

EL RIEGO EN AIJA

Santiago Erik Antúnez de Mayolo R.*

El proceso secular de aridización de nuestra patria avanza de S a N y de O a E (Antúnez, 1976). El volumen de la precipitación pluvial por esta causa disminuye aproximadamente en un 70% por siglo. A esta merma de agua en los ríos se suma la disminución ocasionada por los deshielos de las cordilleras, que, de 2,872 m³/s de agua que proporcionaban en 1532, hoy tan sólo contribuyen con unos 350 m³/s.

Los incas fueron conscientes de este proceso de aridización y lo controlaron mediante el riego de los pastos altoandinos (Antúnez, 1981). A partir de Pizarro, la dominación hispana y durante la republicana, la aridización y desertificación del territorio aumentó en forma creciente. Esta afirmación puede ser comprobada por quien lea las Crónicas de los siglos XVI y XVII y compare sus descripciones con lo que hoy presenciamos, donde se constata el cambio profundo que ha ocurrido.

En este caso, se debe tomar conciencia de lo urgente que es impedir que hombres y animales sigan depredando la cobertura

(*) Apartado 18-5469. Lima 18 - Perú

vegetal, y de la imperiosa necesidad de que se adopten previsiones y ejecuten obras que coadyuven a controlar, o por lo menos disminuir, los efectos de la aridización y desertificación de nuestro territorio. De otra forma, los habitantes del mañana carecerán de agua para las más vitales necesidades y sólo la verán discutir sin poder aprovecharla en los meses de lluvia, que cada año serán más erráticos e imprevisibles.

Aproximadamente hacia 1620, Bernabé Cobo recorre el territorio nacional y en su obra nos da la siguiente descripción:

“Desde que entra la Sierra en los términos del Perú por la provincia de Quito, hasta llegar a la provincia de Guaylas, que es la diócesis de Lima, no tiene más que una loma o cordillera de cerros nevados, al modo de una cresta, la cual por unas partes es más ancha que por otras, pero que desde la provincia de Guaylas se divide en dos ramas o *cordilleras nevadas* que corren por las orillas o extremos de la sierra; la una por el lado occidental de ellas, no muy apartada del Mar del Sur, y de la otra por el lado oriental”.

El ramal oriental de la Cordillera de los Andes a que se refiere Cobo es conocido como “Cordillera Blanca”, debido a que sus faldas y cumbres estaban cubiertas de nieve; hoy sólo sus picachos están en parte. Mientras que el ramal occidental está hoy desprovisto de nieves y se le denomina “Cordillera Negra”, debido a que hace muchas décadas sus más altas cimas nevadas dejaron de serlo. Una de las pocas veces que la vi blanca, por partes, fue en 1921, cuando cabalgando de Aija a Huaraz (38 km) dejaba al instinto del animal encontrar entre el albo manto el camino más seguro que me condujera al paso de Cuncush (4,435 m.s.n.m.).

El proceso de aridización del territorio ocasionó la desaparición de los nevados en la Cordillera Negra y la reducción del área de las nieves perpetuas, proceso acentuado por la acción de inmigrantes y sus descendientes, así como la de los bovinos, equinos, ovinos, caprinos y suidos introducidos en nuestra patria.

En el Antiguo Perú no existió la costumbre de quemar los pastos; esta práctica fue instaurada en nuestra patria por los ganaderos hispanos, que siguiendo la costumbre española prendían fuego a los pastos en la noche que antecede al día de San Juan

(24 de Junio).

Tal práctica destruyó la vegetación anual y reemplazó las plantas suculentas por el incomible iru y el duro ichu, cuyas profundas raíces y resistencia les permitían soportar la acción del fuego. Las pasturas que tenían los incas no fueron los pajonales que hoy existen.

Contribuyó a esta desertificación del territorio el tipo de ganado importado ya que, al comer, arranca del suelo las plantas, desarraigándolas, con lo cual no rebrotan; en cambio los camélidos, bien sean llamas, alpacas, vicuñas o guanacos, cuando comen, cortan los pastos con sus dientes, los que así rebrotan fácilmente.

No menos incidente en la desertificación del territorio fue que los inmigrantes y sus descendientes dejaron que sus animales destruyeran los canales que regaban unos quince millones de hectáreas de pastizales.

Esta destrucción de los canales de riego de los pastos se debió a que los ovinos, bovinos, equinos y caprinos, al caminar, pisaban los muros de las acequias de riego, destruyéndolas, pues habían sido construidas con champa; en cambio, antaño no sucedía esto, ya que nuestros camélidos saltan sobre las acequias sin destruir sus bordes.

El daño fue tan grande que en 1567 López García de Castro creó la autoridad de Alcaldes de Aguas para que éstos evitaran se prosiguiera el daño. Al particular, en los Anales de Montesinos (1642: 2:21) se lee:

“1567, comenzó a erigirse el oficio de Alcaldes de Aguas en este Reyno, originase de que en la mayor parte de sus tierras se riegan por acequias, y los ganados las echaban a perder”.

Estos alcaldes fueron incapaces de controlar el daño, pues en 1613 Guamán Poma impetra a los hispanos y amargamente comenta cómo el ganado introducido destruía la paciente y enorme red de riego creada por las culturas precolombinas.

Hoy día podemos observar los restos de estos canales en la Puna.

Los incas acostumbraron a regar los pastos para aumentar la infiltración de las aguas y así disponer de mayor dotación de agua

en los pisos inferiores, a los que llegaba de dos a seis meses después de haber cesado las lluvias. En esta forma, la agricultura en la quechua y en la chala o llanos se efectuaba intensivamente. Este provechoso sistema de aprovechar la tierra y el agua ha ido decayendo conforme los manantiales o puquiales fueron disminuyendo sus aguas.

En nuestro continuo trajinar por las serranías de la patria hemos constatado, a lo largo de los años, el agotamiento de muchas de estas fuentes de agua.

Otro elemento que ha contribuido enormemente al alejamiento de las lluvias y desaparición de los nevados ha sido la tala de la vegetación arbórea, arbustiva y de matorral que existía en nuestro territorio. En la costa, millones de hectáreas de bosques fueron convertidos en carbón. Otra decena de millones de hectáreas de lomas, cuyas plantas ocultaban a hombres cabalgando, fueron también exterminadas por el excesivo pastoreo y la substitución de la fauna a que hemos aludido anteriormente.

Tal acción en la costa formó focos calientes que disiparon las nubes, cuyas masas húmedas ascendieron, convirtiéndose en hielo microscópico que fue arrastrado hacia otros lugares.

Algo similar a lo acontecido en la costa sucedió en la sierra y en la puna. La molicie del habitante promedio, la codicia del minero y la imprevisión de los ganaderos llevaron a destruir la vegetación arbustiva. Desapareció así el "Cuncuchs" (*Puya raimondi*) que crecía exuberante en el abra antes mencionada y en la que hoy no se ve un solo ejemplar. Esta extinción se debió a que, además de ser empleados sus vástagos como leña, los ganaderos hispanos y sus descendientes también la talaron, debido a que las puntas de las hojas de esta planta terminaban en agujas curvas con puntas hacia arriba, donde se enganchaban los vellones de los carneros que iban a comer los tiernos pastos que crecían al pie del cuncush por efecto de la humedad que la misma planta ocasionaba. Al engancharse el vellón, el animal saltaba y cada vez que lo hacía quedaba enganchado más alto, resultando finalmente en el aire.

Hoy sólo quedan ejemplares de cuncush al norte del paso de Cuncush, en el lugar conocido como Huinac.

El sombrío panorama que tendrá el Perú en el siglo XXI exige que presentáramos escuetamente lo que antecede, para tomar

conciencia de la gravedad del proceso de aridización y desertificación, agravada por la erosión, debido al inadecuado manejo del suelo. De proseguir este actuar, aumentará el hambre, miseria y violencia para la generación del año 2000 (Antúnez, 1986).

La falda oriental de la Cordillera Negra forma el flanco NO del Callejón de Huaylas, mientras que su falda oriental da origen a la formación de "vertientes", en las que se hallan enclavados los valles de Nepeña, Casma Huarmey, Culebras y Fortaleza. Aija se halla situada en la cabecera del río que desemboca al norte del puerto de Huarmey.

De las nieves que constatará Cobo en la Cordillera Negra, sólo queda la conocida con el nombre de Marey, que se encuentra en una pequeña caverna a 4,520 m.s.n.m. al pie del abra de Huancapeti (4,534 m.s.n.m.). De Marey se extrae el hielo que se lleva a Aija envuelto en ichu, el que no llegará a derretirse mayormente si al transportarlo las raíces del ichu están sobre la nieve y la punta del ichu hacia el exterior y hacia abajo.

Al sur del paso de Huancapeti, aproximadamente a un kilómetro y medio, encontraremos la naciente de la quebrada de Lloclla, en cuya cabecera existen tres vasos naturales o lagunillas que fueron utilizadas por los pobladores pre-colombinos, quienes aumentaron su capacidad de almacenamiento mediante represas. Estas lagunas de Lloclla han perdido sus nombres primitivos, que de niño escucháramos citar; hoy se les conoce simplemente como Santiago 1, 2 y 3.

Más al sur arranca otra pequeña quebrada en la que encontraremos otros tres vasos naturales, que también fueron repesados y utilizados, que se denominan las lagunas de Q'aran.

Las quebradas de Lloclla y Q'aran se juntan en el lugar denominado Pallca. Este lugar de encuentro de las aguas fue también el del encuentro ceremonial, tal vez ritual religioso de las comunidades de los pueblos de La Merced y de Aija.

La tradición de reunirse en Pallca perduró hasta hace unos 7 lustros. En este lugar se recibía o despedía a los hijos o visitantes ilustres de Aija, bajo el sol calcinante o protegidos por los ponchos de la lluvia. Entre la fanfarria de los músicos, discursos, abrazos y libaciones, se expresaba el afecto de un pueblo que siempre se distinguió por su hospitalidad, cultura y civismo, y que inspiró a Raimondi calificar a Aija como la "Perla de las vertientes".

En nuestros días ha desaparecido la costumbre, pues una carretera de 35 km. une Recuay con Aija. Esta carretera fue construida con el esfuerzo del pueblo bajo la dirección de Constantino Antúnez, sin costo para el Estado. Decíamos el civismo de los habitantes de la provincia de Aija, ya que caminos, locales escolares, iglesias, represamiento de lagunas y otras cosas han sido construidas por el esfuerzo de sus moradores.

El arroyuelo que se forma en Pallca era detenido mediante una construcción de piedra conocida como Ucanan, que servía como toma repartidora de aguas que distribuía diez riegos al canal de Huacsimba y otros diez riegos al canal de Qesimpa. La construcción precolombina de piedra ha sido reemplazada por una de concreto y compuertas de fierro.

El canal de Huacsimpa lleva las aguas a Quirap y Shipshaq (La Merced) y va faldeando el picacho de Pushpum, constituido por magnetita, conocido como imán negro o hembra. En tanto que el canal de Qesimpa faldea el picacho de Q'aqesh (imán macho) hasta llegar a Hirqa, encima de Aija. Cuenta la leyenda que la construcción de este canal fue posible debido a que dos sacerdotes se convirtieron en culebras y taladraron la roca.

En Hirqa, encima de la ciudad de Aija, se bifurca la toma para regar los cultivos al pie de Aija y los de Seque, que se hallan en la falda opuesta del cerro. Aija fue construida sobre una ladera de roca, impropia para el cultivo. De noche, las aguas son almacenadas en los q'ita (estanques de agua) de Huancall, al pie de Marqagoto, así como en el de Shiquin, al pie de Chuchunpunta.

La ciudadela de Marqagoto precedió cronológicamente a Chavín. De niño, más de una vez jugué entre sus chullpas y silos que aún existían en parte destruidas, ya que la mayor parte de las piedras habían sido empleadas para levantar los anchos muros de la Iglesia de Aija. Otra parte, no menos considerable de restos pétreos, fue empleada para construir los cimientos de los edificios de la ciudad de Aija. Con el terremoto de 1970, prácticamente desapareció lo que restaba de Marqagoto y gran parte de los restos arqueológicos de Chuchunpunta.

Si bien quedan recuerdos del proceso judicial por el cual los habitantes de Aija se liberaron de la obligación establecida por los incas de llevar los troncos de árboles con los cuales se construían los puentes sobre el río Santa en las inmediaciones de la ciudad de Recuay, no quedan testimonios escritos ni tradición oral sobre

la forma cómo se construyeron los muros que represaban las numerosas lagunas, así como tampoco detalles de la técnica que se seguía para la construcción de los "qita" o estanques que sirven para almacenar las aguas que llevarán los canales o acequias.

Los vasos de almacenamiento de agua, según la técnica contemporánea, tienen la pared en contacto con el agua, casi vertical, y un plano inclinado fuera de la laguna para resistir la presión del agua.

En las qochas (lagunas) de Aija que han sido represadas observamos lo contrario. Los muros interiores son construidos probablemente con arcillas impermeables y tienen una ligera inclinación que, como hemos dicho, se introduce en la laguna, probablemente para disminuir la fuerza del agua y maximizar la impermeabilidad, al mismo tiempo que se disminuye el empuje de salida y se reduce el efecto erosivo al desaguar.

Los parapetos de las presas son construidos con piedra o champas y un barro lajoso (arcilla) que será fuertemente apisonado (h'arur). Las compuertas son construidas con champas, si es que la presa es de poca altura, mas si los muros son altos, las compuertas (shucclu) de descarga, son construidas con champas y piedra, con canales de descarga del mismo material.

Caso notable es el de la laguna de Tapacocha, en las inmediaciones de Aija (actualmente forma parte de la Provincia de Recuay). Sus muros deben tener alrededor de 4 mt. de alto. Si mal no recuerdo, esta laguna cuenta con una decena de compuertas de descarga, situadas a distintas alturas, a fin de descargar sucesivamente el agua almacenada del nivel superior al inmediato inferior.

El almacenamiento de las aguas se logra mediante el q'ochah'aruna, que consiste en bloquear la salida del agua aplicando champas y barro lajoso fuertemente apisonado (h'arur) para evitar la filtración a través del tapón.

Las compuertas se abren mediante el q'ocha tocurani, es decir, golpeando fuertemente con un turqu (bastón) de queru (Aliso, *Alnus* sp.).

Los estanques o q'ita de Huanqall y Shiquin son de poca altura, aproximadamente metro y medio, y fueron construidos con champas y piedras. Los desagües son canales de piedra. Es probable que antiguamente a estos estanques se les denominara qitaqocha, es decir, parecido a una qocha o lagunilla.

La precipitación pluvial sobre la localidad de Vertientes es reducida, ya que depende de las nubes que vienen del Atlántico y que ya han descargado parte de su contenido sobre los valles interandinos y el Callejón de Huaylas. A esta pluviosidad de origen atlántico hay que añadir las escasas formaciones nebulogénicas generadas en el Pacífico. Cuando las nubes proceden de la zona ecuatorial, las lluvias son intensas, pues están asociadas al fenómeno de "El Niño", ocasionando más daños que beneficios, dada la alta gradiente y la topografía accidentada de la zona de Vertientes.

Estas condiciones singulares han generado un derecho de aguas especial, que lo diferencia del derecho de agua en los valles interandinos, donde se regula mayormente por la distancia a la que el predio se halla de la bocatoma del canal de riego. En Vertientes, el derecho de riego lo tiene el predio cuyos requerimientos de agua son mayores dentro de una escala de valores establecida.

La primera opción la tienen las menestras, debido a que cuando les falta el agua las vainas se abren y se disemina la semilla.

Antaño se cultivó el pushpo (*Phaseolus* sp.), variedades de poroto de altura, que llegaban a los 3,400 m.s.n.m. y que hoy sólo se encuentran hasta los 2,300 m.s.n.m., ya que se perdieron las variedades de más altura, en gran parte debido al ataque de pestes y plagas introducidas en la zona.

Hoy el pushpo o numia ha sido substituido por las habas. El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* sp.) se siembra alrededor de los campos y mayormente en cultivo de secano (chuchin).

La segunda opción en el riego la tienen el maíz y luego el trigo y cebada. Antiguamente existieron dos variedades de cereales nativas de los Andes, procedentes de Argentina y Chile. Su cultivo fue introducido al retorno de las tropas incas que invadieron Bolivia y Chile, trayendo consigo estas variedades al Perú.

El tuca era parecido a la cebada y el mangu al centeno; tal vez, el grano conocido como chili o q'ara (Antúnez, 1979) corresponde a una mutación del tuca o una variedad introducida en la época hispana. Este grano es muy estimado por el campesino puneño debido a su resistencia a las heladas, sequías y granizadas. Es más nutritivo que la cebada o trigo y de muy fácil cocción, ya que revienta como el pop-corn al ser tostado. Es de fácil masticación.

ción.

En 1976 proporcionamos semillas y sugeríamos al Director de Experimentación de Puno que se propagaran estas variedades y mejorara sus características. Además del chili, que es parecido a la cebada, en Aija se hallan las variedades de q'ala peca de grano grande parecido a la avena; el tintash, de grano más pequeño, de color parecido al trigo, y el coshru, de grano arrugado y de parte pequeño obscuro; todos estos granos son sumamente raros por hallarse en extinción y no recibir la atención de parte de los genetistas.

Es probable que, en base a las distintas necesidades de agua de estas dos especies (tuca y mangu), subsista hoy la diferenciación de prioridad de agua de riego, pues, después del maíz, la primera preferencia la tiene el trigo y luego la cebada, ya que se considera a esta última como más resistente a la sequía.

La última opción en el riego la tienen los pastos, cuyo sistema radicular les confiere mayor resistencia a la sequía.

Los terrenos cultivados en callpar, es decir, bajo riego, pueden recibir el riego bajo dos modalidades. Cuando hay abundancia de agua los suelos son inundados, pues en este tipo de cultivo no hay surcos.

En las tierras bajo riego y con escasez de agua, el cultivo se realiza bajo la modalidad de chaqui-requesinan, es decir, el agua se hace detener en las inmediaciones de la planta, para lo cual se atraviesa el surco con el pie y se dirige el agua hacia la planta con la ayuda del "turqu".

Los canales secundarios de riego bifurcan sus aguas en los puntos conocidos como yacu-raquina, lugar de discordia de los colindantes o regantes en la determinación de igual repartición de las aguas. En Aija no llegamos a ver las piedras horadadas que empleaban los wari (Ayacucho) para repartir equitativamente las aguas. Las piedras por sus huecos sólo dejaban pasar una cantidad precisa de agua. Lamentablemente, en Ayacucho ya no se puede determinar el volumen de agua que se empleaba en algunas parcelas, pues los cuidadores de las ruinas amontonaron todas las piedras que se hallaban en los campos de cultivo.

De niño vi en Hirqa y aún hace unos meses volví a presenciar la reunión de los agricultores en el yaququna (Junta de Regantes), que diariamente se realizaba entre las 5 y 30 y 6 y 30 de

la mañana. Presidía la Junta el Juez de Aguas (cuyo nombre quechua es yacu raqueq). Este Juez, cual el "mallku umachuriri" de los aimaras, resolvía sobre el terreno las pretensiones al mejor derecho del agua de cada uno.

Son los regantes quienes otorgan autoridad al yacu raqueq, así como al mallku umachiri, para que reparta el agua. De haber sido autoridades estatales inqas, en el caso de Aija, hubieran recibido la designación de Yacu Qamayoq.

Hace menos de medio siglo que el Ministerio de Agricultura, con su Dirección de Aguas, asumió la designación de los Jueces de Aguas. Hasta entonces, tal nombramiento era realizado por los mismos agricultores, quienes el mes de Abril se reunían y elegían entre ellos al que sería el yacu raqueq el año siguiente.

La Autoridad de Aguas tenía la atribución de ordenar el qocha pitse, o sea, la limpieza de las acequias y canal principal. Esta tarea se realiza todos los lunes que siguen al domingo de Quasimodo, es decir, 8 días después de Pascua de Resurrección.

Probablemente, en la antigüedad, esta tarea de limpieza de las acequias se efectuó en la luna llena que cae entre abril y mayo, fecha movable que los sacerdotes hispanos (para erradicar las prácticas paganas) obligaron a cambiar a la Pascua de Resurrección.

El yacu raqueq decidía asimismo la oportunidad de efectuar la clausura de las compuertas de las lagunas y sus aperturas.

En los casos que en la Junta los regantes no se ponían de acuerdo en quien tenía mejor derecho a las aguas, correspondía al Juez visitar los predios y, después de su inspección ordenar el reparto del agua.

LA LLUVIA COMO RIEGO

Cuando los cultivos se realizan bajo secano (chuchuin) se requiere que la precipitación pluvial ocurra tanto para salvar el cultivo como cuando el suelo debe estar húmedo para poderlo labrar y sembrar.

Además, en aquellos lugares de reducido escurrimiento de agua, o al haberse agotado el agua almacenada en las q'ochas, es también indispensable que se produzca la lluvia a fin de disponer de agua para el riego.

Al no llover en todo el orbe, todos los pueblos han acostum-

brado elevar sus plegarias a todos los dioses del universo. Las culturas precolombinas peruanas también iniciaron sus rogativas más racionalmente, pues desarrollaron posteriormente la técnica de la "Huacaylla", que consistía en una inducción de lluvia que la civilización occidental sólo después de 450 años llegó a crearla cuando sus aviones fueron capaces de volar a gran altura y sembrar las nubes con sales de yoduro de plata para producir la llamada "lluvia artificial" (Cloud seeding).

Antecedentes:

"Huacaylla, procesión supersticiosa que usaban los indios invocando la lluvia". Ricardo 1586:41

"¿De qué lagunas traen cántaros de agua para rociar la chacra y pedir lluvias? ¿A qué lagunas tiran piedras para que no se sequen y vengan lluvias?" Reyna 1653:8

"Se mochaba al ídolo Urpai Uachac (Cima del cerro) para tener lluvias". Mangas ms. 1663:8

"Cordillera de Cachén. Cuando la estación es muy seca y no llueve desde mucho tiempo y de consiguiente sus sembríos se están perdiendo, bajan a la Costa con odres y, dirigiéndose hasta el puerto de San José, llenan sus odres de agua de mar, la que llevan enseguida hasta su tierra y la desparraman con ceremonia en los terrenos a donde quieren que llueva". Raimondi ms. lib. 1959:123

"Los de la sierra bajaban a Chilca, donde hacían contrata con el Alcalde, quien les pagaba para que llevaran el agua a las alturas de Huarochirí, a fin que produjera las lluvias que traerían las aguas a Chilca. "Pucomanta" es probablemente el lugar donde la dejaban vaciar, goteando sobre sargazo que también llevaban de la playa. Dicen que tenían que bajar corriendo, pues cuando la dejaban vaciar, al poco rato comenzaba a llover. Los pastores no dejaban llevar el agua, porque las crías de los carneros se les morían con la granizada. El agua se sacaba de altamar, a la altura de las salinas de yaya. Cuando la Llapama (avenida) llegaba a Chilca, el Alcalde recogía el óbolo voluntario para pagar a los que hacían llover". Caycho. Chilca 1978:cp

“De la cordillera comienzan a salir nubes que van al mar, luego del mar salen nubes que van a la sierra. Es en aquel momento en que los de la sierra, incluso yo, llevamos el agua del mar a la sierra y la dejamos destapando los porongos, con lo que comenzaba a llover. Sacaban el agua a 4 millas del agua fría o distante de la orilla donde la mar brava golpea, se dejaba en Timpo (Pampa Galera), se dejaba gotear sobre sargazo, se sacaba el agua de noche”. Navarrete. Nazca 1980:cp

Los antiguos peruanos desarrollaron una técnica racional, destinada a romper la estabilidad de las nubes y obtener su conversión en lluvia.

Huacaylla

En las citas que anteceden y en otras similares que hemos recogido, se señala que para inducir las lluvias se trataba de aumentar la humedad de la atmósfera, bien fuera aspergando los terrenos, cuya agua se volatilizaría casi inmediatamente, o provocando el oleaje de las lagunas, lo que a su vez por los vientos ocasionaría mayor evaporación.

Con el sucesivo perfeccionamiento de la técnica, hallaron que el agua del mar fría y salina era la mejor inductora de la lluvia.

Esta idea tendría su origen en el sabor salino de las rompientes marinas, así como la creencia general en la costa peruana que las nubes bajan de las cordilleras en los meses de junio a agosto y van a beber el agua del mar, para luego regresar a las cordilleras en los meses de septiembre a octubre.

La procesión de llevar el agua del mar a las abras cordilleras o a las lomas, realizada por los Tamiacamayoc (hacedores de lluvia), bien pudo ser el Huacaylla a que se refiere Ricardo y que se efectúa cuando las lluvias se atrasan.

Decenas de agricultores de los valles escasos de agua como el de Chilca, Nazca, etc. pueden atestiguar que aún se emplea la técnica nativa para inducir la lluvia. La costumbre es que los hacedores de lluvia recibirán su paga después de que las aguas hayan llegado a los suelos agostados.

En el mar, en algunos lugares cercanos a la playa y en otros

a unas cuantas millas, se produce el afloramiento de aguas oceánicas muy frías y de alta salinidad. De estos surgimientos de aguas frías salinas se obtenía para este propósito el agua, que era envasada antaño en cántaros de barro cocido y ahora en bidones de plástico.

Pescadores y agricultores conocen aún los sitios de donde se extraía esta calidad de agua, de preferencia por la noche, para luego llevarla rápidamente a las abras o pasos, en los cuales circula el viento con alta velocidad y en ráfagas continuas.

Llegado al lugar, se deja vaciar lentamente el agua, lo que se obtiene al introducir una paja en la boca del recipiente y taparla en forma tal que el agua salga gota a gota.

El agua deberá caer sobre el sargazo, el que probablemente esté actuando como un catalizador en la evaporación del agua, a no ser que sólo sirva como medio que impida su infiltración en el suelo.

Al evaporarse el agua, arrastra las sales minerales contenidas, y es sabido que las isopleas arrastradas por el viento contienen calidades distintas de sodio, cloruros y sulfatos que las contenidas en el mar por la reacción físico-química que se produce.

Al evaporarse el agua marina, toma las cargas eléctricas de la tierra, las que va aumentando en su recorrido por el espacio.

Figueroa, en su "Opúsculo de Astrología" (1690), sin duda tomando el conocimiento nativo, decía: para que se produjera lluvia se requería que la atmósfera superior estuviera fría y que se encontraran vientos contrarios, los que habían de hacer frente a la nube y obtener su precipitación.

Es justamente este efecto el que hace que el viento sople en las cordilleras, pues al llevar las "salmueras" hace que éstas ataquen por su parte inferior a las nubes, es decir, por su lado más inestable, y ocasiona que las partículas minúsculas de agua y sales, especialmente las minúsculas hidrocópicas del cloruro de sodio, sirvan de núcleos para condensar los vapores húmedos o cristales de hielo de las nubes, produciendo al mismo tiempo descargas eléctricas que rompen el equilibrio nebulogénico, ocasionando lluvias y granizadas.

Al pulverizar el agua de mar, la sal que se agrega a la lluvia con esta técnica es de millonésimas partes por parte de agua, por lo que no tendría efecto nocivo sobre los cultivos ni aumentaría la salinidad de los suelos. Al contrario, al provocar las descargas



TECNOLOGIA NATIVA

PERFECCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGIA
CONVENCIONAL DE PRODUCIR LLUVIA
MEDIANTE LA APLICACION DE LA
TECNOLOGIA NATIVA

eléctricas, incrementará el nitrógeno contenido en la precipitación pluvial con el correlativo aumento de la fertilidad.

Sería muy fácil probar la verdad o falsedad de estas prácticas. Es necesario que alguna embarcación envase agua en los lugares de surgimiento marino y sean estas aguas conducidas a los lugares apropiados, donde a alta presión se nebulizaría muy finamente el agua, a fin de que pueda ser arrastrada por el viento (ver Lámina No. 1).

Agregando radio-isótopos a las aguas por nebulizarse, y recolectando el agua de lluvia, podríase comprobar si los isótopos se hallan presentes.

Es interesante acotar que, meses después que objetáramos el proyecto israelita, se recibió la noticia de que en Israel se estaba ensayando obtener lluvia artificial, soltando al viento partículas muy finas de carbón. Es decir, el principio que ahora experimentan en Israel es similar al empleado en el antiguo Perú, que consistía en sembrar elementos minerales en el aire que afectarían a la nube por su parte menos estable.

Por las informaciones que recibiéramos de los campesinos, inferimos que la inducción de lluvias se realiza en nubes de pequeños a grandes volúmenes, en baja o a gran altura, sucediendo que la lluvia cubra grandes superficies por su relativo lento proceso de resolución, que tiene lugar en forma de lluvia o granizo.

De comprobarse la valía de esta técnica precolombina, serviría no sólo para mejorar las condiciones hídricas en la sierra, sino también permitiría regenerar la vegetación en nuestras lomas costeras, al obtener la precipitación sobre suelos que se hallan entre los 300 y 1,000 m.s.n.m.

Hay quienes piensan que los "indios" son ignorantes, incapaces de contribuir al desarrollo del país y son causa de nuestro atraso, pero vemos que sus resultados y los nuestros son contrastantes. Ellos supieron hacer un mejor uso de nuestro suelo que el que efectuamos en nuestros días. En Tumbes ahora se cultiva bajo riego tan sólo el 90% del área cultivada en 1532; en Zaña el 53% (Eling 1977); en Jequetepeque 38% (Cosock Sutton 1940). Ortloff nos demuestra que en los valles de Chicama y Moche se cultiva hoy sólo entre 34% y 40% de lo que efectuaron los Chimús, etc. La construcción de túneles, canales y acueductos de las civilizaciones precolombinas no sólo demuestra un elevado conocimiento de la hidráulica, sino además implica la ejecución de

cálculos en forma muy eficiente.

Esta técnica de inducción de lluvias, constituiría una prueba más de la creatividad de nuestros antepasados.

Ensayemos la técnica nativa, pero experimentémosla apoyada con los elementos que nos proporciona la tecnología contemporánea.

El costo de aplicación de esta técnica es mínimo y las proyecciones de su uso son incalculables. Millones de hectáreas de pastos en las lomas costeras serían nuevamente regeneradas y habría desaparecido la limitación que crea el fenómeno de subsidencia, así como el espectro de las sequías graves en nuestros altos andes.

Después de comprobar bajo diversos aspectos tecnológicos lo acertado de las prácticas precolombinas, pienso que la técnica de inducción de lluvias desarrollada por los incas debe tener un rango de validez y operatividad física que la lógica indica ser factible.

¿Será usted, estudioso lector, agricultor, ganadero o investigador, quien tenga el mérito de mostrar a la comunidad científica contemporánea el error o la valía de esta práctica ancestral?

La capacidad creadora de nuestros antecesores amerita ser verificada, y en lo válido exaltada. Recordemos lo que decía un italiano de nacimiento y peruano de corazón:

“¡Extraño fenómeno! Mientras en todos los países del mundo reina un exagerado espíritu de nacionalismo que juzga a sus hombres superiores a todos los de las demás naciones, en el Perú, al contrario, no se tiene fe en sus compatriotas, no se aprecian sus trabajos y pasan desapercibidos”. Raimondi. El Perú 1874:1:32

ALMACENAJE DE AGUA DE REGADIO EN EL SUBSUELO

La densa cobertura de pastos, arbustos, matorrales en la sierra y puna de hace cinco siglos, determinaba una alta tasa de infiltración del agua de lluvia, y era además incrementada la humedad del suelo por la práctica de regar millones de hectáreas de pastos en la puna.

Estos dos factores incidían en forma importante en la mayor disponibilidad de agua para el riego.

Hoy, la tala de la vegetación, la rotura de los canales a que hemos hecho referencia, el sobrepastoreo, la acción taponadora que ejerce el ganado exótico al caminar con sus cascos o pezuñas, todo lo cual determina que el volumen de precipitación y su infiltración del agua sea reducida y consecuentemente el almacenaje del agua de lluvia en el suelo es mínimo, disminuyendo así los caudales en lagunas, riachuelos o puquiales.

Permítasenos aquí efectuar una disquisición apartándonos algo del tema. Estimamos que la situación de subdesarrollo en la que el hambre, salud enfermiza y pobreza agobia a la gran mayoría de la población, nos impide darnos el lujo de hacer historia para engalanar nuestros conocimientos o demostrar nuestra capacidad intuitiva o lógica. El fin debe ser aprovechar la experiencia del pasado, lograr superar las condiciones del presente y evitar los daños en el futuro. De otra forma, actuamos cual avestruces que se esconden para no ver llegar su fin.

El proceso de aridización y desertificación de nuestro territorio, que hemos reseñado más arriba, requiere que sea contrarrestado, y si bien los incas lo lograron mediante el riego de los pastos altoandinos, el haber disminuido las lluvias y desaparecido en su mayoría los aportes del agua procedente de los deshielos, debemos crear los medios de maximizar la precipitación pluvial, para almacenar el agua en el suelo de nuestros andes y así crear condiciones que permitan mejorar el hábitat, mientras otras acciones a más largo plazo, como las de la reforestación masiva, sean realizadas.

Aplicando este concepto es que en 1976 desarrollamos para Puno el empleo de una técnica que permitiría mejorar notablemente las condiciones hídricas en la sierra y gradualmente mejorar los recursos de agua en la costa (ver lámina No. 2 y perspectiva lámina No. 3).

Amplia información sobre esta técnica se halla en el documento editado por ESAN (junio de 1985) que resume las exposiciones que sobre este tema y otros efectuáramos en aquel Centro Superior de Estudios y cuyo título es "Regeneración Hídrica y su Repercusión en la Alimentación".

La contribución de las lluvias a la formación del acuífero costero depende de la intensidad de la lluvia y del tiempo en que ella se precipita.

Salvo cuando se trata de suelos rocosos, las lluvias con lámi-

nas de agua inferiores a 2 mm. no llegan a producir escurrimientos superficiales, pues las aguas son infiltradas y/o evaporadas.

Se producen escurrimientos por lo general cuando en un período corto la precipitación es mayor de 2 mm., siendo entonces posible almacenar el agua para infiltrarla al suelo. De lo contrario, las aguas en contadas horas terminarán en el mar o en el Lago Titicaca.

Para detener el agua y obligarla a infiltrarse, proponemos abrir huecos o p'unqu de unos 0.40 m. a 0.45 m. de ancho, por unos 0.80 m. a 0.90 m. de largo y de unos 0.20 m. a 0.25 m. de profundidad. Cada p'unqu permitiría almacenar e infiltrar unos 60 a 70 lt. de agua procedentes de lluvias cuya láminas sean hasta del orden de los 20 mm. Lluvias superiores a éstas son raras.

El trazado del p'unqu se efectúa mediante el trípode o escantillón que diseñáramos para Puno en la Campaña de Reforestación de 1976 (ver lámina No. 4). Con este trípode se pueden trazar unos 400 puntos de nivel, es decir, cubrir algo más de una hectárea/día con líneas de contorno equidistantes a 10 m. Naturalmente, la equidistancia de las líneas de contorno depende de la gradiente, la profundidad y la textura del suelo (ver lámina No. 1).

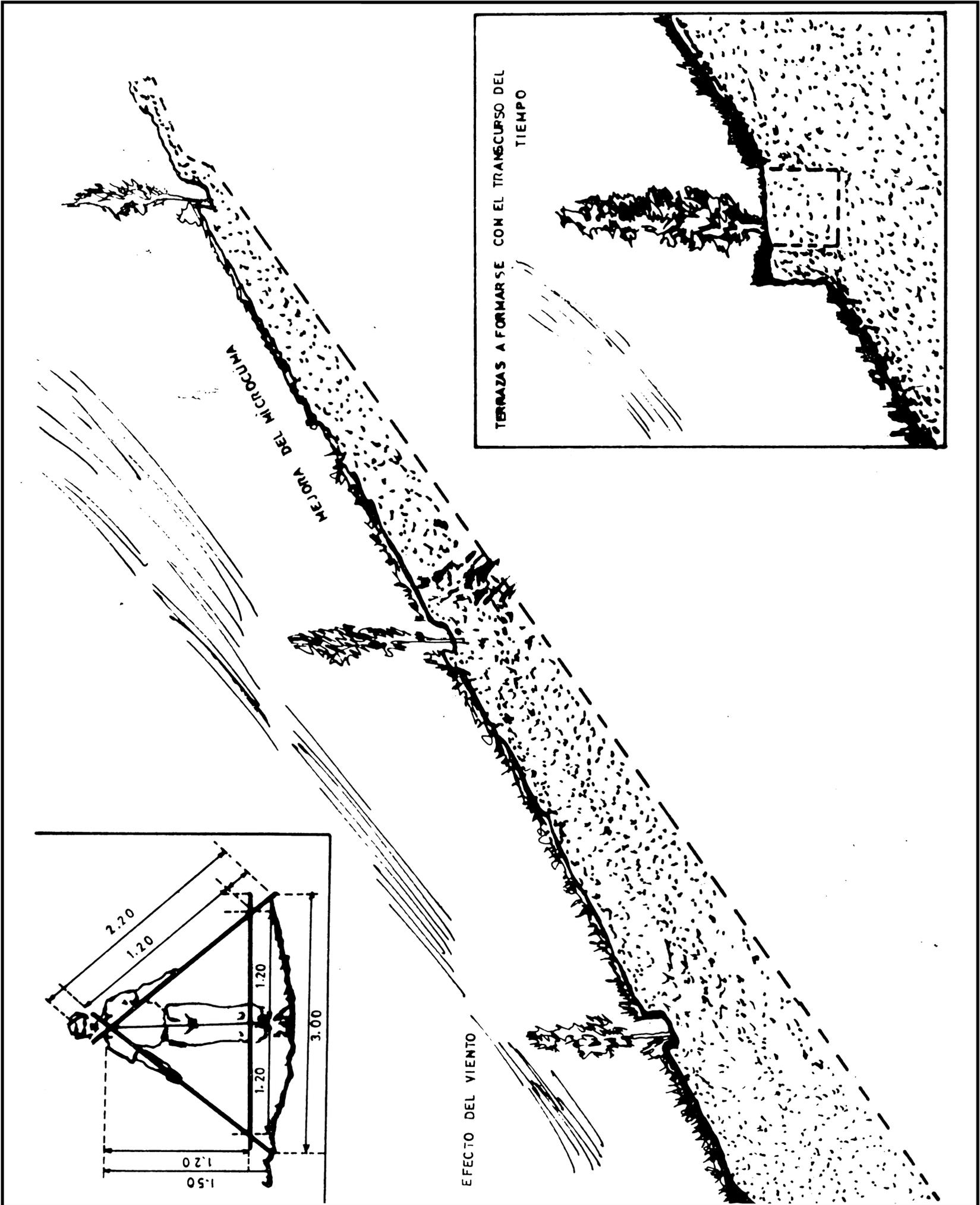
Siguiendo la línea de nivel, dos taclleros cavan huecos con cuatro golpes dobles de chaquitacla. Es posible efectuar en minuto y medio la cavidad antes mencionada.

El ayudante retira los corpas o tepes (terrones paralelepípedos) que remueve la chaquitacla, y coloca éstos sobre el borde exterior que da hacia el fondo del valle y en los costados del hueco paralelos al eje de máxima gradiente.

En el hueco formado se siembran plantas de acuerdo a la zona donde se efectúa el trabajo. Pero sobre los tepes extraídos se siembran cactus como el airampo (*Opuntia soherensis*), cuyas semillas tintóreas tienen alto valor comercial y cuyo sistema radicular contribuye a consolidar el tepe y evitar su erosión por la lluvia.

Se intercala en los huecos matas y arbustos, como pueden ser especies de leguminosas silvestres del género lupinos, que crecen hasta los 4,100 m.s.n.m. Se siembra también colle, quishuar, etc.

El objeto de esta vegetación es obtener cortinas rompe-vientos (ver lámina No. 3) que elevarán sucesivamente los vientos fríos y resguardarán la temperatura del suelo, favoreciendo el de-



sarrollo de la vegetación y simultáneamente la fijación de nitrógeno, que permitirá mejorar la fertilidad en los niveles inferiores.

Al pie de los p'unqu se sembrarían especies silvestres de raíces comestibles, de las cuales hemos encontrado muchas que poseen propiedades nutricionales superiores a la papa (ver tabla No. 5, pp. 163/4 de nuestro libro "La Nutrición en el Antiguo Perú").

Es urgente sembrar estas raíces para formar reservas nutricionales para los años de graves sequías, que de tiempo en tiempo se presentan. Estas raíces silvestres crecen y florecen incluso sobre la nieve y soportan heladas de menos veinte a menos treinta grados centígrados, así como sequías prolongadas.

No hay que olvidar que las sequías de 14 años de duración no son raras en el Altiplano, y las tradiciones dan cuenta de sequías extremas que duraron de siete a diez años. Acostumbrados como estamos al período de bonanza climática que hemos tenido en el último siglo, no reparamos en la crudeza del clima en siglos anteriores. Tampoco hemos previsto cómo librarnos de sus consecuencias. Mas, cuando en el futuro no hemos de poder recibir el apoyo de alimentos foráneos, ya que aquellos serán también escasos y fuera del alcance de nuestra capacidad de adquisición, debemos tomar serias precauciones.

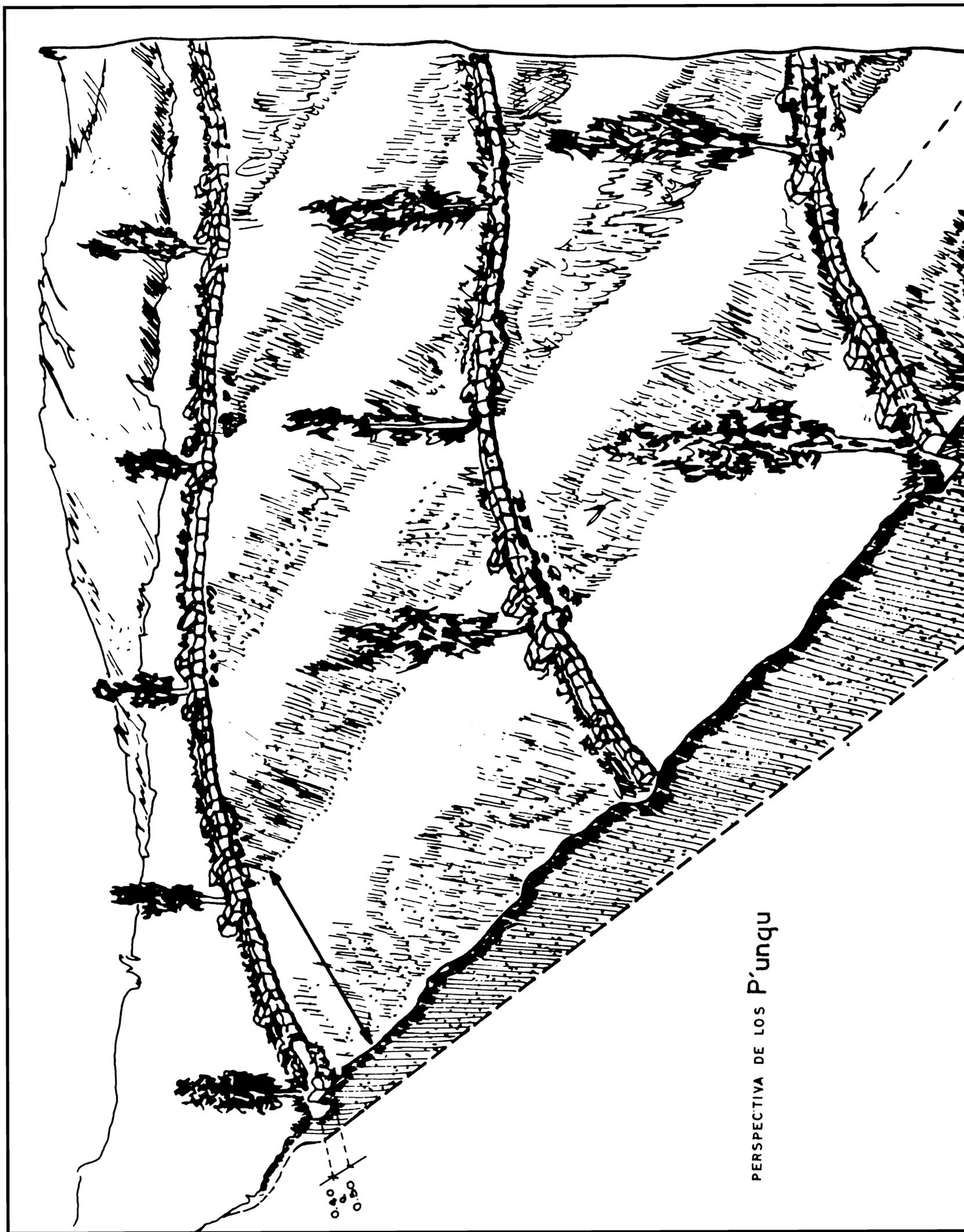
La construcción de los p'unqus demanda por hectárea unos 13 jornales de tacleros y 7 de un ayudante, además de otras 7 jornadas de un agricultor que recoja semillas y esquejes y los plante en los huecos de los p'unqus.

Cuando por la erosión natural del suelo se colmaten los p'unqus, será tiempo de abrir otros a nivel intermedio, pero ya se habrá formado sobre el p'unqu antiguo una tierra fértil orgánica que producirá abundante pasto de alta calidad.

El agua infiltrada servirá para triplicar la capacidad de soporte del ganado en su área de influencia, con lo que la rentabilidad será altísima.

De criarse llamas en estos pastos mejorados, se podría obtener por animal un rendimiento de 100 kg. de peso vivo/año, es decir, 46 kg. de carne. Criando ovejas apenas se obtendría 25 kg. de peso vivo y 11 kg. de carne. El pelo de la llama se puede vender a tres veces el precio que la lana del carnero, y de la llama podemos obtener cueros del cual el país es deficitario.

Una hectárea trabajada con el sistema de p'unqu puede alimentar cuando menos a tres llamas por año.



PERSPECTIVA DE LOS P'unqu

Por Thomas (1980:cp) sabemos que, comparativamente, los rendimientos a obtenerse de un carnero, alpaca o llama son los siguientes:

RENDIMIENTO COMPARATIVO DE NUTRIENTES OBTENIBLES EN UNA UNIDAD DE PASTOS CON LA CRIA DE CARNEROS MEJORADOS, ALPACAS O LLAMAS RUSTICAS

| | Carnero kg | Alpaca kg | Llama kg | Ovino o/o | Alpaca o/o | Llama o/o |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Peso vivo | 21 | 61 | 91 | 100 | 100 | 100 |
| Carne | 8.178 | 28.602 | 43.331 | 38.5 | 41.5 | 46.6 |
| Sesos | 0.090 | 0.174 | 0.258 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| Corazón | 0.085 | 0.570 | 0.844 | 0.4 | 0.9 | 0.9 |
| Intestinos | 1.138 | 1.770 | 2.619 | 5.3 | 2.9 | 2.9 |
| Hígado | 0.238 | 1.685 | 2.494 | 1.9 | 2.7 | 2.7 |
| Pulmones | 0.295 | 1.030 | 1.526 | 1.4 | 1.6 | 1.6 |
| Estómago | 0.615 | 1.590 | 2.353 | 2.9 | 2.5 | 2.6 |
| Grasa visceral | 0.422 | 1.265 | 2.872 | 2.0 | 2.0 | 3.2 |
| Sangre | 0.224 | 1.509 | 2.233 | 1.0 | 2.5 | 2.4 |
| Cabeza | 0.685 | 1.682 | 2.489 | 3.2 | 2.7 | 2.7 |
| Pies | 0.215 | 0.914 | 0.252 | 1.0 | 1.5 | 1.5 |
| Huesos | 1.827 | 2.388 | 7.964 | 8.6 | 8.8 | 8.8 |
| Lana | 2.523 | 2.472 | 2.658 | 11.9 | 4.0 | 2.9 |
| Piel | 1.486 | 3.425 | 5.069 | 7.0 | 5.5 | 5.5 |
| Contenido intestinal Kg. | 3.120 | 9.363 | 13.857 | 14.7 | 15.2 | 15.2 |
| Kcal | 18.329 | 62.030 | 92.554 | | | |
| Kcal por kg. de peso vivo | 863 | 1.009 | 1.018 | | | |

Fuente: Thomas:160-2

Antaño, la carne de la llama tenía amplio consumo, hasta que en 1870 David Forbes, en la Academia de Ciencias de Gran Bretaña, erróneamente comentara que la llama portaba y contagiaba la sífilis.

En 1911 Edmundo Escomel demostró que las llamas no podían contraer la sífilis, como ha sido comprobado en la Argentina y Bolivia. Hermelinda Rivero (1970) y Manuel Moro (1971) han demostrado la misma tesis.

Es evidente que en nuestra época la carne de llamas, carneros, vacas, cerdos en gran parte se encuentra infestada de diversos parásitos que pueden introducirse en los órganos de quienes la consumen. Esto se debe a que se han perdido las prácticas de sanidad que observaban nuestros antecesores, por lo que en nuestros días la carne de cualquier animal en el Perú *sólo debe ser consumida cuando ha sido muy bien cocida*, es decir, que haya sobrepasado los 85°C en forma total. De otra forma, los parásitos y huevos que tenga el animal infestado se criarán en el cuerpo de los consumidores.

Corresponde a quienes tienen responsabilidad y sensibilidad humana advertir a nuestros campesinos que *ya no pueden consumir el charqui sin que éste haya sido también perfectamente cocinado*, ya que los huevos de los parásitos pueden permanecer alestargados en el charqui y renovar su actividad al ser ingeridos por hombres o animales.

Otras ventajas a derivarse de la técnica del p'unqu son la regeneración de los pastos, ya que especies más nutritivas reemplazarán a las actuales por la mejora del ambiente, suelo y humedad. Se almacenará el agua en el suelo y subsuelo, permitiendo aumentar el rendimiento de forraje, que será verde y apetecible por el ganado durante un mayor número de meses.

El sistema de cortinas vegetales contribuirá a mejorar la temperatura del suelo, con lo cual existirá mayor actividad de la microflora y de la cobertura vegetal. Se evitarán las llocllas (impropiamente llamados huaycos), ya que el agua que debería descender rauda se almacena y no contribuye con masas erosivas. Se regula la descarga de los ríos, pues su caudal lentamente irá descargándose por efecto de la infiltración y percolación profunda. Se conservarán los suelos, los que no serán arrastrados por las lluvias y aquel material fino orgánico que hoy termina en el mar se depositará en los huecos de las cochas para ser utilizado por las plantas.

El acuífero costero recibirá el aporte constante de las aguas cordilleranas de dos a seis meses después de haber cesado las lluvias en la sierra. En todos los pisos inferiores a los p'unqus volve-

rán a manar los puquiales que hace tiempo dejaron de serlo. No es menos importante que recién el poblador podrá disponer de ramas y materiales para combustible, el que ya no existe, teniendo en algunos lugares que cocinar con paja.

Además, la cría de la llama permitirá disponer de taquia (excreta) que puede ser utilizada en la cocción, ya que su humo ni es acre ni causa ceguera como la ocasiona la de carneros. No nos referimos a la bosta, ya que ésta, si bien puede ser utilizada en las partes bajas, no lo es en las alturas, porque los bovinos carecen de condiciones para sobrevivir en las grandes alturas, en las que se construirían preferentemente estos p'unqus.

Demás está decir que la técnica permitirá mejorar la cobertura y arborización de las laderas fuera del alcance del suelo así tratado. No menos importante es que la técnica disminuirá la intensidad de las heladas e inducirá la precipitación pluvial por el menor albedo, y al abatir la temperatura por la sombra y la evapotranspiración facilitará las lluvias.

En nuestra patria hay mucho por hacer y así subsanar el daño que en 450 años se ha ocasionado a nuestra ecología y sociedad. Habiendo ocupado el primer puesto en el concierto de las naciones americanas, hoy por nuestra indolencia, egoísmo y formación valorativa hemos llegado a ocupar el octavo puesto en Sud-América.

Mejorar el nivel de vida de los nuestros, asegurando las condiciones de prosperidad en la que hijos y descendientes transcurran su existencia, debe ser tarea cotidiana de todos. Ahora y mañana debemos aunar nuestros esfuerzos para superar las limitaciones que puedan existir en la actitud y aptitud de nuestros comarcanos, así como mejorar las condiciones de nuestro hábitat.

Es oportuno recordar que la trilogía del credo inca que los llevó al éxito fue: 1) la realización del individuo como ser humano, 2) la mejora constante del hábitat, y 3) la optimización del esfuerzo minimizando el uso de los recursos.