subrayamos, una vez más, que este sistema de producción aún no ha sido investigado con las herramientas propias de la arqueología, lo que nos podría dar las precisiones necesarias para conocer su antigüedad real y proceso de desarrollo.

Ubicación y Distribución

Un inventario realizado por el Proyecto PIWA a inicios de la década de los 90 reconoce la existencia de 39,080 ha. de *gochas* en el

altiplano del Titicaca, 23,956 ha. en la cuenca norte (provincias de Lampa y Azángaro, departamento de Puno) y 15,124 ha. en la zona sur del lago (provincia de Chucuito, departamento de Puno). Las primeras serían de uso principalmente agrícola, mientras que las segundas de uso pecuario (Díaz y Velásquez 1992).

Las *gochas* o lagunas de cultivo de la cuenca norte del altiplano del Titicaca se encuentran distribuidas en un gran triángulo invertido, delimitado por sus lados por los ríos Pucará y Azángaro, desde una línea imaginaria que une los pueblos de Pucará y la ciudad de Azángaro, por el norte, hasta la unión de estos dos ríos para conformar el Ramis a la altura del pueblo de Achaya por el sur. Se trata de una gran planicie con declives suaves a una altitud promedio de 3,860 a 3,870 m.s.n.m., según Flores y Paz (1986: 86, 88), y entre 3,883 y 3,913 según Rozas (1986: 108), y compartida por los distritos de Santiago de Pupuja, Achaya y José Domingo de Choquehuanca de la provincia de Azángaro, y los de Nicasio y Calapuja de la provincia de Lampa.

El área mencionada se caracteriza por ser prácticamente el límite superior de cultivo de alta puna, con condiciones favorables para la papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucous tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), entre los tubérculos, y la cañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), quinua (*Chenopodium quinua*) y la avena, entre los granos (Rozas 1986: 108).

Caracterización y funcionamiento del sistema

El sistema de *gochas* está conformado por un conjunto de pequeñas lagunas artificiales que se alimentan de las aguas de lluvia, y están unidas entre sí por canales que permiten manejar el agua entre ellas (Figs. 2 y 3).



Fig. 2. Vista del sistema de gochas en la comunidad campesina de Llallahua-Pajchapata, Puno.

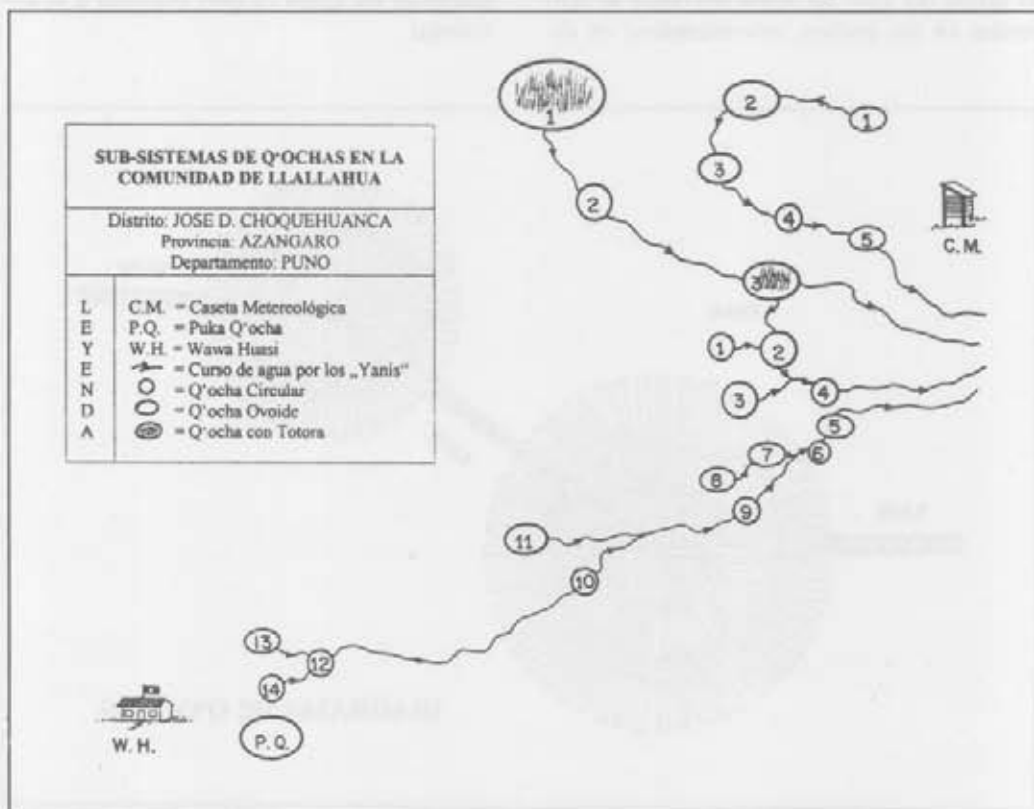


Fig. 3. El sistema de gochas está conformado por un conjunto de pequeñas lagunas artificiales que se alimentan de las aguas de lluvia y están unidas entre sí por canales que permiten manejar el agua entre ellas.

El agua se maneja dentro de cada *qocha* y es, a su vez, evacuada por los canales de unión (*yani*) de *qocha* a *qocha*, hasta eventualmente desembocar a un río o perderse en la pampa (Fig. 4). Flores y Paz (1983b: 138) aseguran que todas las *qochas* son artificiales, excavadas ex profeso, lo que significa un movimiento de tierras de carácter monumental tanto por el trabajo invertido como por el número de trabajadores comprometidos.

El cultivo en *qochas* se basa en la utilización de las precipitaciones pluviales. Los investigadores han descartado el uso de aguas subterráneas, ya que la napa freática se encuentra a considerable profundidad. Cerrando la salida del *yani* las aguas pluviales se acumulan en las *qochas*, convirtiéndose en es-

tanques artificiales. Rozas (1986: 114-115) menciona que existen algunos sistemas de *qochas* con un canal madre, denominado *mama yani* según los campesinos, que sirve de colector, canal también identificado en el sistema de Llallahuá.

La función de los canales (*yani*) es fundamental, ya que sirven para entrelazar varias *qochas*, habiéndose registrado casos de diez, doce o más *qochas* unidas entre sí por medio de estos canales (Flores y Paz 1983a: 57; 1983b: 130; 1984: 79; 1986: 93). Según estos mismos autores, la construcción de los canales ha requerido de técnicas bastante elaboradas, habiéndose necesitado cálculos cuidadosos para su trazo, debido a que la pendiente para que discurran las aguas es muy próxima a la horizontal.

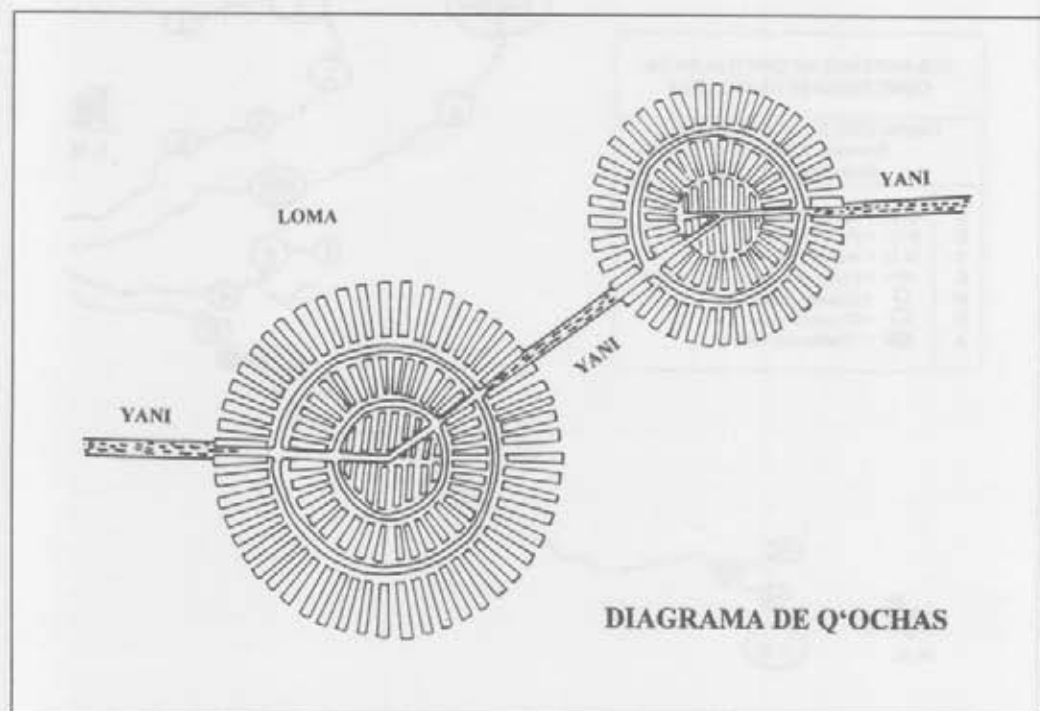


Fig. 4. El agua se maneja dentro de cada *qocha* y es, a su vez, evacuada por los canales de unión (*yani*) de *qocha* a *qocha*, hasta eventualmente desembocar a un río o perderse en la pampa.

Citando a Flores y Paz (1983b: 130; 1984: 80; 1986: 93), cuando la *qocha* está arada y llueve, el agua puede quedar detenida en los surcos por obra de las *kunkaña*, dique pequeño que tiene por finalidad mejorar el manejo del agua ya sea almacenándola o dejándola circular (Rozas 1986: 116). El empozamiento no debe durar más de 24 horas porque las papas se malogran, se «aguachinan» y pudren. Para impedirlo se abren las *kunkaña* para que el agua corra a las *royra*, surco que se traza por la circunferencia de la base, justo donde comienza la pendiente del borde. La *royra* también funciona como canal colector de las aguas que descienden de los surcos, que se abren tangencialmente a ella en los bordes. De ahí el agua desfoga por los *yani*, y luego fuera de la *qocha*, evitándose que se detenga e inunde los surcos. En los años secos, que son frecuentes en el altiplano, las *kunkaña* pueden permanecer cerradas más de un día, no más de tres, porque las raíces de las plantas se «apagan».

En la actualidad, los campesinos de las comunidades de la provincia de Azángaro que usan este sistema realizan faenas comunales para limpiar los canales o *yanis*, de tal forma que el agua discurra sin problemas, manteniendo el sistema. El agua que corre por los *yanis*, en épocas de cultivo, no puede ser usada de forma arbitraria, por común acuerdo de las comunidades (Valdivia y Reinoso 1994). Sin embargo, algunos factores están afectando el sistema, entre ellos la fragmentación de la tierra, principalmente por herencia; la construcción de carreteras; y el uso indiscriminado de tractores para la siembra de forrajes. Por una parte, la *qocha* pierde su unidad de manejo y por otra se rompe la relación entre *qochas* al eliminarse los canales o *yanis*.

El suelo de las *qochas* tiene una fertilidad natural de gran potencial. La humedad permanente hace que la biomasa sea abundante, permitiendo una buena estructura en la capa

superficial del suelo. No obstante, existen otras formas de recuperación de nutrientes exclusivos de la *qocha*, donde se logra retener el agua embalsada, no sólo con el fin de preservar la humedad del suelo sino de captar el limo rico en nutrientes de la erosión que provocan las lluvias. Este material queda disuelto en el agua durante el tiempo que tarda en secarse la *qocha*, para luego depositarse en la superficie del suelo (Rozas 1986: 122).

Flores y Paz (1983b: 131; 1984: 81) afirman que el cultivo principal en el sistema de *qochas* es el de la papa. Observan que en una misma *qocha* se siembran diversas variedades, tanto para consumo inmediato como para almacenar y elaborar *chuño*, *moraya* o *tunta*. Se las siembra en forma alternada o por sectores. Pero la rotación de cultivos es otra característica del sistema de *qocha*, denominada *muyu allpa* según Rozas (1986: 122). El patrón ideal es que el primer año siembran papa, el segundo *qañiwa* y *kinuwa*, el tercero avena y/o cebada, y el cuarto o quinto comienza el descanso con duración variada, de acuerdo a la extensión de tierras que el campesino posea. Un informe detallado de esta secuencia se presenta más adelante, en el Cuadro 3.

Rozas (1986: 122) propone, además, una especialización de cultivos dentro de las *qochas* y entre distintos tipos de *qochas*. En cuanto a lo primero, la zona de la «pollera» (la superficie que está por encima de la *royra*) se reserva para obtener semilla y los cultivos más delicados como la papa dulce, ya que es el sector menos afectado por las heladas debido a la pendiente que tiene, mientras que la *pampa qocha* (la base plana o fondo de la depresión) es utilizada para el cultivo de la papa amarga que es resistente a la helada, así como para la siembra de la cebada y la avena forrajera. En cuanto a lo segundo, las *phuron qocha* (*qochas* que por su profundidad, casi siempre tienen agua) son reservadas para la obtención de



Fig. 5. Vista panorámica de 2 qochas con sus respectivos canales.

semillas y de papa dulce, ya que el agua permanente atemperada por las irradiaciones solares controla los efectos del viento frío de la mañana.

Se propone, pues, que las *qochas* contribuyen a disminuir algunos de los riesgos de la agricultura en puna, como el de las heladas (Flores y Paz 1983b: 130). El agua almacenada en las depresiones protege los cultivos de las heladas. Por principio físico, toda masa de agua absorbe calor y luego, por la noche, lo irradia. Los bordes inclinados de la *qochas* hacen circular el aire, especialmente cuando se desprende una corriente desde el espejo de agua, atenuando las heladas (Flores y Paz 1983a: 59).

Además del uso agrícola, las *qochas* de la cuenca norte del altiplano del Titicaca también sirven como reserva de agua (Fig. 5) y para el pastoreo, como abrevadero para los animales (Fig. 6) y también como fuente de agua para el consumo doméstico (Flores y Paz 1983a: 64; 1983b: 130-131; 1986: 96). En las *qochas*

en descanso crecen pastos naturales. Por otro lado, en el inventario de infraestructuras agrícolas andinas en Puno, realizado por el Proyecto PIWA, Díaz y Velásquez (1992: 29) proponen la existencia de *qochas* para el uso pecuario, las que se denominan *q'otaña*. Se trata de 15,124 ha. dispersas entre las localidades de Platería e Ilave, principalmente en la pampa de Callaccame, al sur de la ciudad de Puno, en una zona agroecológica de Suni poblada por comunidades aymaras. Lamentablemente no tenemos mayores datos sobre ellas.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA VIGENTE

Como se ha explicado en la sección anterior, el sistema de *qochas* responde a la necesidad de atenuar las difíciles condiciones climáticas del altiplano del Titicaca y aumentar la productividad en esta zona altoandina. En esta sección se presentarán los resultados de un conjunto de investigaciones realizadas para comprobar estas hipótesis.



Fig. 6. Las qochas de la cuenca norte del altiplano del Titicaca también sirven para el pastoreo y de abrevadero para los animales.

Materiales y Métodos

Como se ha mencionado, el estudio cuyos resultados se presentan en esta contribución se desarrolló en la comunidad campesina de Lllallahua-Pajchapata, ubicada en el distrito de José D. Choquehuanca, provincia de Azángaro, departamento de Puno. En la actualidad esta comunidad, como las otras que habitan en la zona, está considerada con mayor vocación para la producción ganadera por el tipo de pastos existentes (Fig. 1). Sin embargo, al realizar estudios de sondeo y encuestas dinámicas y estáticas (INIA-PISA 1989, 1992a, 1992b), se encontró que las familias producen también papa dulce y amarga, quinua, cebada en grano y cebada forrajera y kiwicha en forma complementaria a la producción de ganado.

Esta producción de alimentos de origen vegetal se da en tres zonas de producción diferenciadas: pampa, ladera y cerro. De esta manera, el sistema de *qochas* se convierte en un elemento clave para la sobrevivencia de la población asentada en esta zona dada la alta

variabilidad climática y el riesgo productivo. Por tanto, entender su funcionamiento y comportamiento productivo en el tiempo, es el eje que orienta el presente trabajo.

Durante las campañas agrícolas de 1985-1986 y 1986-1987, se evaluaron tres subsistemas unidos que se originan de una misma *mamma qocha* o *qocha* mayor (Fig. 3). Esta evaluación incluyó: a) la descripción de la estructura y forma de la *qocha*, b) el registro de precipitaciones, temperaturas y análisis de suelo de sus diferentes partes, y c) la rotación de cultivos y tecnología empleada. El rendimiento de papa registrado para ambas campañas fue comparado con aquellos de parcelas ubicadas en cerro (con y sin andenes) y en pampa (con y sin *qochas*), dentro de la misma comunidad. De esta forma, la unidad de análisis es la parcela del productor llevada a hectárea y la variable el rendimiento representado en toneladas por hectárea (*t/ha.*).

El análisis incluyó el registro gráfico de *qochas* individuales y de sus cortes, que

permitieran mostrar su funcionalidad: disposición de los surcos, manejo del agua y unidad del sistema. Asimismo, las entrevistas con los productores permitió reconstruir la rotación de cultivos por un período de 10 años. El registro de los rendimientos fue analizado mediante pruebas «t», análisis de regresión e índices de estabilidad. Esto permitió observar cuantitativamente las diferencias de rendimiento dentro de años, entre años y entre zonas de producción en la misma comunidad.

El clima como factor de riesgo

El altiplano de la cuenca del Titicaca ha mostrado durante los últimos 62 años gran variabilidad climática, especialmente rela-

cionada con el volumen de precipitación pluvial. Entidades del gobierno, durante los últimos 15 años, se han visto obligadas a crear planes de emergencia para atenuar la crisis de alimentos producida por estos problemas climáticos. Durante este período, la mitad de los años han sido «buenos» para la agricultura, y la otra mitad fueron negativos (Cuadro 1 y Fig. 9). Es decir, los sistemas productivos en los Andes, por cientos y miles de años, han enfrentado esta variabilidad, siendo real la percepción del riesgo productivo a pesar de contar con una serie de mecanismos y estrategias para minimizar este efecto.

Las sequías extremas (200 a 250 mm. anuales de precipitación) se produjeron en los

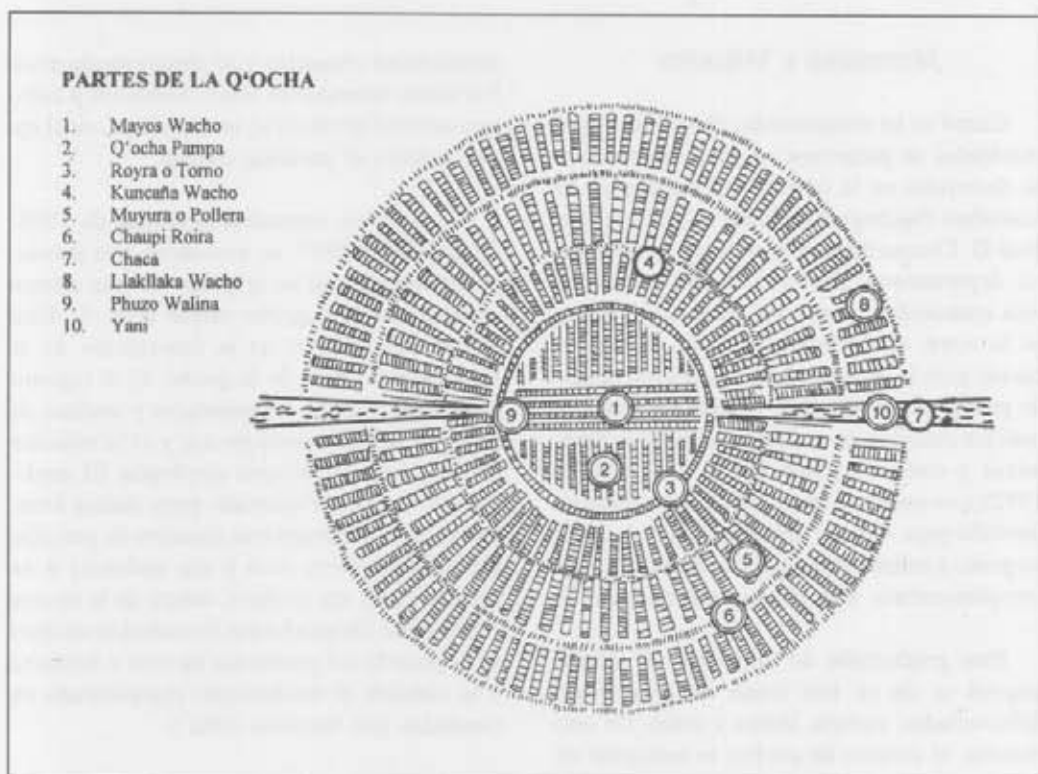


Fig. 7. Partes de una qocha, según Flores y Paz (1986), Angles (1987) y Rozas (1984).

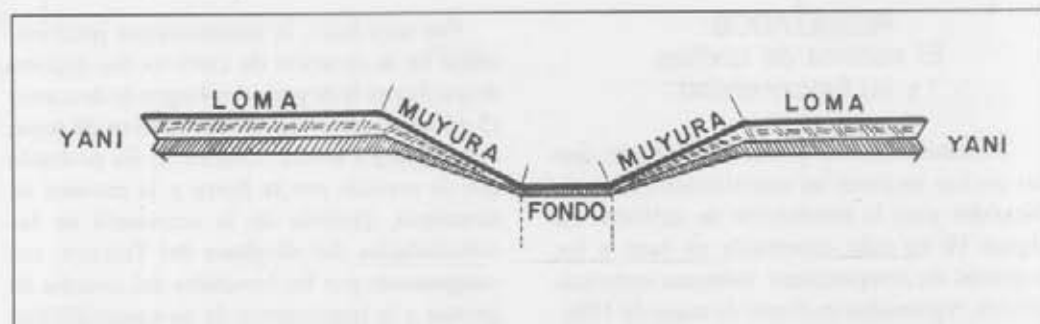


Fig. 8. Perfil de una qocha, según Flores y Paz (1986), Angles (1987) y Rozas (1984).

años 1940, 1956 y 1982, en los cuales la escasez de alimentos fue muy grave. Por el contrario, en 1962 y 1986 se registraron precipitaciones superiores a 1,000 mm. anuales y subsecuentes inundaciones. La ciclicidad en la variabilidad de los años sugiere que estos fenómenos se repetirán en el tiempo, por una parte, y por otra se observa que los patrones de precipitación no son iguales de una campaña agrícola a otra.

En consecuencia, la ciclicidad del clima puede conducir a definir acciones o adecuaciones del medio que disminuyan su efecto negativo en la producción. Se debe buscar estabilidad y sostenibilidad productiva de los sistemas agropecuarios, en un medio con alta restricción climática. Conway (1986) propone, para la agricultura tradicional, un nivel medio de productividad y estabilidad, con alta sostenibilidad. Los conceptos anteriores pueden aplicarse a la agricultura tradicional del altiplano peruano, dado que existen años en los cuales la producción y productividad llegan a niveles de sobrevivencia, pues con sólo 200 mm. de precipitación, en ocho meses de cultivo, es casi imposible llegar a producir. Por tanto, es conveniente medir cómo es el comportamiento del sistema en el tiempo, especialmente en años contrastantes climáticamente.

Las qochas como sistema

En el altiplano del Titicaca las *qochas* fueron concebidas como un sistema de manejo del agua y suelo. Se estructuran a partir de la derivación de aguas de una *qocha* o laguna mayor (*mamma qocha*), interconectándose con otras más pequeñas por medio de canales denominados *yanis* (Fig. 7). Una *qocha*, vista de perfil, incluye el *yani* (canal), la *muyura* (área donde se ubica el cultivo), el fondo y la loma (Fig. 8).

La disposición de los surcos, en la *muyura* y en el fondo, delinean las partes de mayor especificidad de las *qochas*, resaltando entre ellas los surcos de contorno (*royra* o torno y *chaupi roira*), que cumplen la función de retener o coleccionar las aguas de escurrimiento de los surcos, según sea el caso de déficit o exceso de agua. La *chaca* y el *phuzo walina* son partes que permiten la salida y entrada de agua a la *qocha*, respectivamente, pudiéndose cerrar y abrir a voluntad. Finalmente, el *yani* completa el sistema, al ser el canal que une una *qocha* con otra.

Como se observa, todo el sistema, como un conjunto, permite un adecuado manejo del agua con las consiguientes ventajas en la producción de alimentos, en una zona con alta restricción climática.

RESULTADOS: El sistema de qochas y su funcionalidad

Funcionalmente, queda demostrado que las *qochas* mejoran las condiciones microambientales para la producción de cultivos. La figura 10 ha sido construida en base a los registros de temperaturas mínimas extremas diarias, registradas en el mes de mayo de 1986. En este periodo de tiempo normalmente las temperaturas mínimas extremas para la zona son de -4 ± 3 °C (Grace 1983). Sin embargo, en el sistema de *qochas* sólo 5 de 30 días presentaron signos de heladas, existiendo una diferencia de 1 a 2 °C entre la *muyura* (zona de cultivos) y la loma (parte alta de la *qocha*). Esta diferencia es clave para el desarrollo de las plantas. Es decir, se asume que en época de cultivos (setiembre - abril) las temperaturas, en general, son más benignas que en el mes de mayo, por lo cual el efecto, por la configuración de la *qocha*, será generar mejores condiciones a las plantas, lo que no ocurre en zonas de producción de pampa similares, pero que no tienen el sistema de *qocha*.

Otra de las ventajas que ofrece el sistema es en la fertilidad de los suelos, producto del manejo, rotación de cultivos y pastoreo de ganado. En el cuadro 2 se presenta el análisis textural y de materia orgánica de ocho *qochas* diferentes. Los resultados señalan un alto contenido de materia orgánica, que se incrementa desde la loma (parte alta) hasta el fondo, a pesar de predominar el porcentaje de arena. Estas condiciones requieren un tratamiento adecuado para mantener este nivel, dado que los cultivos se ubican en la *muyura* y fondo de la *qocha*. Un cambio drástico en el manejo del sistema, en la partición de la *qocha*, u otra presión en el uso de la misma, hará variar sus condiciones naturales y el sistema se verá expuesto a un posible colapso en el tiempo.

Por otro lado, la característica predominante en la rotación de cultivos del sistema de *qochas* es la de periodos largos de descanso (3 a 9 años), alternados con cultivos de papa, oca, cebada y avena (Cuadro 3). Es probable que la presión por la tierra y la escasez de alimentos, propios de la economía de las comunidades del altiplano del Titicaca, sea compensada por las bondades del sistema de *qochas* y la importancia de su sostenibilidad en el tiempo, aspectos que contribuyen al restablecimiento o mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Estas condiciones constituyen elementos para que el sistema se inscriba dentro de una tecnología sostenible, cuyo tratamiento debe ser investigado adecuadamente.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LAS QOCHAS

La funcionalidad del sistema de *qochas* se expresa en el nivel productivo que este sistema obtiene en el tiempo. Desde esta perspectiva, es posible concebir sus características de estabilidad y sostenibilidad. Nuestros estudios fueron en esta dirección.

A continuación se ofrece una evaluación de la producción en las *qochas* entre años y dentro de años. Se presentan los niveles de rendimiento y la estabilidad productiva en el sistema.

Niveles de rendimiento

El comportamiento climático, durante las campañas en las cuales se realizó las evaluaciones del sistema de *qochas*, fue de contraste marcado. La campaña 1985-1986 se desarrolló durante un año extremadamente lluvioso (1,000 mm.), mientras que durante la campaña de 1986-1987 se registró una sequía con sólo 390 mm. de precipitación (Fig. 9), que

Cuadro 1. Clasificación de años en relación al total anual de precipitación. Puno-Perú (1932 - 1994).

PRECIPITACIÓN (mm)	AÑOS "BUENOS"*		AÑOS "MALOS"	
	n	%	n	%
1,050 - 750	17	27	-	-
749 - 590	14	24	-	-
589 - 400	-	-	24	39
399 - 200	-	-	7	11
TOTAL	31	50	31	50

* Clasificación tomada de Amat y León (1963).

obligó a decretar el estado de emergencia en la zona. Dentro de estas condiciones climáticas contrastantes, los rendimientos promedio obtenidos muestran variabilidad entre zonas de producción y entre años (Cuadro 4).

En los años con abundante o baja precipitación, los rendimientos son bajos en comparación al promedio departamental de 6 a 7 t/h. Sin embargo, debe considerarse que la tecnología en esta zona se desarrolla con va-

riedades nativas y reducido uso de insumos agrícolas, además de ser un área marginal para la agricultura, por las severas condiciones del clima y porque la ganadería constituye la principal actividad. La comparación del rendimiento dentro y entre años para las distintas zonas de producción de Llallahua, se presenta en el cuadro 5.

En el año climático bueno (1,000 mm. de precipitación y sin heladas), no existe diferen-

Cuadro 2. Análisis textural y contenido de materia orgánica en tres partes de las qochas (n=8). Llallahua 1988.

CONTENIDO %	LOMA		MUYURA		FONDO	
	x	D.E	x	D.E	X	D.E.
Materia Orgánica	2.2	0.7	2.5	0.6	3.0	0.5
Arena	81.0	5.0	79.0	6.0	73.0	7.0
Limo	12.0	3.0	13.0	5.0	17.0	5.0
Arcilla	6.0	3.0	8.0	2.0	10.0	4.0

Fuente: Información de base - Laboratorio de Suelos, Estación Salcedo, INIAA, Puno.
x = promedio; D.E. = Desviación estandar

Cuadro 3. Serie histórica de rotación de cultivos para 10 años en 10 qochas diferentes (Llallahua, Puno).

No. Qocha	CAMPAÑAS AGRÍCOLAS										RESUMEN ROTACIÓN			
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	D	Cult	D	Cult
1	D	D	D	P	C	D	D	D	D	P	3	2	4	1
2	D	D	D	D	D	D	D	D	P	C	8	2	-	-
3	D	D	D	D	D	D	D	D	D	P	9	1	-	-
4	D	D	D	D	P	O	C	D	D	P	4	3	2	1
5	D	D	D	C	D	D	D	D	P	C	3	1	4	2
6	D	D	D	D	P	C	D	D	P	C	4	2	2	2
7	D	D	D	D	D	D	D	D	P	C	8	2	-	-
8	D	D	D	P	C	A	D	D	P	C	3	3	2	2
9	D	D	D	D	D	D	P	C	A	D	6	3	1	-
10	P	O	C	D	D	D	P	A	C	D	3	3	1	3
										Rangos	3-9	1-3	1-4	1-3

Fuente: Elaborado con propietarios de cada qocha.

D=Descanso; P=Papa; O=Oca; C=Cebada; A=Avena; Cult=Cultivos

cia estadística entre zonas de producción para rendimiento de papa, mostrando que todas las zonas de producción en la comunidad de Llallahua tienen un comportamiento similar. La mayor variación dentro de zonas en el año referido, medida por la desviación estándar (Cuadro 4), se da en la zona pampa y la menor variación en las zonas ladera con andén y cerro; la zona de *qochas* ocupa un lugar intermedio.

Cuando se comparan las medias del rendimiento para las cuatro zonas de producción entre los dos años, se presentan diferencias significativas (Cuadro 5). Es decir, cada una de las zonas presenta diferente comportamiento entre años (Cuadro 4). Resalta el rendimiento medio de la ladera con andén y el de *qochas*

(ambos con modificación del paisaje), lo cual muestra la bondad de los sistemas prehispánicos en años «malos» para la agricultura del altiplano, donde es clave asegurar un nivel mínimo de producción de alimentos en años de escasez productiva.

Estabilidad productiva

El análisis de estabilidad usado en los programas de mejoramiento genético de plantas, se basa en la heterogeneidad de los ambientes donde las variedades serán cultivadas. Se ha usado este concepto para mostrar el comportamiento del rendimiento de papa en diferentes zonas de producción de Llallahua, considerados como ambientes heterogéneos y asumiendo que los clones

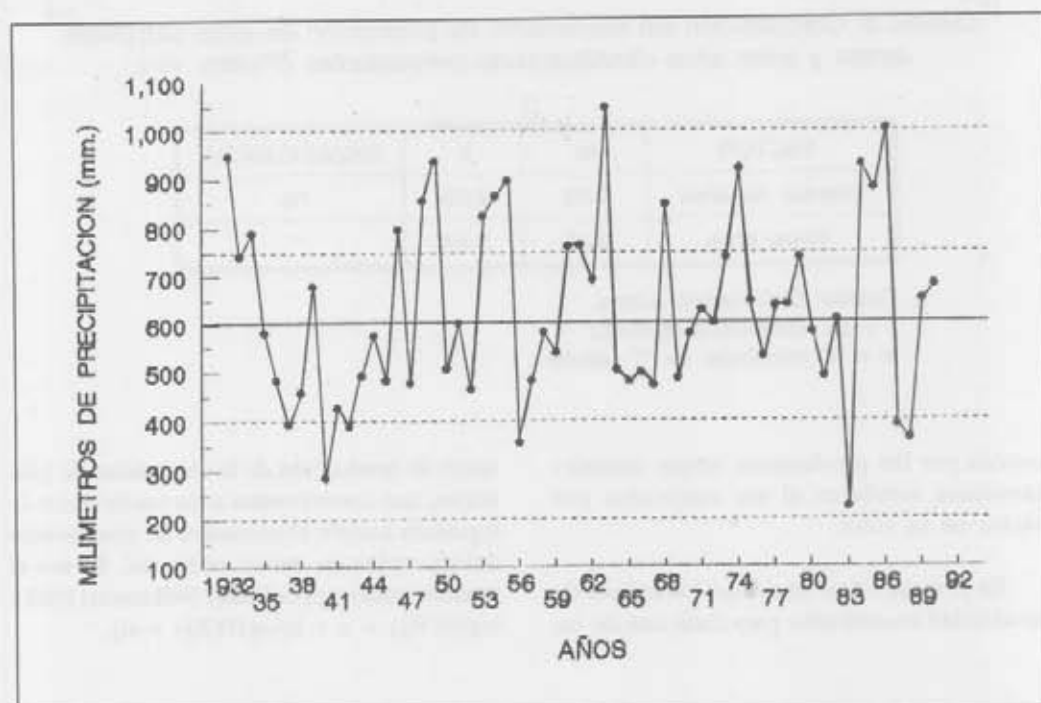


Fig. 9. Gráfico de años y milímetros de precipitación, ploteo, con clasificación de años. Fuente: Años 1932-1962 = Amat y León 1963; Años 1963-1994 = elaboración propia en base a diferentes fuentes.

Cuadro 4. Promedio y desviación estándar del rendimiento de papa en cuatro zonas de producción de la Comunidad de Llallhua, durante dos campañas agrícolas.

ZONA DE PRODUCCIÓN	RENDIMIENTOS PROMEDIO (t/h)					
	1985-1986			1986-1987		
	X	D.E.	n	X	D.E.	n
Cerro	5.3	0.9	14	2.2	1.5	9
Pampa	5.5	1.4	17	3.1	0.9	8
Ladera- Andén	6.2	0.8	21	5.0	1.1	8
Qocha	5.2	1.1	16	5.0	1.0	8
Rendimiento x/año	5.6			3.8		
Precipitación total (mm)	1,000			350		

Fuente: Evaluación de parcelas en la comunidad de Llallagua.

n = Núm. parcelas observadas; x = Promedio; DE = Desviación estándar

Cuadro 5. Comparación del rendimiento de producción de papa sembrada dentro y entre años climáticamente contrastantes (Prueba «t»).

FACTOR	tc	tt	SIGNIFICANCIA
Dentro de años	0.02	2.03	Ns
Entre años	2.47	2.44	*

Fuente: Elaboración propia.

* = dif. estadística ($p > 0.05$)

tc = "t" calculada; tt = "t" tabular

usados por los productores tienen comportamientos similares al ser cultivados por siglos en la zona.

En el cuadro 6 se presentan los índices de estabilidad encontrados para cada una de las

zonas de producción de la comunidad de Lla-lagua, que corresponden a los coeficientes de regresión usando el promedio de rendimiento del año como un índice ambiental. Se usa el modelo propuesto por Finlay Wilkinson (1963): $\log_{10}(Y_{ij}) = a + b \log_{10}(X_j) + e_{ij}$.

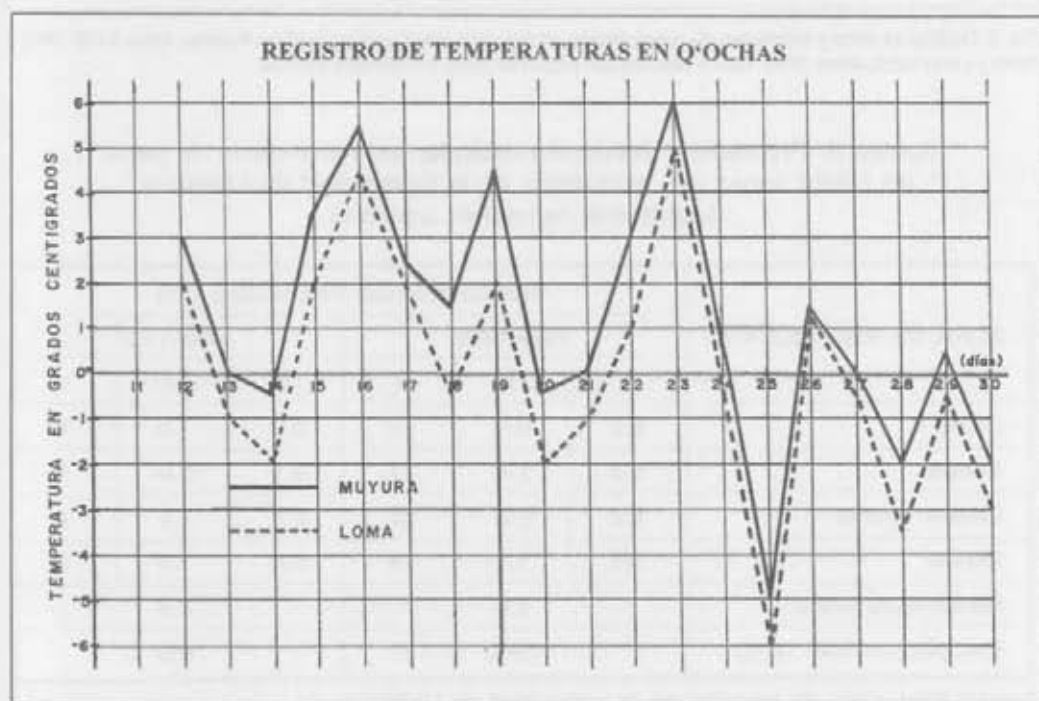


Fig. 10. Registro de temperaturas mínimas extremas diarias, registradas en el mes de mayo de 1988.

Cuadro 6. Índices de estabilidad ofrecidos por las cuatro zonas de producción de la Comunidad de Llallahua, durante dos campañas agrícolas (1985-1987).

ZONA DE PRODUCCIÓN	ESTABILIDAD	
	Índice β	Interpretación
Cerro	2.20	Baja estabilidad entre años
Pampa	1.48	Baja estabilidad entre años
Ladera- Andén	0.55	Alta estabilidad entre años
Qocha	0.10	Alta estabilidad entre años.

Fuente: Evaluación de parcelas en la comunidad de Llallahua, elaboración propia
 β = Índice de estabilidad.

Rendimiento promedio de papa en las cuatro zonas de producción: pampa, cerro, ladera y qocha.

CONCLUSIONES

Como puede observarse de los análisis, cuyos resultados hemos ofrecido en la sección anterior, tanto la zona de producción de *gochas* como la de ladera con presencia de andenería, ofrecen rendimientos medios y alta estabilidad ante años climáticamente diferentes, coincidiendo con lo propuesto por Conway (1986) para tipos de agricultura tradicional. La medida de estabilidad usada, como un nivel primario en los estudios del sistema de *gochas*, puede estar señalando las características de este sistema. Entonces debería priorizarse, para el altiplano peruano, que los rendimientos de año a año eleven sus niveles de estabilidad, antes de buscar productividades altas, sin que esto último no deje de ser importante.

Por el contrario, en las zonas de producción donde no existe un acondicionamiento topográfico, como en la pampa y en el cerro sin andenería, el comportamiento del rendimiento presenta baja estabilidad. Es decir, que en años «buenos» no existirían problemas en la producción, pero en años «negativos» para la agricultura los

rendimientos bajan ostensiblemente, peligrando la seguridad alimentaria de las familias campesinas. Si se considera, como hemos mostrado antes, que la extrema variabilidad del clima es una condición propia del altiplano del Titicaca, la cual no puede ser modificada por el hombre, es evidente que la respuesta a esta limitación debe ser acondicionar el medio, tal como lo muestran los sistemas de agricultura altoandinos basados en *gochas*, andenes o camellones, para resolver en primer lugar el problema de los «años malos». En este sentido, es posible proyectarnos al futuro sólo si consideramos y entendemos lo que nos legaron nuestros antepasados, adecuando esta herencia a las circunstancias actuales.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se desarrolló dentro del marco del proyecto INIA-PISA, que contó con el apoyo financiero del Centro de Investigación para el Desarrollo, CIID - Canadá, y del ACDI.

Una versión preliminar de este trabajo fue presentado al VIII Congreso Internacional de

Sistemas Agropecuarios Andinos (Valdivia, Chile; 21-26 de marzo de 1994).

Deseamos agradecer los comentarios recibidos por Miguel Holle, Roberto Quiroz y Antonio Chávez.

BIBLIOGRAFIA

- AMAT y LEON, J.
1963 «El clima en el altiplano del Títicaca» Boletín Informativo Técnico XX-1963. Lima, Ministerio de Agricultura
- ANGLES, V.
1987 Sistema tecnológico andino en q'ocha y organización campesina. Tesis de Licenciatura en Sociología. Puno, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Altiplano
- CLAVERÍAS H., Ricardo, Adán VILLEGAS M., Basilio SALAS T. y Pablo César AGUILAR
1986 «Sistemas de riego y estrategias productivas en las economías campesinas andinas». Allpanchis Phuturinqa 27: 203-238. Cusco, Instituto de Pastoral Andina.
- CONWAY, G.R.
1986 Agroecosystems Analysis for Research and Development. Bangkok, Winrock International.
- DIAZ ZEBALLOS, César y Emiliano VELÁSQUEZ COAQUIRA
1992 «Inventario de infraestructuras agrícolas andinas en Puno, Perú». En: Avances de investigación sobre la tecnología de Waru Waru. I. Infraestructura, J. B. Palao, editor, págs. 17-37. Puno, Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio PELT/INAD-IC/COTESU.
- DIETSCHY, Beat R.
1984 «Aporte tradicional andino para la solución de problemas de irrigación: El caso específico del Altiplano». Allpanchis Phuturinqa 24: 251-288. Cusco, Instituto de Pastoral Andina.
- FINLAY, K.W. y G.N. WILKINSON
1963 «The analysis of adaptation in a plant-breeding programme». Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.
- FLORES OCHOA, Jorge
1987 «Cultivation in the qocha of the south Andean puna». En: Arid Land Use Strategies and Risk Management in the Andes, David L. Browman, editor, págs. 271-296. Boulder, Westview Press.
- FLORES OCHOA, Jorge A. y Percy PAZ FLORES
1983 «El cultivo en qocha en la puna sur andina». En: Evolución y tecnología de la agricultura andina, Mario Tapia y Ana María Frés, editores, págs. 45-80. Cusco, PISCA-IICA/CIID e Instituto Indigenista Interamericano.
- 1984 «El cultivo en qocha en la puna sur andina». En: Contribuciones a los estudios de los Andes Centrales, Shozo Masuda, editor, págs. 59-100. Tokio, Universidad de Tokio.
- 1986 «La agricultura en lagunas (qocha)». En: Andenes y camellones en el Perú andino. Historia, presente y futuro, Carlos De la Torre y Manuel Burga, editores, págs. 85-106. Lima, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- 1986 «La agricultura en lagunas del Altiplano». Ñawpa Pacha 85-106. Berkeley, Institute of Andean Studies.
- 1988 «Agricultura de lagunas». En: Cultura y tecnologías alto Andinas. Puno, CORPUNO.
- GRACE, B.
1983 El clima del altiplano. Departamento de Puno, Perú. INIPA - CIPA XV. Puno.
- INIA-PISA
1989 Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios. Informe anual. Convenio INIA-CIID-ACDI. Puno.
- 1992a Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios. Informe Final 1985 - 1992. Convenio CIID-ACDI-INIAA/PISA-INIAA. Puno.

- 1992b Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. Informe Anual 1991. Convenio CIID-ACDI-INIAA. Puno.
- MASSON MEISS, Luis**
1994 «Ecología: el reto del espacio andino». En: Historia y Cultura del Perú, Marco Curatola y Fernando Silva-Santisteban, editores, págs. 27-40. Lima, Universidad de Lima y Museo de la Nación.
- MUJICA, Elías**
1991 «Pukara: una sociedad compleja temprana en la cuenca norte del Titicaca». En: Los Incas y el antiguo Perú: 3000 años de Historia, Tomo I, págs. 272-297. Madrid, Sociedad Estatal Quinto Centenario.
- ROZAS ALVAREZ, Jesús Washington**
1984 Sistemas de cultivos en qochas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- 1986 «El sistema de cultivo en qocha». En: Andenes y camellones en el Perú andino: Historia, presente y futuro, Carlos De la Torre y Manuel Burga, editores, págs. 107-126. Lima, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- 1987 «Clasificación y manejo de los suelos en qochas». Seminario sobre Tecnologías Tradicionales. Primera reunión Manejo de suelos y agua en la sociedad andina, Lima, Asociación Peruana para el Fomento de las Ciencias Sociales (FOMCIENCIAS). Ms.
- VALDIVIA, Roberto y Jorge REINOSO**
1994 «Evaluación del sistema de q'ochas del altiplano peruano». Ponencia presentada en el VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos y su Proyección al Tercer Milenio». Valdivia, Chile, 21 al 26 de marzo de 1994. Universidad Austral de Chile.

23

JOHN HYSLOP (1945 - 1993)

Los agroalfareros y Valdivia de Real Alto, en el antiguo Ecuador: un modelo para la "revolución neolítica" en el nuevo mundo / Jorge Marcos P.
Investigaciones sobre la metalurgia Vicús / Marcela Ríos y Enrique Retamozo.

Prácticas funerarias, poder e ideología en la sociedad Moche tardía: el Proyecto Arqueológico José de Moro / Luis Jaime Castillo.

Poblados Warí en la cuenca del Pampas - Qaracha, Ayacucho / Cirilo Vivanco P. y Lidio Valdez C.

Patrones de asentamientos en el valle de Ingenio, cuenca del río Grande de Nasca: una propuesta preliminar / Helaine Silverman.

Arqueología en el valle de Quillagua, río Loa, Norte de Chile / Francisco Gallardo, Luis Comejo, Rodrigo Sánchez, Barbara Cases, Alvaro Román y Angel Deza.

Patrones de asentamiento prehispánicos en el valle del río Maule, Región Central - Sur de Chile / Charles Rees, Andrea Seelenfreund y Catherine Westfall.

Coloquio de arqueología sobre la cultura Moche / José Canziani Amico.

Paleambientes, modelos individualistas y modelos colectivos en el norte de Suramérica / Cristóbal Gnecco.

El área geográfico-cultural de la prehistoria de Chachapoyas. Una nueva postulación / Jorge Zevallos Quiñones.

Fuentes para la historia precolonial de los andes Orientales del Norte del Perú / Elías Mujica B.

Asentamientos prehispánicos de la cuenca alta del Chillón / Carlos Farfán L.

Tapicería en la cultura Lima: un hallazgo textil en Cerro Culebras / Juan Domingo Mogrovejo R.

Descripción técnica de tapiz estilo "Playa Grande" / Arabel Fernández López.

Materiales recuperados por Max Uhle (1906-1907) en la isla de San Lorenzo, costa Central del Perú / Jhony Isla C.

Investigaciones de A.P. Bandelier en el valle de Pisco, Costa Sur del Perú, en 1893 / Ana María Soldí.

Las Lomas de Atiquipa: Arqueología y problemas de desarrollo regional / José Canziani Amico.

La ocupación Chínchorro en Villa del Mar, Ilo, Perú / Karen Wise.

Arquitectura Inka y poder en el Pukara de Turi, Norte de Chile / Francisco Gallardo I., Mauricio Uribe R. y Patricia Ayala R.

Prehistoria, asentamiento y paleoecología en la cuenca del río Cachapoal, Chile Central: un balance regional / Iván Cáceres R., Francisco Gallardo I. y Pablo Miranda B.

24

Solicítelos a: Librería IEP

Horacio Urteaga 694 - Lima 11 - Telf.: (51-1) 424-4856 / 332-6194

Fax: 332-6173 e-mail: libreria@iep.org.pe