

ANDENES Y CAMELLONES EN EL PERU ANDINO

HISTORIA PRESENTE Y FUTURO

CONCYTEC-PERU
Derechos Reservados
Enero 1986.

Compilación y edición:

Carlos de la Torre
Manuel Burga

Autores:

John Earls
Clark L. Erickson
Jorge Flores Ochoa
Percy Paz Flores
Jesús W. Rozas
Alejandro Málaga M.
Inge Schjellerup
Jeroen de Vries
Guillermo Zvietcovich
Lorenzo Chang-Navarro
Pablo Sánchez Z.
Luis Masson M.
Bea Coolman
Claudio Ramos V.
Ignacio Garaycochea
William Denevan
María A. Benavides
Hilda Araujo
Helena Cotler
César Fonseca

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Oficina de Política Científica y Tecnológica
Camilo Carrillo 120 - Jesús María
Lima-Perú
Teléfonos: 248179 - 248178

2. WARU-WARU: UNA TECNOLOGIA AGRICOLA DEL ALTIPLANO PRE-HISPANICO *

CLARK L. ERICKSON **

INTRODUCCION

Apenas ha comenzado la investigación pormenorizada, llámese a esta arqueológica o ecológica, de los sistemas intensivos de explotación hidráulico-agrícolas autóctonos de las Américas (Denevan 1970, 1982). La investigación cuyos frutos se presentan aquí, es un proyecto que cuenta con la colaboración de la Universidad de Illinois y el Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales del Instituto Nacional de Cultura del Perú. Actualmente se ejecuta un estudio de ciertos rasgos arqueológicos del altiplano del lago Titicaca, departamento de Puno, pertenecientes a sistemas prehistóricos de agricultura intensiva. Dicho proyecto abarca, el reconocimiento superficial de restos arqueológicos, la excavación arqueológica de prueba y la construcción de campos elevados experimentales utilizados como campos de cultivo.

Los campos elevados conocidos en la zona, bajo los nombres de camellones o *waru waru* (Quechua), son superficies cultivables, cuya altura se aumentó artificialmente. Según Denevan y Turner (1974) fueron construidos para mejorar el drenaje y para lograr modificaciones climáticas y micro-ambientales tendientes a mejorar el suelo, las tasas de crecimiento, y el control de humedad. Se han detectado sistemas de este tipo en diversas regiones tropicales de las Américas, tanto en tierras bajas como en las alturas (Denevan,

* Publicado originalmente en Boletín del Instituto de Estudios Aymaras, Serie 2, No. 18, Chucuito, 1984, pp. 5-37.

** Antropólogo, Coordinador del Proyecto Agrícola Campos Elevados (Puno).

1970; 1982). Alcanzan su mayor frecuencia en zonas que sufren severas inundaciones temporales, por ejemplo en las sabanas tropicales de los Llanos de Mojos (Bolivia), y en las pampas del altiplano del lago Titicaca (Perú y Bolivia). Dentro de la cuenca del lago Titicaca la elevación de dichos campos de cultivo varía desde 20 cm. hasta 75 cm. Su diámetro varía desde 5 a 10 metros y pueden tener hasta 50 metros de largo o aún más. Entre los campos elevados hay depresiones, que reciben agua de las lluvias, ríos y lago, y que en el presente informe los llamaremos "canales".

El primer informe sobre los campos elevados del lago Titicaca, fue escrito por Max Uhle (1954). Sin embargo, este problema sólo comenzó a recibir atención científica a fines de la década de 1960, asimismo hay un pormenorizado estudio descriptivo realizado por los geógrafos Smith, Denevan, y Hamilton (1968 y 1981). En 1977, Tom Lennon investigó la zona del río Illpa (1982). Según el estimado de Smith et al. (1981), los campos elevados del lago Titicaca cubren un total de 82,056 hectáreas de las cuales aproximadamente 56,533 hectáreas se ubican dentro de la zona estudiada arqueológicamente, en las afueras de Huatta. La variedad de formas de los campos elevados es impresionante (algunos ejemplos de la zona de Huatta se ilustran en la figura 3). Esta variación puede reflejar diferencias cronológicas, funcionales, y/o culturales (Erickson 1982).

EL MEDIO AMBIENTE DEL LAGO TITICACA

La meseta del lago Titicaca se extiende por el Perú meridional y Bolivia septentrional, conformando el altiplano cuya altura promedio supera los 3,803 m.s.n.m. Debido a esta altitud, así como a la irregularidad de las lluvias y a los suelos generalmente pobres, una gran parte del altiplano se ha clasificado sólo como marginalmente cultivable (ONERN-CORPUNO 1965a, 1965b). Hasta cierto punto, el lago mismo ejerce sobre sus inmediaciones efectos amortiguadores sobre las condiciones adversas del clima. Por ejemplo, en las márgenes del lago, se producen lluvias mucho más abundantes y algo más regulares que en las demás partes del altiplano. Asimismo las temperaturas mínimas son algo más elevadas, con una variación diurno-nocturna menos pronunciada (Kessler y Monheim 1968, ONERN-CORPUNO 1965a). Las áreas próximas al lago por otro lado, proporcionan suelos aluviales fértiles, aptos para la agricultura intensiva.

Estos factores tienen un importante impacto sobre los actuales asentamientos y sobre la densidad global de la población. Probablemente ejercieron similares impactos sobre las poblaciones prehistóricas. De hecho, la densidad de la población rural de la región lacustre se categoriza entre las más altas de la zona andina (Smith et al. 1981). En las partes relativamente abrigadas de la orilla, incluso es posible producir el maíz, genéticamente apto para su cultivo. Además de su riqueza agrícola, el lago ofrece recursos silvestres abundantes entre los cuales figuran: pescado, avifauna, y numerosos productos vegetales, aprovechables para la alimentación y otros usos (por ejemplo, la totora, llachu, vegetación flotante, etc. Labarre 1948, Collet 1980, Henek et al. 1982, Richardson et al. 1977).

Existe un impedimento considerable para la plena utilización agrícola de gran parte del altiplano lacustre. En muchas localidades, el suelo aunque sea fértil, se encuentra saturado con agua durante el año entero, transformándolo en consecuencia en un vasto pantano. Además, las lluvias de la cuenca del lago Titicaca son irregulares, circunstancia que encuentra su reflejo en los niveles acuáticos propensos a variar tanto por temporadas como en ciclos más largos (Hill 1959, Kessler y Monheim 1968). La variación temporal promedio del nivel del lago Titicaca es de 60 cm., pero se han registrado fluctuaciones hasta de 4.6 metros (Hill 1959). Debido a la topografía extremadamente plana de grandes extensiones de la meseta lacustre, determinados lugares pueden convertirse en pantanos o en tierras arables de una forma impredecible.

Las heladas amenazan constantemente las cosechas altiplánicas, incluso a las orillas del lago (Smith et al. 1981). Este factor tiene una importancia crítica en las partes más bajas, alrededor del lago, hacia las cuales el aire frío desciende de las colinas circundantes (ibid.).

A las amenazas de las heladas y las inundaciones se suma el peligro de la sequía. Durante el invierno (Junio-Agosto) o la época seca, las áreas antes inundadas, se desecan y muestran afloraciones de salitre. Las sequías y heladas ocasionan por término medio la pérdida de una cosecha de cada cinco (Weil 1974).

MEDIO AMBIENTE DE HUATTA

Huatta se ubica a unos 30 Km. al norte de la ciudad de Puno, dentro de la vasta pampa que bordea el lago Titicaca por el norte. (Ver figura 1). El paisaje plano de la pampa de Huatta es producto de los procesos de la sedimentación lacustre, la erosión y deposición fluvial de los ríos Illpa y Coata. Las formas características del relieve microtopográfico son canales secos de riachuelos y de ríos desaparecidos, riberas fluviales bajas, y rasgos culturales tales como montículos de habitación prehistórica, algunos utilizados hasta el presente, y los campos elevados de empleo agrícola con sus canales. Los suelos de las pampas se han clasificado como: Intergrados Planosol-Gley Húmico Andino de las asociaciones Titicaca y Limno. Estos se caracterizan por deposiciones aluviales y lacustres de textura fina, de escaso drenaje debido a la napa freática alta y relieve bajo con valores altos de pH que llegan hasta los 8.8 y subsuelos gleizados. Los Planosol-Gley Húmico Andino poseen un "potencial agrícola limitado" (ONERN-CORPUNO 1965b).

La vegetación principal se compone de una variedad de pastos (*Stipa* sp., *Festuca* sp., *Mulenhbergia* sp., *Calomogrostis* sp., *Poa* sp. y otros). En las orillas del lago se encuentran comunidades de plantas acuáticas (*Schoenoplectus totora* L., *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp., *Chara* sp., *Nitella* sp., y *Sciaromium* sp.). (Collet 1980, ONERN-CORPUNO 1965b, Smith et al. 1981).

Con la salvedad de unos cuantos campos de cultivo particulares, el uso actual de la pampa generalmente se limita al pastoreo de ganado vacuno y ovino. En los campos de cultivo se construyen camellones estrechos (*wa-*

cho) cuya anchura varía entre 50 y 75 cm. Estos son construidos de bloques de césped (*ch'ampa*) cortados en la pampa por grupos de campesinos utilizando la *chakitaklla* (arado de pie andino), y volteándolos a mano. Una gran porción de la pampa se encuentra bajo control de la SAIS Buenavista Central Moro, organismo dedicado preferentemente al pastoreo. Comúnmente, se considera que las heladas y las lluvias irregulares que conducen a la sequía o la inundación impiden la agricultura intensiva a escala mayor. Sin duda dichas condiciones resultaron problemáticas también para la población prehispánica de la cuenca del lago Titicaca. El complejo sistema de agricultura desarrollada por dicha población probablemente constituyó su respuesta al reto del control del agua y la protección contra las heladas.

HISTORIA CULTURAL Y ECONOMICA DE LA ZONA DEL LAGO TITICACA

Hay evidencias de que una economía mixta (cultivos, sobre todo de papas y el pastoreo de camélidos) común en el altiplano de hoy, pudo tener origen antes de 1000 a.c. (Erickson y Horn 1979).

El período formativo (1800-100 a.c.) es mejor documentado que el período precerámico, sin embargo, en ambos casos hay relativamente poco detalle. La economía mixta del pastoreo de camélidos, el cultivo de tubérculos y quenopodiáceas parece haberse intensificado y algún grado de interacción regional parecería haber tomado lugar. Es clara la influencia que para la zona tuvo el centro ceremonial y urbano de Pukara durante el Período Intermedio Temprano (Kidder 1943, Lumbreras y Amat 1968).

En el Horizonte Medio parecería haberse organizado, en torno a Tiwanaku, un centralismo político y/o religioso mucho más severo, que abarcó las culturas al extremo norte de la cuenca del Titicaca, probablemente bajo su influencia.

Una serie de reinos más pequeños reemplazó el control centralizado de Tiwanaku después del fin del horizonte medio. Estos grupos lacustres locales (los Lupaca y Colla en la zona de Puno) han sido registrados en los documentos etnohistóricos, como reinos poderosos antes de ser conquistados e incorporados al Imperio Incaico alrededor de 1400 (Murra 1968, Julien 1979, Lumbreras 1974, Lumbreras y Amat 1968). A lo largo de esta historia, existen muy pocos indicios que sugieran mayores cambios en la economía, salvo la intensificación. Desafortunadamente, hay muy poca información arqueológica al respecto.

Pudo ser que los Incas introdujeran un nuevo énfasis en el cultivo de su planta sagrada, el maíz, y la construcción y la utilización de terrazas (andenes), pero tendremos que esperar mayores pruebas a través de excavaciones arqueológicas. Es cierto que los mayores cambios en la economía, fueron traídos por los españoles, quienes introdujeron nuevos cultivos (como el trigo, la cebada, la avena, las habas, etc.) y nuevos animales domesticados (ganado vacuno, ovinos y cerdos), pero debe notarse que mientras los nuevos animales domesticados y los cultivos fueron aceptados, no cambiaron considerablemente los sistemas de la economía mixta tradicionales. No es sino

hasta nuestra época, que hay indicaciones que los patrones de explotación de recursos cambian por las tentativas de los especialistas en el desarrollo agrícola, de introducir una alta tecnología de monocultivos comerciales, en lugar de enfatizar los cultivos indígenas de autosubsistencia.

El origen, la cronología y la evolución de los sistemas agrícolas en campos elevados no son bien conocidos. Los primeros cronistas de la historia andina, no hacen referencia a estos sistemas, aunque sí hacen comentarios escritos sobre las terrazas indígenas y los sistemas de canales de riego en los andes del sur. Es probable que el uso de campos elevados se haya suspendido al tiempo de la llegada de los españoles. Un reconocimiento arqueológico realizado en 1981, ha ubicado cerca de 50 sitios arqueológicos de ocupación prehispánica asociados con los complejos de campos elevados de la pampa de Huatta. La cerámica de estos sitios cubre la cronología cultural ya conocida de la cuenca del lago Titicaca. Los sitios más tempranos corresponden al período Formativo, cerca de 3000 a.p. La ubicación precisa de los campos elevados en la cronología tendrá que esperar, hasta que la excavación estratigráfica de los sitios de asentamiento y de campos elevados se haya analizado.

INVESTIGACION EXPERIMENTAL DE CULTIVO EN CAMPOS ELEVADOS

Campos elevados experimentales, han sido construidos en la zona baja de los Maya de Belice (Puleston 1976), en varios lugares de México (Gómez Pompa 1976, Gómez-Pompa et al. 1982) en los llanos de Orinoco, Venezuela (Zucchi 1975a, 1975b) y en Illinois, Estados Unidos (Riley y Friemuth 1979). Desgraciadamente, se han obtenido pocos detalles de productividad, trabajo, suelos, microclima y modificaciones ecológicas de los informes disponibles sobre estos experimentos. La única excepción es el trabajo de Puleston (1976) que tiene detalles sobre la construcción, trabajo y resultados preliminares de cultivo de un año. Debido al contexto selvático y las diferencias en las técnicas de construcción, los experimentos de Puleston no son aplicables directamente a los campos elevados en el altiplano, como la cuenca del lago Titicaca.

CAMPOS ELEVADOS EXPERIMENTALES DE HUATTA

En noviembre de 1981, se construyeron en dos lugares pequeños, parcelas experimentales de campos elevados. Fueron seleccionados para la experimentación dos sitios diferentes en la pampa. Machachi, a 3 km. al oeste del centro poblado de Huatta, ubicado en una pampa donde se cultiva poco hoy en día, debido a la pérdida frecuente de los cultivos por las heladas. El otro campo elevado experimental está ubicado en Candile, unos 3 Km. al este de Huatta y a 1 Km. de lago Titicaca, donde el clima es más templado debido al probable efecto moderador del lago. Esta pampa es afectada por pestes como los gusanos de la papa y los nematodos. Ambas parcelas experimentales fueron construidas sobre los campos elevados prehistóricos, cuidadosamente seleccionados para ser representativos de la mor-

fología más común de los campos elevados dentro de cada pampa.

Se excavaron trincheras preliminares de prueba para obtener información acerca de la morfología y profundidad original de los canales, erosión y reexcavación de los canales. También se recolectaron muestras de suelos y polen. Los campos elevados experimentales de Machachi se componen de tres camellones lineales con un total de 168.2 m² de superficie cultivable. Aproximadamente 33.64 m³ de tierra fueron removidos durante la construcción. En Candile, se construyó 54.45 m² de superficie cultivable en 2 camellones y se removió un total de 25.94 m³ de tierra.

CONSTRUCCION Y HERRAMIENTAS

Los campos elevados experimentales fueron construidos en un período de 5 días con equipos de 2 a 3 trabajadores. Las herramientas utilizadas en la construcción fueron la *chakitaklla* (el arado de pie indígena andino), la *rawk'ana*, el pequeño azadón tradicional, y a veces una pala y un pico. Se cortaron bloques de césped (*ch'ampa*) de los canales y se voltearon parcialmente con la *chakitaklla* a los dos lados adyacentes. Luego, estos bloques se recogieron y amontonaron en el camellón, donde fueron desmenuzados en bloques más pequeños. La base original del canal fue más profunda que la reconstruida. El relleno del canal era de una arcilla oscura y pesada de modo que solamente el humus fue excavado (ver figura 2). La *chakitaklla* fue mucho más eficiente que la pala para excavar el humus, pero ninguno de ellos fue muy eficiente en la excavación de la arcilla mojada y pegajosa. Es muy probable que los constructores prehistóricos hayan aprovechado de la técnica de construcción usando *ch'ampa*. Las rejas metálicas de la *chakitaklla* y *rawk'ana* de hoy probablemente son un poco más eficientes que las rejas prehistóricas utilizadas en la construcción original de los campos elevados, pero es dudoso que la diferencia sea tan grande como entre un palo perforador y la pala comúnmente usados en la discusión de estimados de trabajo invertido en la prehistoria. Han sido recuperados en el reconocimiento arqueológico muchos fragmentos de rejas de azadones de piedra gastadas y rotas hechas de un basalto gris oscuro. Algunos son muy delgados y filudos y probablemente pudieron funcionar en los suelos de las pampas casi tan eficientemente como las rejas modernas de metal. Labarre (1948) indica que una herramienta parecida a la *chakitaklla* con reja de madera tuvo empleo en la época histórica y probablemente fue utilizada en la época prehistórica. Experimentos acerca de la eficiencia de las herramientas con rejas de madera y piedra serán realizadas el año próximo. Todavía están en uso los "golpeadores" de madera para desmenuzar terrones y muchas veces se prefieren a las *rawk'ana* con rejas de metal.

CALCULOS DE TRABAJO

Durante la construcción de los campos elevados experimentales se recolectaron datos sobre cálculos de trabajo. El rendimiento diario varía relativamente poco, aunque diferentes obreros trabajaron distintos días y las condiciones de los suelos variaron de mojado a seco. Los equipos de trabajadores consistieron en moradores de la comunidad de diferentes edades,

Figura 1. Mapa de ubicación de Huatta

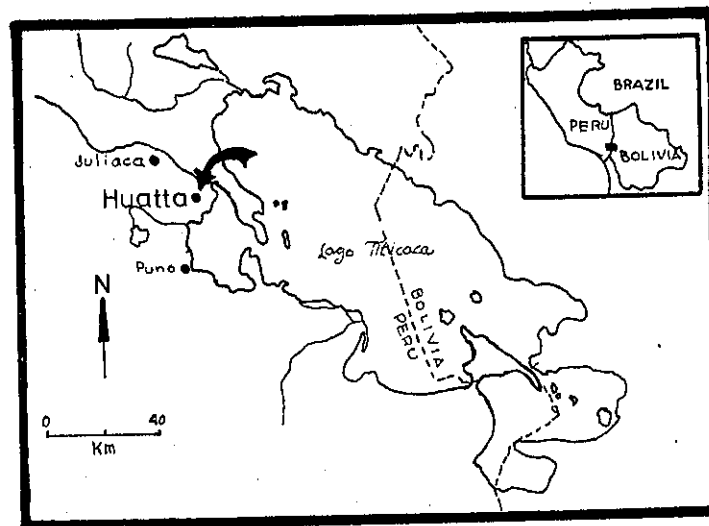
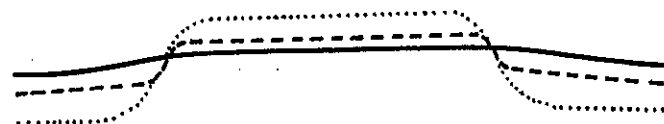


Figura 2: Perfil de campo elevado, Machachi.



Perfil de campo elevado

- Superficie actual.
- - - Superficie de campo elevado experimental.
- Superficie de campo elevado prehistórico.

además del autor y su esposa. Datos acerca del trabajo se presentan en el cuadro No. 1.

CUADRO 1:
Cálculos de trabajo en las construcciones de campos elevados experimentales

	Número Trabajadores	Total tiempo de trabajo (horas) (1)	Total de construc. (m3)	Tierra rem. x persona (m3/hora persona)	Tierra removida/día (m3/día/x persona)
Machachi	2	15	33.64	1.12	5.6
Candile	3	10	25.94	0.865	4.33

(1) La estimación del tiempo de trabajo incluye el tiempo utilizado para desmenuzar los terrones tanto como la construcción de los camellones con bloques de céspedes.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL TRABAJO

Como el método de *wacho* es una técnica tradicional para preparar los campos de cultivo en la pampa de Huatta, es interesante una comparación de trabajo invertido con este sistema y la construcción de campos elevados. Información de dos campos de cultivo utilizando *wachos* ubicados cerca de los campos elevados experimentales se presentan a modo de comparación.

CUADRO 2
Cálculos de trabajo en la construcción de *wachos*

Nombre del <i>wacho</i>	Total tierra removida (m3)	Total tierra removida por persona (m3/hora/persona)	Tierra removida por persona (m3/día/persona)
<i>Wacho</i> de Machachi	108.0	3.6	18.0
<i>Wacho</i> de Candile	38.42	2.561	12.805

El cuadro 2, muestra que en la construcción de *wachos*, hasta 3 veces más tierra puede ser excavada en un día. En la construcción de *wachos* los bloques de césped son echados al lado después de cortarlos con los equipos de *chakitaklla*, mientras que en la construcción de campos elevados los bloques de césped deben ser transferidos del canal a la superficie de los camellones, a una distancia de hasta 5 metros. Esto podría explicar parcialmente las diferencias del trabajo invertido. Además, el cálculo del trabajo en los campos elevados experimentales que es presentado, incluye el desmenuzamiento de los bloques de céspedes y los terrones en la superficie de cultivo

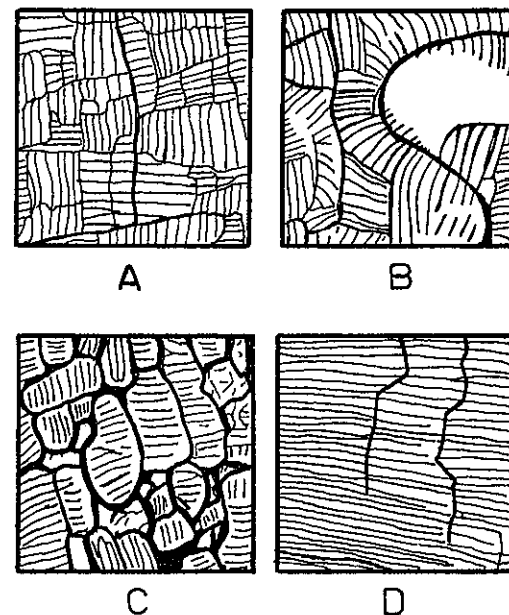


Figura 3:

Varios patrones de campos elevados de la pampa de Huatta.

- A. "Patrón damero abierto" (Candile)
- B. "Patrón fluvial" (Coata)
- C. "Patrón irregular repesado" (Huarina)
- D. "Patrón lineal" (Capachica)

(Terminología de Smith et al. 1981, fotografías aéreas del SAN, 176-70).

mientras que los estimados de la construcción de *wachos* no incluye esta labor. La preparación del suelo está considerada por los informantes como un día extra de trabajo porque los terrones tienden a secarse rápidamente.

Denevan (1982), usando información inédita de Mathewson (1978) y Stemper (1978), ha intentado calcular el trabajo invertido en la construcción de los campos elevados de la cuenca del lago Titicaca. Denevan usa un índice de trabajo de 2.6 m³/persona/día de trabajo de 5 horas, para la excavación con un palo perforador (basado en datos de Erasmus 1965) sobre un total de 37,746 ha. de superficie de campos elevados (basados en el estudio de fotografías aéreas) y un promedio de altura de 1 metro para los camellones, para calcular un total de 377 millones de metros cúbicos de tierra movida y 145 millones de días-persona de trabajo, indicando una increíble cantidad de trabajo invertido en la construcción de los campos elevados. Otras estimaciones de trabajo, han sido sugeridas en construcciones experimentales. Puleston (1977) en experimentos hechos en Belice, usando herramientas de metal, encontró que 2.7 m³/día/persona de marl pueden ser excavados. Denevan y Mathewson (1982) estimaron que 1 m³/día/persona en la época seca y 2 m³/día/persona en la época de lluvias, pueden ser excavados durante experimentos hechos en el Ecuador. Turner y Harrison (1981) citan cifras de construcción de Chinampas de 0.172 m³/hora/persona.

Resultados preliminares de la construcción de campos elevados experimentales muestran que el trabajo invertido (una cifra promedio de 4.965 m³/persona/día) es mucho más bajo que el estimado por Denevan (2.6 m³/persona/día) por tierra excavada. Esto probablemente se debe a la eficiencia de la *chakitaklla* como un implemento agrícola y a la estrategia de excavación de bloques de césped en vez de excavar en suelo duro y suelto como en los experimentos de Erasmus o en la excavación de marl en el caso de los experimentos de Puleston. El enorme total de trabajo invertido calculado por Denevan se basaba además en un estimado de una altura promedio de un metro. Es posible que el estimado de Denevan sea muy alto. La altura de los campos elevados experimentales fue solamente aumentada en 20 cm. y se encontró que esto bastaba para el crecimiento de las papas. Excavando por debajo del nivel de humus se encuentran suelos gruesos de arcilla, presumiblemente menos adaptados para el cultivo y muy difíciles de trabajar. Es muy probable que un campo elevado no haya alcanzado su elevación máxima de una sola vez sino que fuera creciendo en una serie de etapas al tiempo que el nuevo césped o *muck* (un lodo muy orgánico) se iba formando en los canales en la medida que la fertilidad del suelo así lo requería. Así un campo elevado con una altura de un metro, puede representar un período de cien años o más de construcción gradual y de erosión, de modo que no es un buen indicador del trabajo invertido en un momento dado para la construcción de los campos elevados. Utilizando los mismos índices de Denevan, pero con los estimados de trabajo revisados a partir de los experimentos de construcción de campos elevados de 4.965 m³/persona/día, se puede calcular una cifra menor de 75'931,520 días-persona de trabajo.

Knapp (1981) en una investigación reciente de los sistemas de campos elevados en la sierra ecuatoriana, ha calculado los requisitos de trabajo para

estos campos elevados. El sugiere que enormes desembolsos fueron usados en la construcción y el mantenimiento de los canales y en la producción de lama (lodo orgánico) para obtener cosechas dobles en los campos elevados.

En el caso de los campos elevados del lago Titicaca, no parece ser esencial la limpieza de canales, ya que aparentemente no se acumulan grandes cantidades de cieno. Además, estos canales no requieren mucho trabajo si se permite la formación del césped que después puede ser removido fácilmente.

SIEMBRA Y MANTENIMIENTO DE LOS CAMPOS ELEVADOS EXPERIMENTALES

Los campos elevados experimentales se sembraron con los cultivos indígenas andinos que son cultivados localmente. La mayoría de los campos elevados fueron sembrados con papas (*Solanum* sp, en 15 variedades) (ver el apéndice 1) y el resto con oca (*Oxalis tuberosa*), isaño (*Tropoleum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium paulidicaule*).

Durante el primer año se invirtió un mínimo de trabajo en el mantenimiento de los campos elevados experimentales. Pocas malezas crecieron en dichos campos. Periódicamente se debe aporcar tierra alrededor de las raíces y de las papas y otros tubérculos en crecimiento, realizándose este trabajo dos veces (total 5 horas), lo que es normal para el cultivo de papas en la zona de Huatta. Casi 4 horas/persona adicionales se necesitaron para el riego de los campos elevados, rociando agua de los canales con la mano.

HUMEDAD DE LOS SUELOS

La lluvia y una napa freática alta de la pampa, mantuvieron los canales con agua hasta con una profundidad de 30-40 cm., durante la mayor parte de la época de crecimiento. Es muy posible que el estrato de arcilla relativamente impermeable de los canales ayudara a la retención del agua. Esta agua proporcionó una humedad considerable para el suelo de los cultivos, filtrando en los camellones hasta la zona de raíces de los cultivos. La primera parte del mes de febrero de 1982, normalmente el mes más lluvioso del año, fue seco. Mientras que los campos de cultivo mostraron los efectos de la sequía, los campos elevados experimentales fueron regados a mano cuando era necesario. El funcionamiento de los campos elevados frente al problema opuesto, el de la inundación, no fue investigado este año, pero campos elevados serán construidos y sembrados a la orilla del lago en 1982-3 (Para años posteriores ver el artículo de Ignacio Garaycochea en la tercera parte de este libro).

HELADAS

Una de las hipótesis sobre la función de los sistemas agrícolas de los campos elevados en la cuenca del lago Titicaca sugiere que estos servirían para prevenir o minimizar los daños de las heladas en los cultivos de la pampa baja (Smith et al. 1981). Esta hipótesis está basada en el hecho de que el aire frío, que es más denso que el aire caliente, sería "drenado" a las zonas bajas de un campo de cultivo, como pueden ser los canales dentro de los camellones,

de este modo se minimiza el daño a los cultivos por acción del aire frío. Cambios de algunos grados de temperatura de diferencia, han sido documentados en campos elevados en Illinois (Riley y Freimuth 1979), en Nueva Guinea (Waddell 1972), y en la sierra del Ecuador (Knapp 1981). Sin embargo, en nuestros experimentos, se descubrió que la diferencia de elevación entre la superficie del campo elevado y su canal (100 cm. máximo) no puede ser el factor más importante en el caso de los campos elevados del lago Titicaca, ya que la fuerte lluvia y una napa freática alta durante la época de lluvias mantienen una pampa muy saturada, por lo que los canales reconstruidos contienen por lo menos un mínimo de agua durante toda la época de lluvias. El agua de los canales, con gran capacidad para retener calor durante el día, irradiaría una onda larga de radiación (1 micrón a 50 micrones) al área circundante, cuando la temperatura del aire sobrepasa los niveles de tolerancia de los cultivos a las heladas. La diferencia de temperatura entre el suelo o superficies de cultivo y el agua causaría pequeñas células de convección durante las noches sin viento cuando las heladas son muy comunes. Esto, por sí mismo, puede elevar considerablemente la temperatura alrededor del campo de cultivo, lo suficiente como para anular una helada ligera. Morlon (1979) sugiere que los campos elevados servirían para encrespar el terreno de la pampa de modo que a un pequeño movimiento de aire, éste causa una turbulencia sobre los campos, mezclando el aire frío con el aire caliente durante una helada de radiación protegiendo así las plantas.

Los campesinos que viven cerca de los campos elevados experimentales de Machachi enfatizan que las heladas son particularmente comunes en esta pampa, y que fracasaría la siembra de cualquier otro cultivo que no fuera *ruki* (una variedad de papa amarga utilizada para hacer *chunño*), cebada, quinúa, o cañihua (cultivos relativamente resistentes a las heladas). Se dijo que las ocas, isañu, y papas no *ruki* no sobrevivirían en ella.

En los primeros meses de la época de crecimiento, las plantas prosperaron a pesar de haber sido sembradas aproximadamente un mes después (fin de noviembre) que la mayoría de las demás sementeras de Huatta. Los datos de la estación climatológica de Ilpa muestran que no hubieron serios problemas de heladas hasta la mitad de febrero. En la noche del 15 de febrero, una helada sería afectó la pampa de Machachi dañando gravemente las sementeras en todas partes. En un reconocimiento breve un día después de la helada se encontró que solamente las variedades de *ruki*, *anachu*, quinua y cañihua estaban ilesas, mientras que la parte superior de las otras plantas se negrearon. Los campos elevados experimentales fueron similarmente afectados aunque en menor magnitud. El tercio superior de cada planta de papa fue destruido y las ocas fueron totalmente destruidas.

Después de algunos días de lluvia ligera, todas las plantas se recuperaron excepto las ocas. El daño real después de la recuperación fue mucho menor, que en los *wachos* de la pampa. La cubierta vegetal densa pudo haber provisto de alguna protección a la intensidad de la helada, creando un micro-clima más favorable.

La hipótesis de que los campos elevados sirvieran contra el daño de las heladas parecía ser refutada; sin embargo la helada del 15 de febrero puede

no representar un caso adecuadamente concluyente. Debe recordarse que, aunque afectados por la helada, a los cultivos sobre los camellones les fue mejor que a los cultivos circundantes en *wachos*. La falla de los canales para funcionar eficazmente como una fuente de calor, pudo ser debida al nivel bajo de agua, porque febrero fue atípicamente seco este año. También es importante recordar que hay varios grados de intensidad de las heladas, y la helada del 15 de febrero, fue inusualmente severa. Contra algunos tipos de heladas puede no haber ninguna protección posible. (Para mayor información sobre microclimas ver el artículo del mismo autor en la parte cuarta de este libro).

LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS

Se descubrió que el suelo rico de los canales, excavados en bloques de césped y puestos en los camellones, es un medio fértil para el crecimiento. Como la vegetación nativa de los canales necesita humedad alta para el crecimiento (normalmente agua estancada de poca profundidad para la mayor parte de la época de crecimiento), ésta muere rápidamente y se descompone en las superficies de los campos elevados. En consecuencia, no compete con los cultivos, sino que por el contrario forman un abono verde y la cubierta de suelo y vegetación producen un suelo muy friable y fácilmente trabajable.

Poco después de la construcción de los campos elevados experimentales, un nuevo estrato de césped de vegetación empezó a formarse en los canales saturados con agua. Las raíces de *chinka* no removidas durante la construcción, brotaron en nuevas plantas y empezaron a cubrir los pisos y paredes de los canales. Una delgada capa de algas se formó en la superficie del agua estancada. Estas dos especies aumentan el contenido orgánico de los suelos de los canales y dentro de algunos años, este estrato de humus nuevo podrá ser removido como césped o "abono verde" y colocado en la superficie de cultivo para aumentar la fertilidad.

Se ha sugerido que los campos elevados son importantes en el mantenimiento de la fertilidad, ya que además de limpiar los canales, éstos producirán un lodo orgánico fértil periódicamente utilizable como dosificación del suelo para mantener su fertilidad (Denevan y Turner 1974, Denevan y Mathewson 1982, Knapp 1981). Esto se ha demostrado en la agricultura con *chinampas* y en la agricultura de campos elevados en Nueva Guinea (Waddell 1972) y en otras partes. En el caso de los campos elevados del lago Titicaca no se sabe si los canales de las sementeras retuvieron agua durante todo el año para producir un lodo orgánico de buena calidad como en el caso de las *chinampas* de Méjico que están ubicadas sobre napas freáticas no fluctuables en lagos controlados. Las diferencias en el drástico régimen de humedad dentro de las épocas secas y lluviosas y la napa freática fluctuante de la cuenca del lago Titicaca pudo haber prevenido la formación similar de lodo fértil.

Después de un año de uso, los canales ahora secos en el invierno del altiplano, tienen un estrato delgado de cieno erosionado de la superficie de las sementeras (menos de 1 cm.), algas muertas, y un nuevo estrato de césped

de *chinka* está empezando a formarse de las raíces anteriores. De las excavaciones en la pampa para obtener bloques de césped para la construcción de muros de *ch'ampa* se puede ver que la vegetación se recupera rápidamente si algunas de las raíces se quedan y un nuevo estrato de humus, rico en material orgánico, se formará probablemente en los canales de los campos elevados dentro de un período relativamente corto y podrá extraerse como bloques de césped para luego ponerse en los camellones.

Con el uso de la *chakitaklla* para cortar los bloques de césped, este método puede ser un proceso más fácil en términos de inversión de trabajo, que la colocación de lodo orgánico, si los canales están secos una parte del año. En sementeras ubicadas en zonas más bajas con una napa freática alta todo el año, o cerca de la orilla actual del lago, puede ser más factible el echar lodo orgánico periódicamente a los campos elevados. En otras áreas, la vegetación acuática, por ejemplo la totora o *llachu*, pueden ser utilizados como abono verde, como utilizan hoy en día los Urus en sus pequeñas sementeras en las islas flotantes. Ya que los canales de la pampa no tienen agua corriente, la sedimentación de canales no sería un problema tan serio como el que se presenta en los sistemas de riego en otros contextos.

ANÁLISIS DE SUELOS

Se analizó una serie inicial de muestras de suelo de lugares asociados con los campos elevados experimentales utilizando un equipo de campo La Motte Soil Analysis and Plant Tissue Analysis Combination Outfit (No. STH-14) para analizar 12 elementos mayores y menores, humus y pH. Las muestras de suelo fueron sacadas de los estratos de humus original, de la superficie de los camellones originales, de las superficies trabajadas de los camellones, de los suelos abajo del humus en los canales, de los canales después de un año, y de la superficie de cultivo de los camellones después de un año. Los resultados se presentan en el cuadro No. 3.

INTERPRETACION PRELIMINAR DEL ANÁLISIS DE SUELO

Con un número limitado de muestras procesadas de suelos sólo puede hacerse interpretaciones gruesas, pero los datos muestran que algunas diferencias significativas se pueden notar dentro y entre las micro-topografías diferentes de las sementeras.

Como los estudios de ONERN-CORPUNO destacan (ONERN-CORPUNO 1965a), los suelos de la pampa altiplánica son variables en pH, pero se han registrado altamente alcalinos en las zonas de la orilla del lago (tan alto como 8.8). Este componente alcalino es a veces tan elevado que se forman depósitos blancos de salitre (*qollpa* en Quechua) en la superficie de la pampa luego de la época de lluvias, cuando el agua dreña y se evapora. Los informantes locales dicen que esto tiende a "quemar" las plantas de estas zonas. Especialmente afectadas por estos salitres son las superficies de los campos elevados en las zonas bajas alrededor de Huatta y cerca al lago. Los resultados del análisis de suelos muestran diferencias micro-ambientales en niveles de pH

CUADRO 3
Análisis de Suelos

Número de muestra	pH	Nitrógeno en forma de nitrato	Fosfato	Potasio	Humus	Calcio	Nitrógeno en forma de amonio	Magnesio	Manganeso	Aluminio	Hierro en estado férrico	Azufre
1	6.4	7.5	75	175	baja	1,000	baja	baja	media	muy alta	62.5	< 50
2	5.8	17.5	50	150	media	1,000	muy baja	baja	media baja	muy baja	7.5	< 50
3	7.4	5	100	130	media	1,750	muy baja	baja	baja	baja	2.5-7.5	1,000
4	6.4	20	100	200	media alta	1,750	muy baja	media baja	media baja	muy alta	25-62.5	50
6	6.6	25-30	50	150	media	1,000	muy baja	baja	media	muy alta	7.5	< 50
5	8.2	5	100	200	media	5,000	muy baja	baja	baja	baja	7.5	250
7	7.0	5	62.5		baja	3,500		baja media		alta	7.5	100
14	5.6	20	50	175	baja	1,400		baja	media baja	muy alta	25	50-100
15	5.6	20	50	175	baja	1,750		baja media	media	alta	25	50

Clave para la ubicación de los números de las muestras:

1. Canal, Machachi.
2. Superficie de camellón trabajado, Machachi.
3. Superficie sin trabajo, Machachi.
4. Canal, Candile.
5. Superficie de camellón trabajado, Candile.
6. Superficie sin trabajo, Candile.
7. Bajo del nivel de humus, Candile.
14. Superficie de camellón después de un año de uso, Candile.
15. Superficie de canal después de un año de uso, Candile.

entre canales y camellones de los campos elevados. El pH es sustancialmente más bajo en los canales que en la superficie de los antiguos camellones no modificados. En términos de las condiciones de crecimiento de las plantas, los suelos poco ácidos a neutros de los canales originales fueron más favorables que los suelos muy alcalinos (hasta 8.8) de la superficie de los camellones sin modificación. Estos suelos de canal, cuando se colocan directamente encima de los camellones sin modificación proveyeron un pH más favorable para el crecimiento de papas (pH 4.8-6.5). No hubieron datos disponibles sobre los rangos de pH para los otros cultivos andinos. Hay la hipótesis de que las papas fueron el mayor cultivo en la época pre-hispánica sembrado en los campos elevados y que los campos elevados cuando funcionaron proveyeron un medio favorable para el crecimiento en términos de pH.

De los tres macro-nutrientes, nitrógeno como nitrato, fósforo y potasio, se encontró que las proporciones más altas de estos elementos están en los canales, los nitratos se encontraron inclusive con mayor incidencia en las superficies trabajadas, posiblemente debido a la incorporación rápida de abono verde durante la construcción. El fósforo fue más bajo en las superficies trabajadas, que en los canales de Machachi y ligeramente menor en los camellones modificados y los canales de Candile. Esto puede ser por pérdidas en la filtración, ya que las muestras no fueron recolectadas inmediatamente después de la construcción de los campos elevados. Todos estos elementos fueron encontrados en cantidades adecuadas para el crecimiento de cultivos.

El humus estaba presente a nivel mediano y tiende a caer después del primer año de cultivo. Se anticipa que el nivel de humus en el canal aumentará con la formación de lodo orgánico y con una vegetación nueva, pero en un solo período de crecimiento de un año no ha indicado esto.

El calcio fue más alto en los camellones sin modificación y se presentó abundantemente en todas las muestras. El nitrógeno en forma de amonio, magnesio y manganeso; estaba presente en cantidades de bajas a medianas, no tóxicas. La concentración de aluminio se presentó alta, en los canales sin modificación y más baja en los camellones sin modificación, pero altas concentraciones de aluminio no son tóxicas a las plantas a menos que se presenten asociadas con suelos extremadamente ácidos. El hierro se presentó alto en los camellones sin modificación, pero de bajo a mediano en los canales sin modificación, sin embargo, las plantas parecían estar saludables y no mostraban tendencias a una condición clorótica. Es interesante destacar que después de un año, el contenido de hierro de las superficies de cultivo y del canal aumentaron.

Solamente un campo elevado experimental ha sido analizado después de un año de cultivo. En Candile, el nitrato y el potasio permanecieron en el mismo nivel. Los fosfatos bajaron un poco. El análisis de los suelos de los canales, indica que habían niveles menores de nitrato y fosfatos y niveles más altos de potasio. Se puede suponer que la formación de lodo orgánico tomará algunos años en mejorar la fertilidad de los canales.

En general, los suelos de la pampa parecen ser moderadamente fértiles, lo bastante para sostener una agricultura a escala intensiva utilizando los campos

elevados. Se encontró que los canales parecen ser más fértiles que las superficies erosionadas de los viejos campos elevados y más importante aún con menor pH. Los análisis documentan que hay niveles considerables de todos los mayores macro-nutrientes y micro-nutrientes del suelo.

Del número limitado de muestras de suelo analizadas y la distribución limitada de las muestras, no se puede hacer una generalización para todos los suelos de la pampa asociados con los campos elevados. Una variación notable en el pH de los suelos y el contenido mineral, sugiere que la micro-topografía de los campos elevados juega un rol significativo en el reciclado de los minerales, pero será necesaria una mayor investigación para definir e interpretar estas tendencias. La investigación también está encaminada con respecto a los estudios de perfiles de suelos, recolección de muestras de los suelos y análisis de ellos para proveer una visión más general de la fertilidad del suelo de la pampa. Además, la recolección de muestras de los suelos cada año después de la cosecha dará una idea del potencial de cultivos sucesivos en la agricultura con campos elevados.

VIDA ANIMAL

Los únicos animales no domesticados atraídos al nuevo micro-ambiente creado por los campos elevados experimentales fueron los sapos. Poco después de la siembra, los canales se llenaron de renacuajos, que gradualmente se volvieron sapos. La población anfibia, probablemente ayudó a la acumulación de un suelo fértil en los canales, con su abono y descomposición de los muertos en beneficio eventual para las superficies de cultivo. Los renacuajos y sapos pequeños, también pueden alimentar a los peces, de modo que el sistema de canales de los campos elevados proveerían un ambiente excelente para la práctica de piscicultura.

Las aves fueron solamente un problema durante la cosecha cuando llegaron para comer las semillas maduras de quinua y cañihua, derramando un porcentaje alto al suelo de los campos elevados de Candile. Es probable sin embargo, que los campos elevados antiguos, con áreas más extensas de agua hayan provisto un ambiente más atractivo para patos y otras aves de caza y animales. Una vida salvaje similar se da actualmente a la orilla de los ríos y del lago.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los predadores comunes de las plantas no fueron un problema en los campos elevados experimentales, pero afectaron las sementeras de *wachos* cercanos y las sementeras al pie del cerro de Huatta. Esto, probablemente, fue debido al hecho que los campos elevados experimentales no han sido cultivados recientemente y la mayoría de los campos de cultivo estaban cubiertos de suelos ricos extraídos de los canales donde los insectos no formaron poblaciones (cuando los *wachos* se usan sobre los antiguos campos elevados, los canales no son usados). En consecuencia, las poblaciones de insectos no han invadido las sementeras. Se encontraron en Machachi, algunos gusanos de

papas en la cosecha y dos plantas tuvieron manchas de hongos en sus hojas, pero hicieron poco daño a las plantas o tubérculos. Se espera mayores problemas con insectos en el próximo año de cultivo de estos campos elevados experimentales.

LA PRODUCCION DE LOS CAMPOS ELEVADOS EXPERIMENTALES

La producción de papas y otros cultivos (con la excepción de la oca, que se perdió con la helada) sembrados en los campos elevados experimentales el primer año, fue excelente. Como la quinua, cañihua, e isaño no fueron cultivados en superficies grandes en los campos elevados experimentales, es difícil calcular con precisión la producción de estos cultivos en relación al área. La producción de la papa para la época de crecimiento 1981-2 se presenta en el cuadro No. 4.

CUADRO 4
Producción de papa en los campos elevados

Nombre del campo elevado	Superficie de cultivo (m2)	Producción de papa (kg.)	Produc. extrapolada por hectárea (*) (kg./hectárea)
Machachi Oeste	55.1	64.0	11,615.25
Machachi Este	55.1	85.0	15,426.5
Candile Oeste	40.64	90.5	22,268.7
Candile Este	32.68	59.5	18,206.854

(*) Este cálculo incluye solamente la superficie de cultivo, excluyendo los canales.

Una cifra promedio de la producción de papa para todas las sementeras experimentales es de 16,879.326 kg./hectárea. Esta cifra debe ser dividida por la mitad para compararla con la de la producción de sementeras "regulares" ya que la mitad del área total de un campo elevado corresponde a canales, y por ello no es cultivable. La cifra resultante es 8,439.663 kg./hectárea. Denevan (1982), usando datos de Christiansen (1976) nota que el rendimiento promedio de la papa en el Departamento de Puno entre los años 1955 y 1964 fue solamente de 3,050 kg./hectárea/año incluyendo algunos años malos mientras que 5,340 kg./hectáreas/año es el promedio registrado para la sierra peruana. La diferencia de 2.77 veces en la producción de papa sobre los campos elevados experimentales y el promedio del departamento de Puno es ciertamente notable, pero debe ser considerada con precaución. Es difícil comparar un promedio de 10 años para un departamento con el promedio de un año, y sólo con una superficie de 183.52 m2. Se contará, con una base más amplia de datos con los experimentos del próximo año. Promedios de producción por sementeras en campos no elevados de Huatta, serán recolectados de modo tal que puedan ser comparados con la producción del sistema de un solo año. La siembra del primer año, fue hecha en un suelo muy descansado

y no se sabe si esta producción puede ser mantenida durante varias cosechas. Los datos del departamento de Puno fueron promedios de lugares de producción escasa con lugares de buena producción y la mayoría de las sementeras probablemente no se hicieron en suelos descansados. Por otro lado, las sementeras de Puno generalmente reciben un tratamiento de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, mientras que los campos elevados experimentales no recibieron ninguno.

Denevan (1982) ha calculado que una densidad de 5.7 personas/hectárea puede ser sostenida por la producción de los campos elevados del lago Titicaca (calculando el área de superficie de cultivo). Entonces una población total de 215,000 personas pudo ser mantenida por la producción de los campos elevados (asumiendo una utilización del 100% de los campos elevados) (ver Denevan 1982, para más detalles). En nuestros cálculos utilizando el estimado corregido de 16,879 kg./ha/año (área de superficie de los campos elevados, sin canales), y las cifras de Denevan, se puede calcular una nueva cifra de 31.7 personas/hectárea (de superficie de campos elevados) y 1'194, 782 personas mantenidas por la agricultura, utilizando campos elevados (también asumiendo utilización del 100% que parece improbable). Esta cifra es notablemente diferente a la estimada por Denevan con respecto al número total de personas potencialmente sostenidas por los campos elevados. Debe ser tomada con cuidado por las razones presentadas antes.

CONCLUSIONES

Los resultados del cultivo experimental llevado a cabo en 1981-1982 demuestran la factibilidad de una agricultura a base de campos elevados. Este sistema prehistórico de tecnología agrícola, constituye una alternativa digna de los estudios para el desarrollo del departamento de Puno. Esta metodología podrá aminorar la alta demanda de capitales implícita en los proyectos cuyas bases técnicas consisten en maquinaria pesada, abonos químicos, herbicidas, riego artificial y semilla importada. La renovación de los campos elevados implica el mejoramiento de la producción de cosechas autóctonas en oposición a los productos no indígenas (por ejemplo, colza, alfalfa, trigo, cebada) favorecidos por los proyectos de capital intensivo. Según los estudios de ONERN-CORPUNO, un porcentaje alto de las pampas lacustres son de escaso potencial agrícola. Estas zonas así caracterizadas están precisamente cubiertas con los campos elevados prehistóricos, y por lo tanto fueron explotados intensivamente antes de la llegada de los europeos. Hoy en día, apenas el 3-5% de la pampa se cultiva, pero podría aumentarse considerablemente. Tal tecnología exige una mínima inversión de capitales, aprovecha al máximo el trabajo colectivo tradicional y favorece la producción de cultivos indígenas prehispánicos bien adaptados al ambiente. Los campesinos de Huatta, testigos de la experimentación, han expresado diferentes niveles de interés por ella, que varían desde el apoyo entusiasta hasta el desinterés total. Varios campesinos expresan la intención de construir campos elevados el año que viene, y muchos piden consejos o información adicionales. Queda por verse si esta forma de la agricultura se renovará plenamente.

Durante las campañas 1982-1985 la experimentación se continuará en escala aumentada y más sistemáticamente planificada. En la agenda experimental se incluyen la construcción de nuevos campos elevados en la orilla del lago y la expansión de los campos existentes. El aumento del área cultivada permitirá el refinamiento de los cálculos sobre producción y trabajo. (Ver el estudio de Ignacio Garaycochea en la parte tercera de este libro). Los campos elevados experimentales del año pasado se sembrarán nuevamente con los mismos cultivos a fin de definir las posibilidades para la fertilidad continuada en años consecutivos. Se harán pruebas de los métodos indígenas para mantener la fertilidad sin abonos químicos, y de los métodos autóctonos de control de plagas. En los nuevos campos elevados próximos al lago, se intentará la acuicultura de peces autóctonos, totora y llachu en los canales que separan los campos elevados. Los experimentos hasta ahora han rendido datos preliminares sobre la productividad y el trabajo invertido, sin solucionar los interrogantes acerca de la modificación climática en el micro-ambiente del campo elevado. Un estudio cabal de los flujos energéticos dentro del micro-clima adelantará nuestro entendimiento de la eficacia de los campos elevados contra la helada y la sequía, y de los mecanismos que explican funcionalmente tales fenómenos.

Durante el transcurso de los experimentos descritos, grandes extensiones de campos elevados antiguos van desapareciendo por la maquinaria pesada, que actualmente usa la agricultura moderna en el departamento de Puno. Durante el año 1982-83 la SAIS Buena Vista Central Moro (empresa agrícola importante en la zona) cerca de Ilpa ha destruido cerca de 8 hectáreas de campos elevados. Entre éstas figuraban los campos elevados mejor conservados de la pampa de Huatta. Esto es lamentable y más aún si pensamos que estas tecnologías prehistóricas pueden muy bien proveer una mejor solución al desarrollo agrícola del Perú que cualquier tecnología no andina. En vista de su potencial para mejorar la técnica agrícola, dichas reliquias arqueológicas merecerían una conservación más segura.

BIBLIOGRAFIA

- CHRISTIANSEN, Jorge
1967 El cultivo de la papa en el Perú. Lima Perú
- COLLOT, Daniel
1980 Les Macrophytes de quelques Lacs Andins (Lac Titicaca; Lac Poopo, Lacs de vallees D Hichu Kkota et D Ovejhuayo) Travaux realises au cours du VSNA en Bolivia, La Paz, Bolivia.
- DENEVAN, William M.
1970 "Aboriginal drained-field cultivation in the Americas" *Science* 169: 647-654.
1982 "Hydraulic agriculture in the American tropics: forms measures and recent research". *Maya Subsistence K. Flannery ed.*, Academic Press, N.Y., pp. 181-203.

- DENEVAN, William M. and Kent Mathewson
1982 "Mounding, mucking, and mangling: Age/area analysis of the raised fields at Guayas Basin, Ecuador". Ponencia presentada en la Conferencia: *Prehistoric intensive Agriculture in the Tropics*, Camberra, Australia.
- DENEVAN, William M. and B. L. Turner
1974 "Forms, functions, and associations of raised fields in the Old World Tropics". *Journal of Tropical Geography*. 39: 24-33.
- ERASMUS, Charles J.
1965 "Monument building: Some field experiments". *South eastern Journal of Anthropology* 21(4): 277-301.
- ERICKSON, Clark L.
1982 *La investigación de los sistemas prehispánicos intensivos agrícolas y la organización social en la hoya del lago Titicaca, Perú*. Informe Preliminar presentado al Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales, Instituto Nacional de Cultura, Lima, Perú.
- ERICKSON, Clark L. and Darwin Horn
1977 *Domestication and Subsistence Implications of Plant and Animal Utilization of the Titicaca Basin*. Manuscrito del Departamento de Antropología, Washington University, St. Louis.
- GOMEZ-POMPA, Arturo
1978 "An old answer to the future". *Mazingira* 5:50-55.
- GOMEZ-POMPA, A., H. Luis Morales, E. Jimenez Avilla, and J. Jiménez Avilla
1982 "Experiences in traditional hydraulic agriculture". *Maya Subsistence K. Flannery ed.* Academic Press, N.Y. pp. 327-342.
- HENEK, George ed.
1982 *La pesquería en el lago Titicaca (Perú): Presente y futuro*. Documentos Técnicos de Pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Rome.
- HILL, Raymond
1959 "Inflow to Lake Titicaca". *Journal of Geophysical Research* 64(7): 789-794
- JULIEN, Catherine
1978 *Inca Administration in the Titicaca Basin as Reflected in the provincial capital of Hatuncolla*. Tesis de Doctorado Department of Anthropology. U. of California, Berkeley.
- KESSLER, Albrecht and Felix Monheim
1968 "Der Wasserhaushalt des Titicacasees nach Neueren Messergebnissen". *Erkunde* 22 (4): 275-283 (Bonn).
- KNAPP, Gregory
1981 *Ecology of prehistoric wetland agriculture in some highland basins of Ecuador*. Ponencia presentada en el 13th International Botanical Congress, Sydney, Australia.
- KIDDER, Alfred
1943 "Some Early sites in the northern Lake Titicaca Basin". *Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology*. (Harvard U.) 27 (1), Cambridge.
- LA BARRE, Weston
1948 "The Aymara Indians of the Lake Titicaca Plateau of Bolivia". *American Anthropological Association Memoirs*. No. 68.

- LENNON, Thomas J.
1982 *Raised Fields of Lake Titicaca, Peru: A Pre-hispanic Water Management System*. Tesis de Doctorado, Department of Anthropology, University of Colorado.
- LUMBRERAS, Luis G.
1974 "Los reinos post-Tiwanaku en el área altiplánica". *Revista del Museo Nacional de Lima*. 40: 55-86.
- LUMBRERAS, Luis and Hernán Amat
1968 "Secuencia arqueológica del Altiplano Occidental del Titicaca". *Actas y Memorias 37 Congreso Internacional de Americanistas* (Buenos Aires 1966), 2: 75-86.
- MATHEWSON, Kent
1978 *Estimating labor expenditures for raised-field complexes in the World Tropics*. Manuscrito, Department of Geography, U. of Wisconsin, Madison.
- MORLON, Pierre
1979 "Apuntes sobre el problema agronómico de las heladas, aspecto meteorológico". *Estudio Agroclimático de la cuenca del Lago Titicaca No. 2*. Convenio Perú-Canadá. Puno.
- MURRA, John
1975 "Un Reino aymara en 1567". *Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino*. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- ONERN-CORPUNO
1965a *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno. Capítulo II. Climatología*. ONERN Lima. Vol. I.
1965b *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno. Capítulo V: Suelos*. Vol. 3. ONERN, Lima.
- PULESTON, Dennis E.
1977 "Experiments in prehistoric raised field agriculture: Learning from the past" *Journal of Belizean Affairs*, 5: 36-43.
- RICHARDSON, Peter J., Carl Widmer, Timothy Kittel
1977 "The Limnology of Lake Titicaca (Peru-Bolivia)". *Institute of Ecology Publication*, No. 14. U. of California, Davis.
- RILEY, Thomas and Glen Freimuth
1979 "Field Systems and Frost Drainage in the Prehistoric Agriculture of the Upper Great Lakes". *American Antiquity*, 44(2): 271-285.
- SMITH, C.T., W.M. Denevan, and R. Hamilton
1968 "Ancient Ridged Fields in the Region of Lake Titicaca". *Geographical Review* 134: 353-367.
1981 "Antiguos campos de camellones en la región del lago Titicaca". *La Tecnología en el mundo andino-I, México*, 25-50.
- STEMPER, David
1978 *Raised fields and population densities: An analysis for South America*. Manuscrito, Department of Geography, U. of Wisconsin, Madison.
- TURNER, B.L. II and Peter D. Harrison
1981 "Prehistoric Raised-field agriculture in the Maya lowlands". *Science* 213 (4506): 399-405.

- UHLE, Max
1954 "(1923) The aims and results of archaeology", in Max Uhle: 1856-1944 J. Rowe ed. U. of California. *Publications in American Archaeology and Ethnography*, Berkeley.
- WADDELL, Eric
1972 *The Mound Builders: Agricultural Practices Environment, and Society in the Central Highlands of New Guinea*. U. of Washington Press, Seattle.
- WEIL, Thomas E.
1974 *Area Handbook for Bolivia*. *Foreign Areas Studies of the American University*, Washington D. C.
- ZUCCHI, Alberta
1975a "Campos de cultivo prehispánicos vs. módulos de Apure". *Boletín Indigenista Venezolano* 16:37-52
1975b "La tecnología aborigen y el aprovechamiento agrícola de nuestras sabanas" *Líneas* No. 219, Caracas.

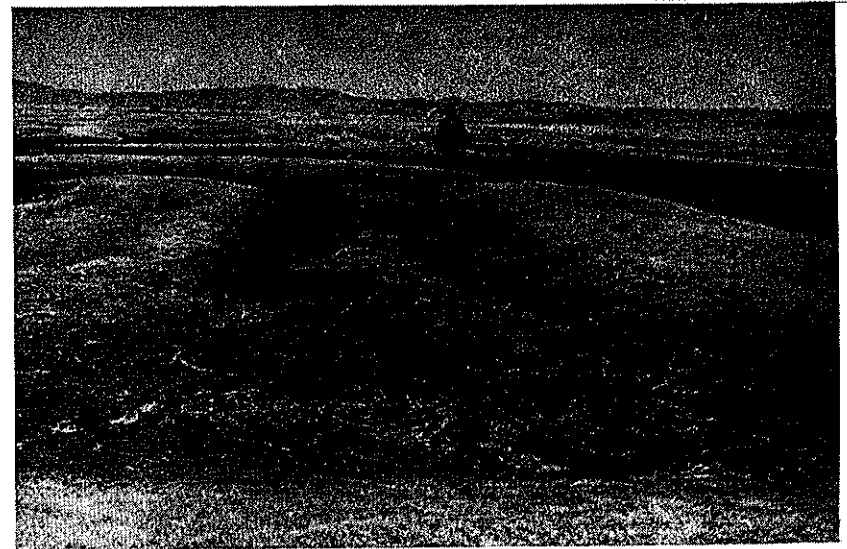
AGRADECIMIENTOS:

El apoyo para este proyecto proviene de becas del Social Sciences Research Council y de la National Science Foundation. Esta investigación se está llevando a cabo bajo la supervisión del Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales del Instituto Nacional de Cultura y del INC Filial Puno.

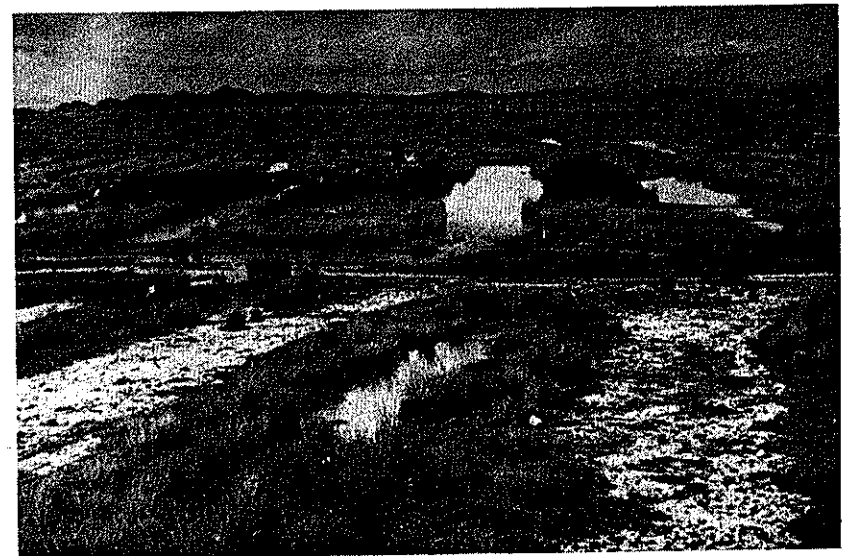
El autor quisiera agradecer especialmente a los campesinos de Huatta, quienes han ayudado en las investigaciones de experimentación de la campaña 1981-1982, en particular a los señores Máximo Vilca, Fidel Vilca, Miguel Mamani, Julián Calsín, Doroteo Luque, Elías Vilca, y Jacinto Vilca. El terreno para los experimentos fue prestado por el Sr. Máximo Vilca. La Sra. Kay Candler ofreció un comentario editorial y excelentes sugerencias referentes a las interpretaciones. El Dr. Barry Grace ofreció comentarios y datos referentes a la agrometeorología. Ayuda importante en la traducción fue dada por el Dr. Félix Palacios y el Sr. Ignacio Garaycochea. La producción mimeográfica fue hecha por el Dr. Abelardo Luza y el Sr. René Calsín Anco.

**APENDICE 1:
CULTIVOS UTILIZADOS EN LOS CAMPOS ELEVADOS
EXPERIMENTALES 1981-82**

Solanum tuberosa	<i>yana imilla</i> <i>yuraq imilla</i> <i>rosa imilla / qompe</i> <i>ruki anvhavera</i> <i>azul ruki anachu</i> <i>hatun ruki</i> <i>koni ruki</i> <i>yuraq surimana</i> <i>poqo surimana</i> <i>azul ananea</i> <i>leve (azul)</i> <i>kawile</i> <i>amajia / wakanuno</i>
Oxalis tuberosa	<i>oca</i>
Tropoleum tuberosa	<i>isañu</i>
Chenopodium quinoa	<i>quinua (yana, puka, q'ello, yuraq)</i>
Chenopodium pallidicaule	<i>cañihua (puka, yana)</i>



Fotografía No. 1: Campos elevados prehistóricos de Huatta. Esta fotografía fue tomada durante la época de invierno y muestra los depósitos orgánicos en los canales.



Fotografía No. 2: Campos elevados experimentales (centro) y prehistóricos (frente) en la pampa de Machachi.



Fotografía No. 3: Campos elevados experimentales en la pampa de Candile, sembrados con papa y cañihua.