

PROGRAMA REGIONAL SUR

Manual Técnico

**MANEJO Y CONSERVACIÓN
DE PASTURAS NATURALES
Y CULTIVOS TEMPORALES**
Prácticas de adaptación
al cambio climático

MINERÍA QUE GENERA CONFIANZA Y DESARROLLO



ISBN: 978-612-4043-51-2



9 786124 043512

desco

PROYECTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE
DE LA ACTIVIDAD GANADERA
MEJORANDO LA PRODUCCIÓN, INCREMENTANDO LOS INGRESOS



MANEJO Y CONSERVACIÓN DE PASTURAS NATURALES Y CULTIVOS TEMPORALES

Prácticas de adaptación al cambio climático

Edgar Vega Chuquirimay

Daniel Torres Zúñiga

desco



Créditos

Código 14090

Vega Chuquirimay, Edgar y Torres Zúñiga, Daniel.
Manejo y conservación de pasturas naturales y cultivos temporales.
Prácticas de adaptación al cambio climático.
Arequipa: **desco** y Minsur, 2013.
81 pp.

Pasturas naturales / Cultivos forrajeros / Zona altoandina
/ Manejo de recursos hídricos / Infraestructura de riego
/ Micro represas / Reservorios / Labores culturales
/ Recursos naturales / Cambio climático

La publicación de este trabajo se realiza en el marco del Proyecto «**Desarrollo sostenible de la actividad ganadera altoandina en los distritos de Antauta, Ajoyani y CC Queracucho, Región Puno**». Mejorando la producción, incrementando los ingresos.

Colaboradores:

Patricia Pinto, Javier Zaira, Julio Zeballos y Milagros Aguilar.

Fotografías:

Edgar Vega, Daniel Torres, Julio Zeballos y Juvenal Cutipa.
Ilustraciones: Edgar Vega y Daniel Torres.

Corrección de estilo y cuidado de edición:
Mónica Pradel S.

Carátula y diagramación:
AC Comunicación y Publicidad SRL

Tirada:
1000 ejemplares
Primera edición
ISBN: 978-612-4043-51-2
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
N° 2013-12965

Impresión:
AC Comunicación y Publicidad SRL
Mercaderes 321 Of. 4B-5B, Arequipa

© **desco**
Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo
León de la Fuente 110, Lima 17 - Perú (511) 613 - 8300
www.desco.org.pe
Programa Regional Sur
Málaga Grenet 678 Umacollo, Arequipa - Perú
(054) 257043
www.descosur.org.pe

©  **minsUR**
Las Begonias 441 Of. 338. Lima, 27 - Perú
(511) 2159330
www.minsur.com
Setiembre 2013

Contenido

Presentación..... 5

Capítulo 1

TENDENCIA A LA DESERTIFICACIÓN

Erosión y deterioro de las praderas naturales.....7

1.1 Causas del deterioro de las praderas naturales..... 10

Capítulo 2

Adaptación y conocimiento tradicional

en el manejo de nuestros pastos naturales.....13

2.1 Las praderas naturales y su conformación vegetal..... 15

2.2 Tipos de pastizales naturales en la zona alto andina..... 16

Capítulo 3

Prácticas conservacionistas de recuperación de nuestros pastos naturales..... 21

3.1 Instalación de cercos de manejo de pasturas..... 24

3.2 Abonamiento de pasturas naturales..... 29

3.3 Rotación de dormideros portátiles..... 30

Capítulo 4

MANEJO EFICIENTE DEL AGUA

Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático..... 31

4.1 El ciclo del agua..... 34

4.2 Construcción de microrrepresas rústicas..... 36

4.3 Construcción de reservorios impermeabilizados con geomembrana..... 51

4.4 Tomas de captación de agua..... 57

4.5 Construcción de canales rústicos de tierra..... 62

4.6 Zanjales de infiltración..... 65

Capítulo 5

Instalación de pastos cultivados en zona alpaquera.....67

5.1. Siembra de pastos cultivados en zona alpaquera..... 69

5.2. Los pastos cultivados permanentes..... 70

5.3 Los pastos cultivados temporales..... 71

Bibliografía..... 81

Presentación

Los camélidos andinos (alpacas, llamas, vicuñas y guanacos) se cuentan entre los animales que habitan los Andes peruanos por encima de los 3,500 msnm, ocupando incluso las zonas más altas. Gran parte de los ovinos criollos viven en las zonas medias y los vacunos criollos, en toda la zona media y puna. Todos ellos se alimentan principalmente de pastos naturales que cubren los suelos de las pampas, laderas y cerros. En su mayor parte son secanos y dependen de las lluvias; y en menor extensión, se encuentran los bofedales, áreas con pastos de buena calidad y principal alimento de las alpacas.

Los camélidos andinos domésticos como la alpaca y la llama, junto al ovino y el vacuno criollo, constituyen un rebaño mixto con un manejo extensivo y son la fuente de ingresos económicos y sustento alimentario de gran parte de la población que vive en las zonas altoandinas.

En las zonas más bajas se encuentran los vacunos de leche de la raza Brown Swiss, adaptados a la altura, los que se alimentan principalmente de pastos cultivados y requieren de un manejo semi estabulado.



Hasta hoy la población animal ha tenido un fin productivo; sin embargo, en el contexto actual, es una necesidad estratégica para la adaptación al cambio climático la permanencia de las poblaciones humanas en la zona altoandina, pues son una garantía para la adecuada gestión de los recursos naturales como el suelo, el agua y los pastos, los que mantienen las condiciones medio ambientales en equilibrio armonioso entre el agua, pasturas y animales.

Las cabeceras de las cuencas hidrográficas se comportan como la "esponja" del recurso hídrico para los valles interandinos, la costa y las grandes ciudades. Se requiere de poblaciones capacitadas para ayudar a mantener el equilibrio medio ambiental, de lo contrario se harían más intensos los procesos actuales de erosión, de degradación de los suelos, desertificación, pérdida de bosques y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentuarán la degradación ambiental y la pérdida de ecosistemas en todo el espacio territorial del país.

El detrimento de los recursos naturales es un problema que afecta en mayor medida a las

poblaciones pobres, ya que dependen directamente de lo que la naturaleza ofrece. Se suma a este problema el progresivo deterioro genético que afecta gravemente a la productividad de la fibra de las alpacas, la productividad de la lana de los ovinos, y de la leche y carne de vacunos.

El presente manual técnico, "Manejo y conservación de pasturas naturales y cultivos temporales. Prácticas de adaptación al cambio climático", está dirigido a la población de criadores de camélidos, de ovinos y vacunos que viven en las cabeceras de cuenca –"donde nace el agua"–; así como a directivos, autoridades locales y comunales y técnicos que laboran en diferentes proyectos privados y del Estado. Servirá de guía y consulta permanente pues ofrece propuestas validadas que pueden ser replicadas en sus predios y adecuarse a proyectos de conservación y mejoramiento de los recursos naturales con los gobiernos locales.

Los contenidos del manual técnico recogen la experiencia de propuestas validadas y desarrolladas por **desco** en los últimos 15 años, con el enfoque de "cosecha de agua", a través del uso y la recuperación de tecnologías tradicionales apropiadas al medio: construcción de microrrepresas, construcción de reservorios protegidos con geomembrana, apertura de canales rústicos de tierra para conducción y riego de pastos naturales y cultivados, abonamiento con incorporación de estiércol, cercos de manejo de pastos y pastoreo. Se complementa con la introducción de pastos cultivados en secano (avena forrajera) y pastos permanentes (rye gras, dactyles, trébol blanco).

Capítulo 1

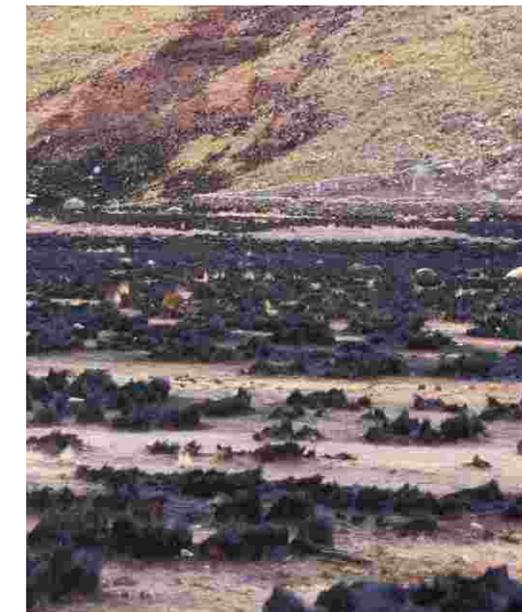


TENDENCIA A LA DESERTIFICACIÓN
Erosión y deterioro de las praderas naturales

Erosión y deterioro de las praderas naturales

La sierra peruana es la principal región que abastece de productos agrícolas y pecuarios a los principales mercados del país. Las actividades productivas tienen como base el aprovechamiento de los recursos naturales: suelo, agua y pastos. El uso de prácticas tradicionales, sin considerar un manejo técnico de conservación de los suelos, el uso inadecuado del agua y el manejo inapropiado de pasturas durante el pastoreo, especialmente en las comunidades campesinas, sectores y anexos, ocasionan la erosión de los suelos. Estudios de erosión de los suelos de la sierra peruana, estiman en 5'413,840 las hectáreas afectadas por erosión severa y en 21'102,000 las has afectadas con intensidades entre moderada y severa (INRENA: Mapa de Erosión de Suelos del Perú. 1996).

El proceso de degradación de la cobertura vegetal en pasturas naturales, principal alimento de la ganadería altoandina, se refleja en la disminución de su capacidad productiva forrajera y de su capacidad protectora de los suelos. La erosión de los suelos, como resultado de la degradación de los pastizales, trae como consecuencia la pérdida de cobertura vegetal por sobrepastoreo, así como la desaparición de especies forrajeras palatables importantes en la alimentación del ganado, que son reemplazadas por otras no deseables por los animales. Esto origina la pérdida de la capacidad de infiltración del agua, que en su recorrido (escorrentía superficial) arrastra partículas de suelo (minerales), sobre todo en laderas.





Algunos productores tienen la costumbre de realizar la quema de pastizales, argumentando que **"cuando se quema el pasto viejo retoñan pastos jóvenes, tiernos y los animales lo consumen fácilmente"**. Por este proceso se pierde y se reduce la población de microorganismos que ayudan en la nutrición de las plantas, disminuye la comunidad (especies) de pastos al quemarse las semillas, y el suelo queda descubierto, contribuyendo a la pérdida de agua por evaporación y a la escorrentía superficial producida por las lluvias.

Todos estos inconvenientes promueven la condición de pasturas pobres, muy pobres y pérdida de cobertura vegetal, que nos lleva a una continua desertificación que no tiene regeneración, como ejemplo podemos observar los cerros cada vez más "desnudos", sin cobertura de pasturas y con gran presencia de rocas.

1.1 Causas del deterioro de las praderas naturales

a. Aspectos sociales

La parcelación de territorios comunales entre familias. Este proceso se manifiesta en muchas comunidades, sectores y anexos, donde ya no cuentan con pastizales comunales para una propuesta técnica de manejo adecuado en siembra de productos agrícolas y pastoreo de animales. Es así, que año a año, las parcelas se van dividiendo de generación en generación –minifundio–, lo que genera un inadecuado manejo (sobrepastoreo) de los pastizales y la atomización de los predios.

El sobrepastoreo en comunidades y parcialidades tiene su origen en la estructura de tenencia de tierras –minifundio–, que se caracteriza por mantener una mayor población de animales (rebaño mixto), excediendo la capacidad de pastoreo del predio.

La herencia y derechos de nuevos socios en las comunidades campesinas hacen que se incremente la presión de pastoreo en pastizales comunales.

La incorporación de áreas de pastizales para actividades agrícolas (conflictos de uso).

Limitada asistencia técnica para una adecuada planificación y manejo de los pastizales.

Pérdida de conocimientos y saberes campesinos sobre pastos nativos y su manejo.

Débil organización y acceso a tecnologías adecuadas para manejo.

Escaso presupuesto para reinversión en infraestructura (materiales) de manejo.

b. Cambios climáticos y atmosféricos

- Incremento de la temperatura y aumento de CO² en la atmósfera (contaminación por humos industriales), que está provocando el deshielo de los nevados.
- Distribución irregular de la precipitación pluvial: inundaciones, sequía, granizadas, nevadas.
- Alta evaporación por la irradiación solar.
- Altas temperaturas de calor y radiación de rayos ultravioletas.

c. Extracción y manejo inadecuado en actividades productivas

- Tala de arbustos y árboles para leña (tola, queñua).
- Quema desmedida de pastizales.
- Deficiente uso y manejo del recurso agua.
- Ampliación de terrenos de cultivo.

d. Desarrollo de actividades ganaderas

- Presión de pastoreo de animales sobre una determinada área de pasturas - sobrepastoreo.
- Invasión de especies indeseables que disminuyen la capacidad de pastoreo, como el Canlli, una especie espinosa, indicadora de tierras pobres y secas.
- Baja productividad primaria de la pradera y de la posibilidad de alimentación de los animales.

Diagrama de la problemática cambio climático y desertificación



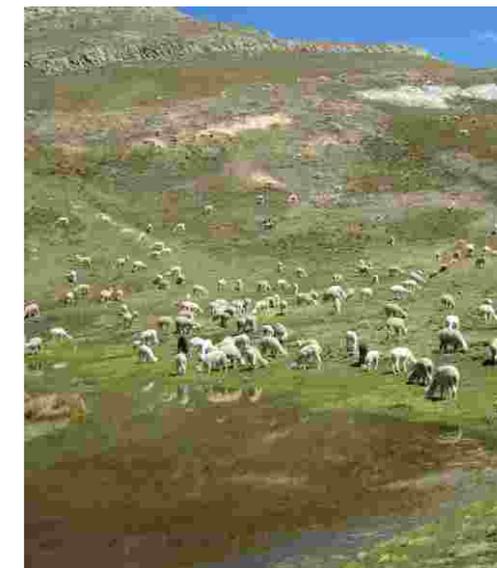
Capítulo 2



2.1 Las praderas naturales y su conformación vegetal

Las praderas naturales están cubiertas por pastizales conformados por una diversidad de pastos perennes como las chilliguas, la tajilla, el sillu sillu, el libro libro, entre otros, y temporales como el chiji pasto y el llapa pasto, que dan lugar a asociaciones vegetales típicas del ecosistema altoandino.

Las praderas naturales tienen características propias y específicas que responden a condiciones del sector altoandino, cuya altitud es diversa: va desde los 3,800 y por encima de los 4,500 msnm. Su paisaje está formado por planicies, laderas y picos elevados, con un clima adverso para el desarrollo de una agricultura intensiva, la temperatura es generalmente fría durante el año, desciende en los meses de invierno hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ con la presencia de fuertes corrientes de aire seco que afectan visiblemente a las plantas y suelos. Durante los meses de verano, las temperaturas oscilan entre los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, y se acentúan las lluvias acompañadas de fuertes granizadas y nevadas.





2.2 Tipos de pastizales naturales en la zona alto andina

a. Bofedal

Llamados también Oqhonales. Pastizales de alto valor energético, se establecen en suelos hidromorfos (retienen abundante agua), y poco drenados. Se caracterizan por ubicarse en terrenos planos y con alta humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de los lagos y manantiales. Su composición de pastos varía según la altitud, cantidad, calidad y permanencia de agua. Las especies que predominan en los bofedales son: el sillu sillu, el libro libro, la tajilla, la sora, el ojho pilli, entre otras.

El bofedal es el tipo de pastizal con la más alta producción de forraje y alimento principal de los camélidos andinos, la producción y crecimiento de forraje es continuo durante todo el año, tiene una elevada capacidad de carga animal (pastoreo), entre 8 a 12 U.O. ha/año (unidades ovino por has/año).

b. Pajonal

Son densas agrupaciones de matas de pajas (gramíneas) que en muchos casos presentan hojas duras y punzantes. Estas pajas principalmente son de tallo alto; las especies que predominan son las chilliguas, el ichu, el iru ichu o paja brava, entre otras.

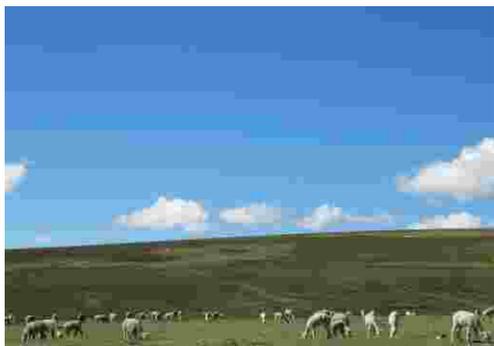
c. Pajonal de Ichu

Se caracteriza por la presencia de *Stipa ichu*, gramínea de tallo alto con hojas duras con bajo valor forrajero, que invade rápidamente las áreas de pastoreo, es consumida por los animales preferentemente en estado tierno, y en épocas de crisis de forrajes la consumen en cualquier estado. Dentro de este tipo de pastizal generalmente se encuentran las plantas anuales festucas y la gramínea. En este tipo de praderas degradadas son frecuentes los arbustos de Canlli y el *Astrágalus* Garbancillo.

d. Chillihuar

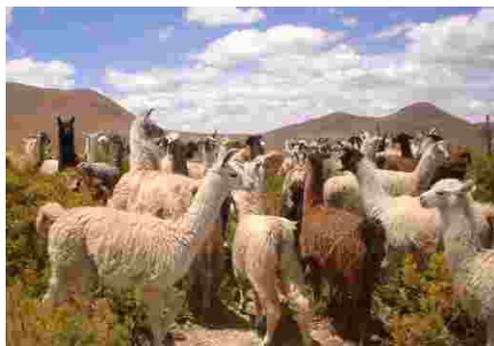
Praderas con buen potencial forrajero, ubicadas en tierras de escasa pendiente, pH neutro y suelos francos a francos arcillosos. La agrupación vegetal es dominada por la gramínea *Festuca Dolichophylla*. Otras especies presentes en esta comunidad son el Chilliguar, el Sillo Sillo y el Layo.





e. Césped de Puna

Tipo de vegetación que está dominado por especies vegetales de porte almohadillado, arroquetado y con pajas de porte bajo (gramíneas). Su composición característica está dada por la agrupación entre hierbas y pajas de porte bajo; entre ellas se encuentra el Pesque Pesque, la Yareta, el Koran Koran, la Thurpa, el Chiji pasto, el Llapa pasto, Ñapa pasto, entre otras.



f. Tolar

Vegetación con predominancia arbustiva, su característica principal es que contiene resinas, que las protegen del pastoreo excesivo. Asociados a estos arbustos normalmente se encuentran pastos de crecimiento bajo que sirven de alimento a los animales; la presencia del arbusto tola es un indicador de terreno pobre y seco. Las especies de este tipo de cobertura vegetal son: la Tola Romero y el Nigri Nigri o Huiswi tola.

g. Canllar

Son especies vegetativas leñosas y espinosas de porte bajo, generalmente prosperan en suelos de condiciones pobres, arenosas y secas. Son consumidos por los vacunos y ovinos (solo las hojas) en estado de brote o tierno, siendo en este estado más apetecible.



Capítulo 3



Prácticas conservacionistas de
recuperación de nuestros pastos naturales

Capítulo 3

Prácticas conservacionistas de recuperación de nuestros pastos naturales

¿Qué se entiende por manejo y recuperación de pastizales?

Es un conjunto de actividades que permiten mejorar la condición actual del pastizal en los diferentes tipos de pastos que tiene el predio. Los propietarios deben planificar y realizar acciones orientadas a mejorar las condiciones de alimentación de sus alpacas, llamas, ovinos y vacunos; acciones de manejo que ayudarán a recuperar, conservar y lograr canchas de pastoreo con buena producción de pastos naturales.

Para lograr la buena producción de pastos, se deben poner en práctica propuestas y técnicas validadas de fácil manejo y bajo costo, que sean sostenibles en el tiempo y que estén en armonía con el medio ambiente.



3.1 Instalación de cercos de manejo de pasturas

Los cercos son áreas de pastizales protegidas para el pastoreo, son instalados de acuerdo a la necesidad de cada productor, considerando la calidad de los pastizales, naturales o cultivados. Sin embargo, estos espacios protegidos de pasturas, necesitan de un manejo adecuado para mejorar su cobertura vegetal mediante tres acciones: (i) manejo proporcionado durante el pastoreo; (ii) el riego a través de canales de riego rústicos y; (iii) abonamiento con estiércol.

Materiales usados en su instalación

Se deben aprovechar algunos recursos que la naturaleza nos proporciona en los predios, como piedra, adobe, tapias, champas. Los materiales son de fácil adquisición, como postes de eucalipto, mallas ganaderas de alambre, filas de alambre galvanizado, de alambre de púa, con geo mallas, entre otros.

Importancia de los cercos

En la última década se ha incrementado el minifundio, quedando los predios cada vez más reducidos, ocasionando una mayor presión

animal durante el pastoreo en una determinada área de terreno. Los cercos tienen importancia porque constituyen un instrumento de apoyo en la gestión del predio, principalmente para los pequeños criadores cuyo ingreso depende de la crianza del rebaño mixto.

Se detallan los beneficios de los cercos:

En los pastizales:

- Recuperar las pasturas que han sufrido un sobrepastoreo mediante acciones incorporadas de manejo, riego y abonamiento.
- Utilizar áreas poco frecuentadas por los animales, obligándolos a pastorear en forma ordenada.
- Facilitar la rotación de las áreas de pastoreo.
- Exclusión de áreas peligrosas que tienen presencia de plantas tóxicas o plantas espinosas (indeseables).
- Conservar pastos de reserva para los meses de escasez (agosto - noviembre).
- Proteger los pastos cultivados.
- Delimitar linderos y evitar conflictos con los vecinos.
- Controlar el sobrepastoreo y la erosión de los suelos.

En la crianza del rebaño mixto:

- Facilita el manejo de puntas (hembras, machos, tuis) de las alpacas, la separación de machos de las hembras, la separación de preñadas de las alpacas con crías y las vacías.

- Favorece el manejo de empadre y parición al separar los machos de las hembras, en el caso de alpacas.
- Son un apoyo durante el proceso del destete facilitando la separación de las crías de sus madres.
- Ayuda en la recuperación de las crías pequeñas y animales débiles durante la parición.
- Permite realizar la cuarentena de alpacas adquiridas de otras propiedades.
- Sirve como hospital de animales enfermos.
- Apoyan en el pastoreo evitando que los animales pasten fuera de los linderos o de la propiedad.

Tipos de cercos

En la construcción de cercos de manejo de pasturas naturales o cultivadas, se utilizan diversos tipos de materiales de fácil acceso y bajo costo que se encuentran en la zona. Tradicionalmente existen cercos de piedra, tapial, adobe, alambre liso, alambre de púa, de malla ganadera; con postes de fierro, fierros laminados "T" y ángulos "L", postes de eucalipto, entre otros.

1. Cercos de piedra. Infraestructura que se construye con material que abunda en muchos terrenos, en especial en zonas pedregosas (puna seca). Cercan pastizales cercanos a cerros o laderas. Demanda inversión y esfuerzo de parte del productor en el acopio y traslado del material a los sectores donde se levantará el muro. Se muestran dos tipos de construcción con piedra:

a. Cercos de piedra, hilera simple

Cerco construido en lugares donde existe escasa disponibilidad de piedra. Se caracteriza por su débil consistencia y continuos derrumbes, por lo que se recomienda realizar mantenimiento permanente. La altura máxima es de 1.20 m., se procede a colocar las piedras de mayor tamaño en la base y deben ser aseguradas con cuñas (piedras pequeñas), en las siguientes filas superiores se colocarán las piedras de menor tamaño e intercaladas para evitar su caída.





b. Cercos de piedra, hilera doble

Son cercos de mayor estabilidad y seguros, se requiere mayor cantidad de material y tiempo para su construcción. Permite levantar muros de hasta 1.50 m. de altura, colocando en la base dos filas de piedra grande sobre la cual se dispondrán las filas superiores, se colocan piedras pequeñas entre las filas paralelas entrecruzadas (amarrando) en dos filas, lo que asegura que el muro tenga mayor estabilidad y permanencia en el tiempo. Se recomienda hacer mantenimiento esporádicamente.

2. Cercos de tierra. Son utilizados en las zonas donde no hay piedras. La tierra es un material existente en todos los predios, debe tener características similares a las que se utilizan en la elaboración de los adobes, es decir, hay que prepararla con paja, estiércol y agua. Existen dos tipos de cercos:

a. Cercos de tierra tapial

Consiste en preparar un mortero similar para la elaboración de adobes. Se inicia con la colocación de un cajón entablado con las siguientes dimensiones: 0.40 metros de ancho x 0.50 metros de alto x 1.5 a 2 metros de largo. A este cajón se le agrega el mortero, se deja por espacios de 4 a 6 horas para un adecuado fraguado, quedando como un adobe gigante. Se va construyendo consecutivamente hasta concluir una fila. Posteriormente a esta, se coloca la siguiente fila, hasta llegar a una altura de 1.5 metros. Se utiliza preferentemente en zonas medias y bajas para proteger cultivos.



b. Cercos con bloques de tierra (champas)

Consiste en humedecer el suelo y sacar terrones (champas) de 0.40 x 0.40 metros del suelo con la ayuda de una pala o chaquitaclla. Las "champas" se van colocando en dos filas por el área a cercar, en forma continua se colocan las siguientes filas hasta llegar a la altura de 1.20 metros. Las "champas" se colocan entrecruzadas entre fila y fila, lo que garantizará la buena estabilidad y duración en el tiempo.

3. Cercos con materiales adquiridos. Son cercos de alta seguridad y resguardo, evitan totalmente la huida de los animales y el ingreso de otros, su instalación se basa en el uso de mallas ganaderas de 9-10 hilos; en caso de utilizar mallas de 6 hilos, se coloca en la parte superior dos filas de alambre de púa, a una distancia de 15 a 20 cm. Estos tipos de cercos son instalados en zonas donde existen pastos de buena calidad y bofedales, donde ocurre alta presión de animales durante el pastoreo. Además, se justifica el alto costo de la construcción por su utilidad como ahijaderos, destete de crías, pastoreo de machos en época de empadre y cuarentena. Como soporte se utilizan postes de eucalipto, postes de fierro corrugado, postes de fierro laminado "T" y ángulos "L".

a. Cercos de alambre liso, púas o mixto

Se recomienda su instalación en pastizales de césped, pajonal, tolar y canllar, de calidad media y pastizales poco palatables. El cerco de alambre es económico y muy utilizado en la división de canchas de pastoreo y linderos. Para plantar los postes los hoyos deben ser de 20 cm de diámetro por 50 cm de profundidad, el distanciamiento adecuado es de 7 metros. Las esquinas deberán tener un hoyo de





40 cm de diámetro, por 60 - 70 cm de profundidad, bien empotrados con concreto y fijado con un poste de soporte colocado diagonalmente. Son la base para un buen tensado de las filas de los alambres. Los postes de rollizos de eucalipto son de 4" de grosor, por 2 metros de largo y "curados" con brea (el extremo que va enterrado).

b. Cercos con malla ganadera

Estas construcciones se realizan de acuerdo a la disponibilidad del recurso económico, son cercos costosos, pero con una excelente eficiencia. El productor puede escoger lo necesario según la seguridad que requiera y los recursos económicos de los que disponga. Para la instalación y protección de una hectárea de pastizales se necesitan los siguientes materiales:

- 4 rollos de malla ganadera de 6 hilos de 100 metros. (altura de la malla 0.90 metros).
- 2 rollos de alambre de 500 metros.
- 3 kilos de grapas de 1.5 pulgadas si es con rollizo, si es poste de fierro, usar con ganchos.
- 60 postes de eucalipto de 4 pulgadas de diámetro, por 2 metros de largo; e igual número de postes de fierro (distancia de 7 metros).
- 1 bolsa de cemento para preparar la mezcla que se utilizará en las zapatas (bases) de las esquinas.
- 3 bloques de brea de 14 kilos, utilizado en las bases de los postes de eucalipto.
- 1 tensador de cadena tipo rana o de barra de 8 hilos.
- Sogas para el tensador.



3.2 Abonamiento de pasturas naturales

Es la incorporación de materia orgánica a las pasturas naturales, mediante la distribución uniforme del guano de los dormitorios de alpacas, ovinos y vacunos. Con el abonamiento se realizan dos acciones que favorecen la recuperación de las pasturas naturales: (i) devolver los nutrientes orgánicos al suelo, considerando que los suelos altoandinos son pobres en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos; (ii) desarrollar la práctica de revegetar (poblar) las áreas de suelo desnudo, con la germinación de las semillas de pastos palatables que se encuentran en el estiércol.

De esta manera, los animales devuelven nutrientes (elementos) al suelo en forma de estiércol que tiene una composición de 73% de nitrógeno, 88% de fósforo, 80% de potasio y 86% de calcio. La proporción de estas cantidades nos demuestra la importancia que tiene el estiércol como fertilizante natural y la necesidad de que se incorpore a las pasturas directamente por los animales en pastoreo, o por accionar del productor.

COMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL DE DISTINTOS ANIMALES										
CLAVE	C.E. mm	pH	M.O. %	N %	P O 5	K2 O %	Ca O %	MgO %	Hd %	C/N %
Estiércol de alpaca	1,65	7,96	71,33	1,98	1,09	2,07	5,29	1,92	8,45	20,59
Estiércol de cuy	4,90	7,77	84,25	1,90	0,98	2,51	1,18	0,50	8,75	25,71
Estiércol de ovino	9,80	8,11	68,42	1,54	1,41	2,93	4,73	2,21	8,12	25,71
Estiércol de vacuno	6,30	7,60	75,00	0,90	0,81	4,30	3,89	0,51		18,00

Fuente: Ing. Ciria Noli H. E. E. Santa Ana Huancayo. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA, 2007.

Recomendaciones para realizar el abonamiento:

- Facilitar el traslado del estiércol mediante el uso de carretillas, mantas, sacos de polietileno.
- De preferencia, el guano debe provenir de estercoleros y dormitorios que sean antiguos, donde el guano se encuentra casi mineralizado y se reconoce por el agradable olor a tierra fresca.
- Aplicar el guano en áreas adyacentes a los canales de riego para favorecer la rápida descomposición, traslado, liberación de nutrientes y la germinación de las semillas que se encuentran en el guano.
- La aplicación del guano debe darse principalmente a las áreas con escasa vegetación, con mayor incidencia en el suelo desnudo, que debe ser removido con un pico para que la incorporación y penetración posterior de éste, sea efectiva.
- La práctica de abonamiento se debe realizar en épocas cercanas a las lluvias, para facilitar la descomposición del guano e infiltración de los nutrientes con la humedad proveniente de las precipitaciones pluviales.
- Utilizar dormitorios portátiles para alpacas, llamas y ovinos, los que se rotarán de semana en semana realizando el abonamiento adecuado y uniforme con las deyecciones (estiércol y orinas) de los animales.



3.3 Rotación de dormideros portátiles

En algunas comunidades alpaqueras se realiza el abonamiento de las praderas naturales con los propios animales (alpacas, llamas y ovinos) a través de la práctica de dormideros portátiles. Consiste en implementar dormideros con materiales de fácil manejo y traslado que se van rotando cada semana. Durante su estadía incorporan el estiércol y orinas al suelo; el estiércol acumulado es de una capa considerable de 1cm y distribuido uniformemente al suelo mediante la acción mecánica de las pezuñas de los animales, principalmente de los ovinos.

La rotación de los dormideros dependerá de la cantidad de animales ya sea de alpacas, llamas u ovinos. A mayor número de animales, mayor será la acumulación de estiércol por día.



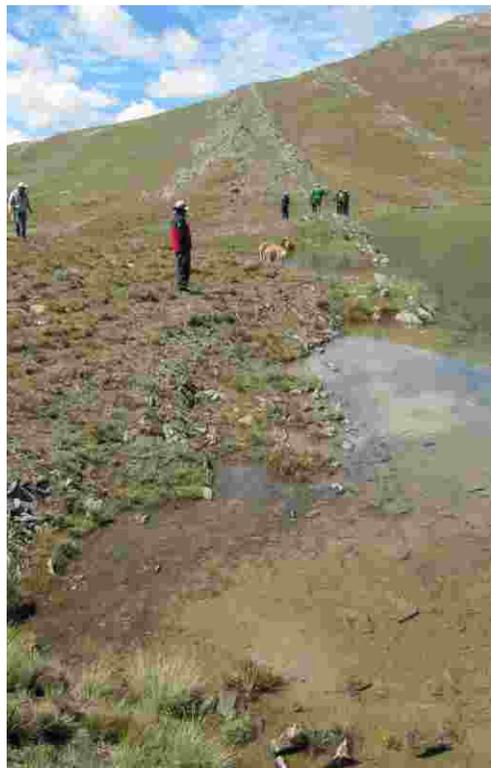
Capítulo 4

MANEJO EFICIENTE DEL AGUA
Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático

Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático

El agua en el sector altoandino es de vital importancia dada las características productivas de los pastos naturales, pues su desarrollo depende del adecuado riego y manejo del recurso disponible, principalmente en la época seca. Es por ello que para mejorar el manejo y distribución del agua superficial, y para recargar los acuíferos o lagunas subterráneas manteniendo los manantes naturales (puquios), se han desarrollado técnicas adecuadas para estos propósitos y que han sido validadas por los productores mediante su aplicación en los últimos años.

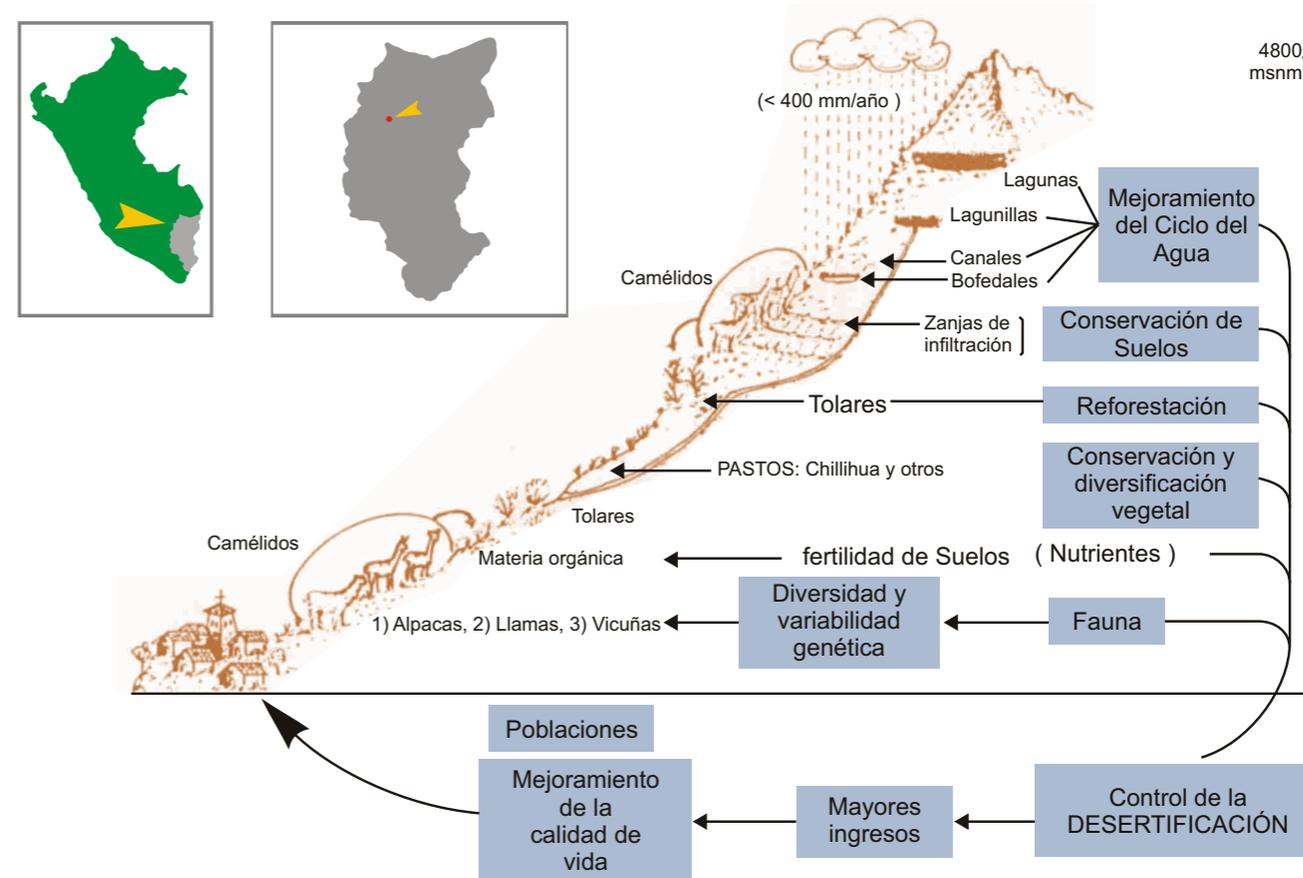


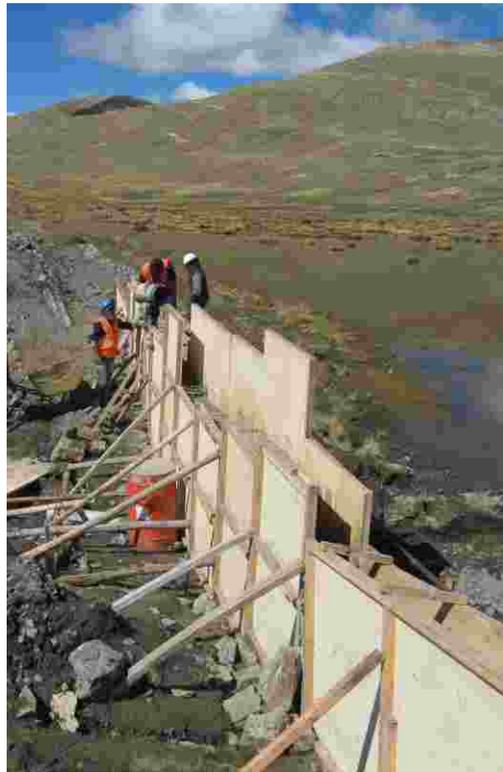


4.1 El ciclo del agua

El agua es el elemento más importante para el poblador altoandino, la producción de camélidos sudamericanos domésticos y para la conservación de los pastos naturales (la fauna y flora en general); de aquí la necesidad de mantener adecuadamente la relación entre los recursos agua, suelo y vegetación. De esta manera, logramos beneficios ambientales y económicos que son apreciados en el incremento de la cantidad y calidad de los rebaños. El agua en el mundo se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera. El proceso continuo de circulación del agua entre los reservorios principales es lo que denominamos el ciclo del agua o ciclo hidrológico. Constantemente el agua se limpia y se renueva trabajando en equipo con el sol, la tierra y el aire, para mantener el equilibrio en la naturaleza.

En los continentes, el agua se almacena temporalmente en los lagos, ríos y en el subsuelo; nos referimos a estas fuentes como aguas superficiales y aguas subterráneas. El sol calienta el agua superficial de la tierra, produciendo la evaporación que la convierte en gas. Este vapor de agua se eleva hacia la atmósfera donde se enfría, produciéndose la condensación. Así se forman las nubes, las que por enfriamiento regresan el agua a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. La lluvia es la precipitación más usual en la región altoandina, zona de producción de los camélidos sudamericanos.





3. Selección y ubicación del lugar

Para la ubicación de la microrrepresa debemos tener siempre presente que ésta debe almacenar la mayor cantidad de agua y el dique debe ser lo más angosto posible, para así obtener el máximo beneficio con el menor costo. Además, se debe tener en cuenta:

- Que el sector tenga características para un buen almacenamiento, es decir, sea una laguna natural antigua o una depresión de suelo con poca escorrentía, de topografía suave y área extensa.
- Que el área donde cerraremos la salida, desfogue o escorrentía superficial del agua, sea lo más corta posible reduciendo el costo y facilitando la técnica de construcción del dique de tierra. Mientras más corta sea, se utilizará menos material, se realizará una buena compactación y garantizaremos la eficiencia del represamiento (solidez y duración).
- Que la pendiente del escurrimiento superficial no sea excesiva. Si el cauce es casi plano (pendiente de 0 a 2%), es mucho mejor, pues favorece la conservación del dique y cuando se presentan las lluvias y ocurren las avenidas estas no golpeen con fuerza el muro de tierra.
- Es necesario que se tenga una cantidad regular y permanente de agua, pero a veces cuando se construye en bofedales, que son áreas muy apreciadas para la crianza de alpacas, se pierde esta área de buenos pastizales. Por ello, es más conveniente desarrollar la propuesta constructiva en un sector medianamente seco y derivar el agua permanente a través de un canal de conducción.
- Que se tenga el material necesario y disponible para levantar el muro, es decir, tiene que haber tierra arcillosa o gredosa, principalmente para la construcción de la estructura central o núcleo y que se encuentre lo más cerca posible de la obra.





4. Determinación de la capacidad de almacenamiento

Para conocer bien el trabajo a desarrollar (el proceso constructivo), se debe determinar el volumen de almacenamiento y la cantidad de tierra arcillosa necesaria para la construcción del dique. A partir de este punto se conocerá el tiempo que demora la construcción, los gastos y la compra de materiales (tubería de salida, cemento y válvula). Para ello es necesario realizar las siguientes actividades previas:

- Levantamiento topográfico del área del dique y área del embalse, utilizando teodolito, nivel de ingeniero, eclímetro o wincha y jalón.
- Reconocimiento de la cantidad de agua que ingresa al área embalsable, principalmente en el periodo de lluvias. Esta medición es necesaria para definir bien la instalación, las dimensiones de la tubería y válvula, la construcción del aliviadero y las dimensiones del dique (a mayor pendiente de bajada del agua significa mayor grosor del muro).

CRITERIOS PARA UN BUEN DISEÑO DEL DIQUE

Eje del dique. Debe ubicarse en la parte más angosta de la salida del agua y en el sitio de menor pendiente (0 a 2%).

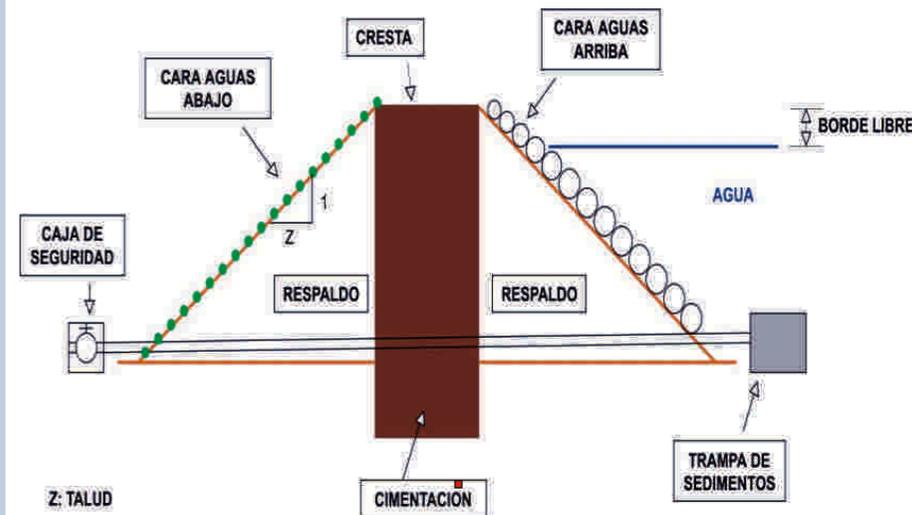
Cimentación. Debe excavarse por lo menos 50 cm. como mínimo o hasta encontrar suelo firme. Debe tener un ancho de 4 m. en toda la longitud del dique.

Cresta. Ancho superior del dique. Tendrá el mismo ancho de la cimentación.

Cara aguas arriba o espaldón interno. Talud inclinado 2:1, el cual es cubierto con piedra plana para evitar la erosión del agua, producto del oleaje.

Cara aguas abajo o espaldón externo. Talud inclinado 2:1, el cual será protegido con cobertura vegetal (gramíneas de la zona).

Aliviadero. Canal de rebose o vertedero de demasías que estará a 50 centímetros por debajo del nivel de la cresta y cuyo ancho dependerá del volumen máximo de aguas que ingresa a la microrrepresa en el periodo de lluvias.





5. Construcción del dique

a. Medición y trazos para la construcción

Se marca el lugar donde se levantará el dique.

Generalmente el ancho del dique varía entre 10 a 20 metros.



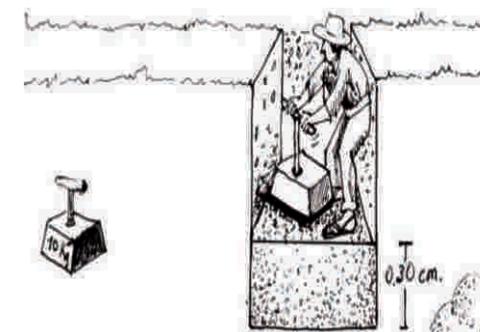
b. Limpieza del terreno

Es la limpieza del área donde se construirá el muro de tierra. Esta labor se realiza con lampa y pico, sacando toda la cubierta vegetal (pasto seco, verde, piedras y materia orgánica), dejando el suelo limpio, para luego hacer nuevamente y de manera precisa la marcación de los tres sectores en los que se divide el muro: un núcleo y dos taludes en ambos lados.

c. Excavación de la zanja de cimentación

Se procede a la apertura de la zanja de cimentación en el área seleccionada como núcleo. La profundidad debe ser de 50 centímetros o hasta encontrar suelo firme, de acuerdo a las características del terreno. El largo debe extenderse principalmente sobre el eje del dique y el ancho recomendado es de 4 metros.

Esta zanja es rellena con tierra arcillosa y compactada en capas de 20-30 centímetros, utilizando pisones de cemento o una compactadora mecánica.



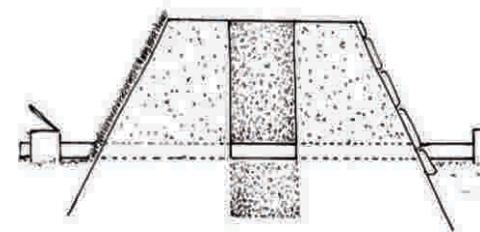
Relleno y compactación del núcleo central

d. Instalación de la tubería para salida del agua almacenada

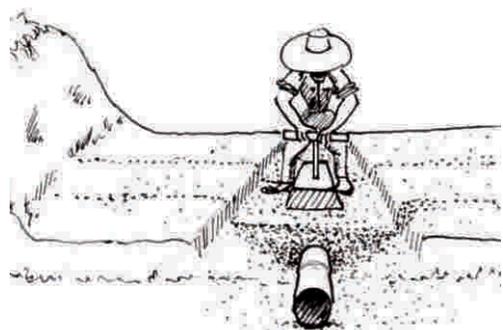
Antes de proceder al relleno y compactación total del dique, es necesario colocar la tubería de salida del agua. Esta se colocará en forma transversal (dirección opuesta al eje principal del dique), tomando las siguientes previsiones:

- Terminado el relleno de la cimentación, se procede a colocar la tubería con una pendiente del 3% para que pueda tener efecto de presión en la salida y se evacue el agua con mayor rapidez. Es necesario remarcar que la tubería se colocará en la parte más profunda del cauce principal (lecho de fondo).

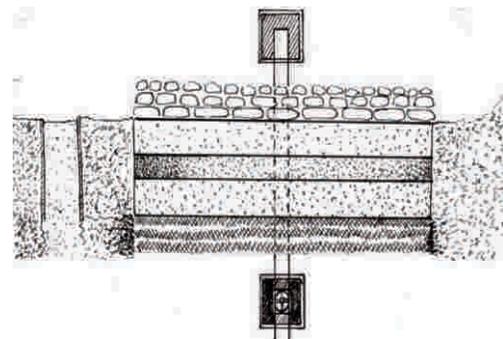
- La extensión del conducto de salida dependerá del grosor o ancho del dique. Se asegurará colocando un borde de piedra grande, a ambos lados del tubo, aproximadamente unos 5 centímetros. Luego se deben rellenar los espacios vacíos con arcilla previamente tamizada y compactada, la cual superará la altura



Colocación de tubería en el fondo de cauce



Colocación de tubería en el fondo de cauce



Alineación de la tubería con respecto a las cajas

del tubo en unos 5 centímetros. Finalmente, se colocará un techo de piedra sobre la superficie.

- Terminada la protección del tubo, se procede a la aplicación de una cubierta de cemento ligero, estabilizando y protegiendo el conducto, lo que permitirá que durante la compactación del dique no se produzcan daños por los golpes y por el propio peso sobre la tubería.

- A partir de los extremos finales de construcción en el ancho del dique, tomaremos un metro libre de tubería para la colocación de la válvula de salida en el talud externo y la trampa de sedimentos en el talud interno.
- La dimensión de la tubería está relacionada con la dimensión de la válvula, y estará acorde con la capacidad de almacenamiento de la microrrepresa para facilitar una evacuación oportuna del agua excedente.

e. Construcción del dique de tierra

Para la construcción del dique es indispensable contar con abundante tierra arcillosa. Esta tierra endurece con el tiempo y evita que el dique pierda agua por sus paredes. Este material deberá estar libre de toda materia orgánica (raíces, champa, restos de vegetación o estiércol), y piedras mayores a 2 centímetros, se debe tamizar o zarandear.

- El núcleo es la estructura que tendrá especial cuidado en su construcción, para ello debemos disponer del mejor material (arcilla o greda) para la compactación. El núcleo se rellena y compacta en capas de 30 centímetros.
- A medida que levantamos el núcleo central, también vamos levantando los taludes o espaldones, a ambos lados del núcleo, relleno y compactando en capas de 20 - 30 centímetros.
- Es importante tener siempre control de la humedad en el material de relleno. En el caso que éste se encuentre seco, es necesario aplicarle o esparcir agua a las capas de tierra antes de ser compactada.
- De la compactación depende la calidad y duración de nuestro dique. Por ello, es necesario realizar seriamente el proceso de relleno y compactación para eliminar la porosidad, evitar filtraciones y el colapso de la estructura cuando se esté almacenando agua.



Tierra arcillosa apropiada para la construcción del dique

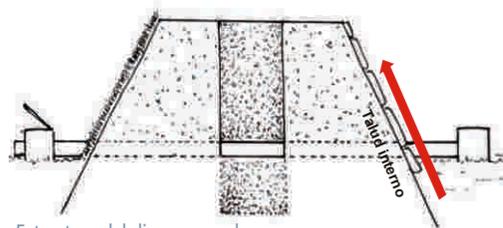
Colocación de tierra por capas



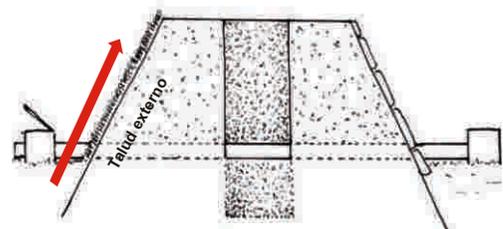
Capas de 30 cm.

Compactando la tierra con pisón manual

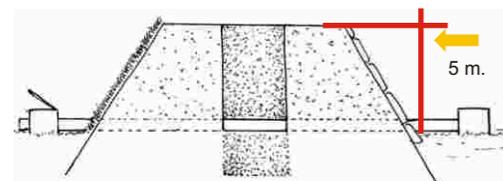
Compactación con pisón



Estructura del dique, cara al agua



Estructura del dique, talud externo



Relación de dimensiones de taludes y altura de dique

El diseño de los taludes será de corte inclinado para evitar la caída o derrumbe del material por la altura y la pendiente que toma la construcción del dique. Además, los taludes son determinantes por lo siguiente:

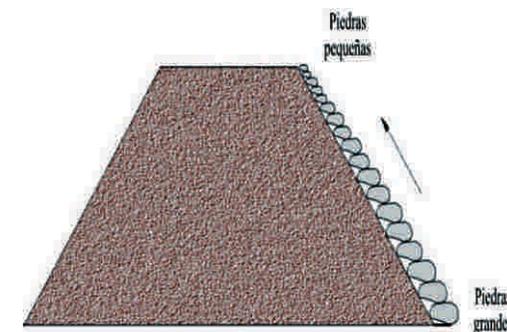
- El **espaldón o talud interno**, permite estabilizar la presión del agua contra la pared del núcleo. La inclinación se logra en el proceso de construcción: por cada un metro de altura se corre dos metros de base, con respecto al borde del núcleo central.
- La **inclinación del espaldón o talud externo**, aparte de evitar el derrumbe del material por procesos erosivos, permite darle soporte al núcleo central para que equipare fuerza con la presión del agua almacenada. La inclinación se logra en la construcción: por cada un metro de altura se corre 1.5 a 2 metros de base, con respecto al borde del núcleo central (inclinación 1: 1.5 ó 1:2).

- La **altura máxima**, es de cinco metros. Esta consideración se debe básicamente a la experiencia del trabajo desarrollado, tomando como criterios: la duración y simplicidad del proceso constructivo, los niveles expuestos en las lagunas naturales, la replicabilidad y la disminución de los costos.

f. Protección de los taludes del dique

El lado en contacto con el agua almacenada (espaldón interno) debe ser cubierto con piedra (empedrado), con el objeto de evitar daños causados por el oleaje (vientos sobre el espejo de agua).

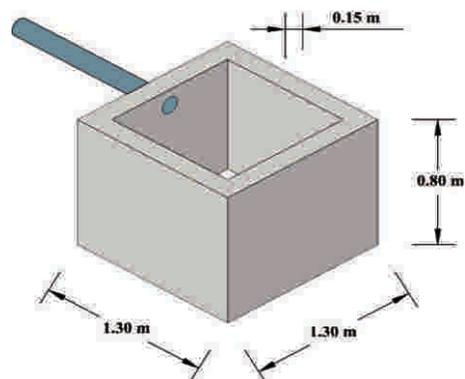
La colocación de las piedras se hará de abajo hacia arriba disminuyendo el tamaño a medida que se avanza (sube); es decir, las piedras más grandes (30 ó 40 centímetros.) estarán en la parte inferior de la cara, y a medida que las piedras se van colocando hacia arriba, el tamaño irá disminuyendo (10 ó 15 centímetros a la altura de la cresta).



Forma de protección de la cara al agua o espaldón interno



El lado opuesto al agua (espaldón externo) deberá ser cubierto con gramíneas perennes que sirvan de protección contra la erosión por efecto de las lluvias y el viento. Estas gramíneas serán extraídas de algún lugar cercano en bloques de 40 centímetros por lado (champa de chilligua) y colocadas una al lado de la otra hasta cubrir la cara expuesta.

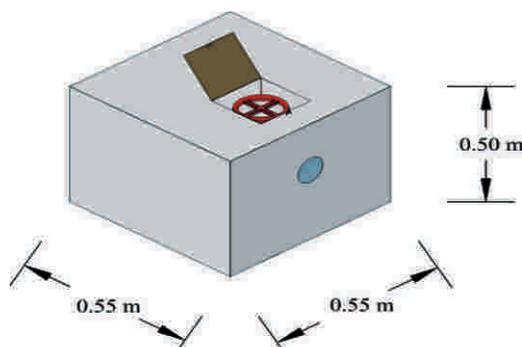


Modelo de trampa de sedimentos

g. Construcción de la trampa de sedimentos

Esta estructura evita que piedras o tierra arrastrada por la corriente de agua dañen o tapen el conducto de salida. Se ubica dentro del embalse, a un metro de distancia del espaldón interno, a nivel de la tubería de salida del agua (ras de suelo). Para evitar un ingreso directo de los sedimentos a la trampa, esta se construirá con un borde de 20 centímetros con respecto al ras de suelo.

La trampa tiene dimensiones de 1 metro de ancho x 1 metro de largo y 0.80 centímetros de altura (en su interior), las paredes tendrán un espesor de 15 centímetros. Su construcción se realizará usando concreto simple (dosificación de 1:6 en volumen).



Modelo caja de seguridad de válvula

h. Construcción de la caja de válvula

En su construcción debe utilizarse concreto armado. Es importante que las dimensiones de la caja permitan fácilmente la manipulación del timón de apertura y cierre de la válvula y que la tapa de seguridad quede a 7 centímetros por encima del piñón rotor (en el caso de válvulas con timón). La caja evita la manipulación de la válvula por personas ajenas al sistema de regulación. Es usualmente cuadrada, tiene una tapa metálica, la cual presenta un dispositivo de seguridad para la colocación de un candado.

i. Construcción del aliviadero

Es la estructura que permitirá eliminar los excedentes de agua que se capta en la microrrepresa durante la época de lluvias. Evita que los fuertes ingresos de agua llenen totalmente la estructura y provoquen su colapso.

El aliviadero se construye en uno de los extremos del dique, de preferencia en el lado que tenga menos pendiente con respecto a su encauzamiento, para evitar la erosión del suelo y disminuir los gastos en su impermeabilización. Las dimensiones del aliviadero son variables y están relacionadas a los ingresos de agua durante la época de lluvias. Por lo general tiene un ancho no menor a los 2.5 metros y una profundidad de 50 a 70 centímetros.

Para su construcción se utiliza concreto simple en sus bordes evitando así la erosión del corte hecho en el muro del dique. Para protección del fondo se utiliza un empedrado y revoque con mortero de cemento.

6. Recomendaciones prácticas de operación y mantenimiento

- Después de finalizar la construcción del dique de tierra, es necesaria la aplicación en forma regular de agua en la parte superior y apisonar. Esto permitirá la compactación, asentamiento y corrección de errores dándole mayor solidez y endurecimiento rápido a la tierra compactada.
- Se recomienda mantener abierta la válvula durante los primeros meses de la temporada de lluvias para apoyar la descarga de excedentes y luego cerrarla para que el embalse se llene completamente 15 días antes de la finalización del período de lluvias. De igual manera, debe tenerse un control permanente de la válvula para evitar cualquier percance (manipulaciones por personas ajenas).





- Es importante que durante el primer año, la microrrepresa sea llenada solamente hasta el 50% de su capacidad. De esta manera estaremos previniendo cualquier filtración o desborde en su estructura durante el reacomode natural que se pueda presentar por los asentamientos en la parte superior, algunas veces por debajo del nivel de descarga del aliviadero.
- Se sugiere que para la selección de la válvula, se tenga presente principalmente la pendiente del vaso, la cantidad de agua almacenada y el área bajo riego. La válvula ayudará a evacuar excedentes de agua paralelamente con el aliviadero, evitando el desborde y posterior colapso de la estructura. Por tanto, pueden ser válvulas de 6" o de 8" de diámetro.
- Luego de utilizarse toda el agua almacenada, debe realizarse la limpieza de la trampa de sedimentos. De la misma forma se debe revisar el empedrado en el talud interno y rellenarse los espacios que hayan sido erosionados.
- Para el caso de microrrepresas construidas en lugares secos, es recomendable traer agua de otras zonas a través de un canal, para reforzar la recarga del volumen embalsado que disminuirá paulatinamente por efecto de la evaporación y la infiltración.
- Terminada la construcción es recomendable organizar a los productores que harán uso del agua almacenada, para que realicen la distribución del riego en forma programada, evitando que el propietario del terreno donde se ubica la microrrepresa sea el único beneficiario directo.
- Se recomienda que el material a utilizar en el relleno provenga del vaso interior, evitando en todo momento alterar el paisaje natural; esto permitirá de paso incrementar la capacidad del embalse. La zona de donde se extrajo el material será cubierta por el agua embalsada sin tener impactos negativos en el paisaje natural.

4.3 Construcción de reservorios impermeabilizados con geomembrana

1. Reservorios de agua con geomembrana

Son estructuras de almacenamiento de agua que se construyen excavando un pozo en el suelo. Se ubican principalmente en zonas altas de laderas de los diferentes predios, el agua acumulada es distribuida a través de canales de tierra, tuberías o mangueras al área de riego.

2. Importancia de los reservorios

Su importancia radica en garantizar el almacenamiento de agua, de acuerdo al aforo que sale de los ojos o manantes para regar los pastos naturales o pastos cultivados durante el día; mediante esta acción se acelera e incrementa la producción de pasturas. Para un buen funcionamiento del reservorio se debe realizar el uso y manejo adecuado de la infraestructura (mantenimiento y limpieza periódica), procurando que siempre esté lleno de agua durante el día para evitar que se deteriore la manta de geomembrana. Estos cuidados garantizan su durabilidad.

3. Proceso de construcción de reservorio con geomembrana

Se inicia con la identificación de la fuente de agua, como son ojo de agua, manante, puquio de agua donde fluye de manera permanente y que generalmente se encuentra regando el bofedal. Es muy común encontrar estas fuentes de agua en el ámbito de la crianza de alpacas.





Seguidamente, se realiza el aforo de la cantidad de agua que fluye del ojo de agua o manante. El aforo se determina a partir del resultado de la medición efectuado con una jarra de plástico transparente milimetrada de 2 litros; se mide en litros por segundo. Se recomienda como mínimo una capacidad de 1/2 litro por segundo para llenar en una noche el reservorio de geomembrana.



Medición y trazo para la excavación del pozo. Se realiza de acuerdo al plano, debe considerar las siguientes medidas: 7 metros de largo x 4 metros de ancho x 1.50 metros de profundidad, que permitirá el almacenamiento de 30 m³. Esta medición se realiza según la cantidad de agua disponible (aforo) del manante de agua.

Realizar la excavación del pozo, considerando que las paredes deberán tener una pendiente o inclinación de 45° a 60° aproximadamente, para evitar derrumbes o desmoronamiento de las paredes por efecto de las filtraciones o humedecimiento del suelo en la temporada de lluvias.



Se procede a instalar la tubería de salida de agua y la tubería de limpieza del pozo con sus respectivas llaves de control, se añadirá a la tubería de salida de agua el filtro correspondiente colocado al interior del pozo.





Acabado de las paredes del pozo, se realizará con tierra arcillosa y con mucho cuidado, procurando que tenga un acabado liso sin aristas, que puedan perforar la manta de geomembrana y provoque la fuga de agua reduciendo la vida útil del reservorio.



Colocado de la geomembrana, esta manta viene de acuerdo a las medidas del pozo. Su extendido y amoldamiento se realiza para impermeabilizar las paredes del pozo y evitar filtraciones. Los bordes (aleros) del reservorio se deben proteger con terrones de tierra y champas, para evitar el deterioro de la manta de geomembrana por efecto de la intensidad de la radiación solar que llega directamente al suelo durante el día.

Se colocan los tubos y las válvulas de control o llave de paso de agua, estos se unen con cinta teflón y pegamento de PVC. Se deberán enterrar o proteger los tubos para evitar rupturas por estar expuestos al medio ambiente (radiación solar, heladas).



Se recomienda construir una caja desarenadora de agua para evitar el ingreso de sedimentos al reservorio, reduciendo los mantenimientos y prolongando su vida útil.





Se recomienda proteger el reservorio con la instalación de un cerco con palos de eucalipto de 1.80 metros de altura y 5 filas de alambre de púa, así se evitará el ingreso y caídas accidentales de animales y personas al pozo.



El reservorio tiene un volumen de 30 m³ de agua disponible que puede utilizarse en ½ ha de pastos cultivados bajo riego presurizado. Si el manante (aforo) garantiza un volumen mayor (caudal), se podrá utilizar para irrigar una hectárea de pastos cultivados.

Cultivo de avena forrajera instalado a 4,350 metros de altitud con sistema de riego presurizado, e irrigado con agua almacenada en reservorio (impermeabilizado con geomembrana).

Cultivo con riego presurizado en el Centro de Reserva Genética Charcahuallata - Antauta.

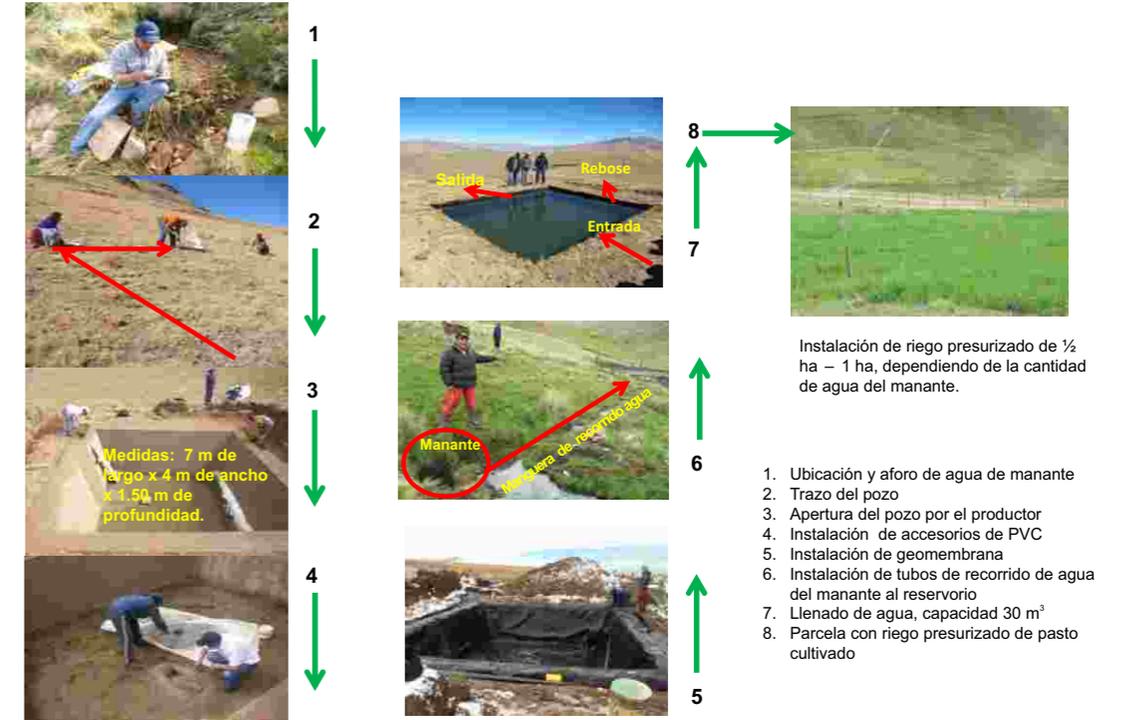
4.4 Tomas de captación de agua

¿Qué son las tomas de captación de agua?

Son estructuras que sirven para captar y desviar el agua del cauce de una fuente superficial (río, riachuelo, laguna, etc.) a través de los canales de derivación, a un suelo donde se desee disponer de agua para irrigar los pastizales o cultivos.



desco Proceso de construcción de reservorio de 30 m³ de agua para riego de pastos cultivados





Tipos de tomas de captación

- Tomas rústicas. Son estructuras que se construyen utilizando materiales rústicos, generalmente de la zona, logrando de este modo desviar o atajar una parte del caudal del agua hacia el canal principal. Normalmente estas construcciones rústicas deben ser reconstruidas anualmente, pues el caudal del agua las destruye sistemáticamente, no teniendo un punto fijo de ubicación debido a los cambios en el cauce y caudal durante el periodo de lluvias. Las más comunes son las que se construyen empleando las denominadas "champas" y "piedras" que vienen a ser porciones rectangulares de tamaño variable de tierra y pasto. Estas se colocan en hilera perpendicular a la dirección de la escorrentía superficial, permitiendo de esta manera la desviación del agua.
- Tomas estables o fijas. Son estructuras construidas de material sólido y de mayor costo que se emplazan en el cauce de un río, asegurando una alimentación de agua más regular. Constan de un barraje o azud de concreto ubicado transversalmente al flujo del agua para elevar su nivel y captarla convenientemente. Cuentan, además, con estructuras de aducción, regulación y de limpieza o mantenimiento de la bocatoma.

Partes de una toma de captación

- **El barraje.** Es la estructura que represa el río elevando el nivel del agua para permitir su captación y desviación, cruzando todo el cauce o parte de él. Se constituye utilizando concreto ciclópeo, concreto armado, piedra emboquillada, mampostería de piedra, entre otros. El barraje puede ser fijo, móvil o mixto.
- **Aducción y bocal.** Estructura ubicada aguas arriba a continuación del barraje. El inicio se encuentra en el extremo del vertedero de ingreso.
- **Sistema de regulación.** Es la estructura que regula el ingreso del caudal de agua, generalmente las compuertas son mecánicas, existiendo también las automáticas.
- **Compuerta de limpieza.** Se puede contar con esta estructura, dependiendo del volumen de agua a captar en el río. Generalmente esta obra controla el ingreso de material de arrastre y desvía el agua durante el mantenimiento de la bocatoma.
- **Obras complementarias.** Por lo general, se construyen a continuación de la toma propiamente dicha o forman parte de esta. Estas obras pueden ser desarenadores o vertederos.





4.5 Construcción de canales rústicos de tierra

Son infraestructuras que permiten la conducción, infiltración y distribución de agua en las praderas naturales y en pastos cultivados. Estos canales se inician en un punto de captación de una fuente de agua, como son: manantes, drenes de bofedales, escorrentías, riachuelos, ríos, entre otras. Los canales rústicos de tierra tienen la función de conducción de agua, además permiten la infiltración, pues durante su recorrido humedecen el suelo y las raíces de la cobertura vegetal. Se construyen transversalmente a la pendiente dominante del terreno, con una pendiente no mayor al 1% para evitar la erosión del suelo. Si estamos sobre terreno muy pedregoso, la pendiente debe ser un poco mayor para evitar la pérdida de agua por infiltración en el fondo del canal. En caso de realizar un canal en terreno pedregoso, se recomienda sellar las grietas con arcilla o echar el estiércol de los animales, que al infiltrarse sellará las grietas.

El riego de praderas naturales se realiza a través de canales rústicos de tierra, donde el agua discurre lentamente por acción de la gravedad y la pendiente del terreno. El riego de los pastos naturales se debe realizar a lo largo de todo el año, y principalmente en la época seca se debe ser más eficiente en su uso. Durante la temporada de lluvias es necesario que la infiltración del agua en el suelo sea efectiva, aprovechando al máximo las escorrentías superficiales, evitando que erosionen los suelos y bordes de ríos y se pierda el caudal aguas abajo.

Recomendaciones durante el riego:

- El riego debe realizarse en horas de la mañana y máximo hasta el mediodía, para que el manejo sea eficiente y el enfriamiento de la noche no provoque que los pastos que están germinando sean removidos por acción del congelamiento (heladas). Principalmente en tiempo de invierno.
- Los canales deben ser supervisados en todo momento para que el agua discurra lentamente, provocando una adecuada infiltración al suelo. Debe verificarse que la distribución sobre el terreno sea homogénea y sin provocar erosión en el suelo.
- En la apertura de los canales, se debe considerar el volumen de agua que circulará, lo que ayudará a determinar el ancho del canal con la pendiente adecuada. Los canales deberán tener una pendiente máxima de 1% (en 100 metros lineales deberá tener la pendiente de 1 metro).
- Las dimensiones más recomendables para riego de pastos naturales en laderas son: 30 cm de ancho x 30 cm de profundidad.

Procedimientos para la construcción de los canales de riego

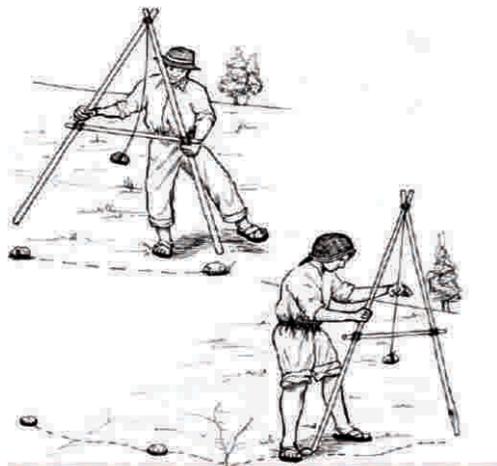
El trazo se debe realizar desde la fuente de agua, trazando en el suelo el recorrido de la línea a nivel, haciendo marcas (hoyos y trazo directo en tierra) para su posterior excavación. Para facilitar el trazo y recorrido del canal, se utiliza el nivel en "A", de fácil elaboración y manejo. El mantenimiento de los canales rústicos de tierra será anual, antes de iniciada la temporada de lluvias.





Construcción del nivel "A" o nivel cholo

Consiste en unir tres cintas o palos de madera, las dos cintas más largas se colocan a los lados de su contorno, deben medir dos metros. La cinta que cruza horizontalmente debe estar ubicada a un metro contando de la base hacia arriba. Desde el pico del triángulo, debe colgar una piedra o plomo a través de una pita que debe llegar un poco más abajo del palo horizontal. Durante su uso, la piedra deberá estar siempre nivelada y coincidir con una marca situada justo a la mitad de la tabla horizontal. Este instrumento debe ir girando hacia un solo lado sobre cada una de sus patas.



Construcción del canal rústico de tierra

Se inicia el trazado con la ayuda del nivel en "A", buscando una pendiente de 1% y cercana al 0%, lo que permite un lento escurrimiento del agua y evita la erosión del suelo.

Una vez trazada la línea, se procede a la excavación del canal utilizando una lampa y pico. Se abre la zanja a lo largo del trazo, las dimensiones dependerán de la cantidad de agua que discurrirá por el canal.

El material excavado del canal se coloca en la margen inferior dándole con ello mayor resistencia y permitiendo el incremento de la profundidad, tener en cuenta este aspecto al momento de determinar la profundidad efectiva del canal.

4.6 Zanjas de infiltración

Son pequeños canales de forma rectangular o trapezoidal, que se construyen perpendicularmente a la pendiente del terreno y a nivel. Su objetivo es detener el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera producto de las lluvias y granizos, reduciendo la velocidad y permitiendo una mayor infiltración. Mediante esta práctica se aumenta la producción de la pradera y se reduce la erosión hídrica del suelo, el agua infiltrada que circula a través de canales subterráneos generalmente aflora debajo de la ladera, permitiendo la irrigación de estas áreas.

El impacto más importante radica en la regulación de los flujos de agua subterránea que fluyen a las partes intermedias y bajas de las laderas; los que se van convirtiendo en manantiales, incrementando su caudal y, en muchos casos, reapareciendo después de haberse secado. Como resultado de ello, las familias campesinas disponen de un flujo regular y permanente de agua para su consumo, el de sus animales y para el riego.



"Mayor rendimiento de la pradera, disminuye la erosión y hay un mejor aprovechamiento del agua"

Capítulo 5



Instalación de pastos cultivados
en zona alpaquera

5.1. Siembra de pastos cultivados en zona alpaquera

Los pastizales naturales (como forraje) tienen una corta época de crecimiento, desarrollo y producción. Generalmente se da en temporadas de lluvias en la que el ganado obtiene una alimentación adecuada a sus requerimientos nutricionales. Sin embargo, en la época seca y fría esta oferta forrajera desciende considerablemente. Ante esta situación tenemos que buscar especies forrajeras cultivables que se adapten al medio y que tengan características de palatabilidad, contenidos nutricionales digestibles, alto rendimiento de materia verde y seca; especies temporales que sean rústicas, es decir, que soporten los cambios bruscos del clima del altiplano, como fuertes lluvias, granizadas y heladas. Entre las especies forrajeras que cuentan con estas características tenemos al *phalaris* (permanente) y la avena forrajera (temporal).





5.2. Los pastos cultivados permanentes

El phalaris

Es una gramínea perenne, de características agresivas y de gran tamaño (mayor a 50 centímetros). Se reproduce por esquejes y requiere para su crecimiento de un terreno bien preparado porque es exigente en materia orgánica y agua, soportando las fuertes heladas. Reporta una producción de hasta 60 toneladas métricas al año en zonas de 3,800 metros de altitud. (IVITA1998). Sin embargo, se ha logrado cultivar hasta los 4,400 metros de altitud, en CEDAT - Tocra, Caylloma (**desco** 2009).

Es recomendable el pastoreo cuando las plantas tienen un tamaño de crecimiento por debajo de los 50 centímetros. Por encima de esta altura es mejor realizar el corte y la henificación. Se ha comprobado que son muy palatables para las llamas, y en menor proporción para las alpacas, debido a sus características de fibra dura.

El cultivo de *phalaris* requiere de un suelo bien roturado (profundo) y libre de malezas. Cuando las áreas son pequeñas se realiza con herramientas agrícolas manuales, de preferencia se debe efectuar la roturación con el suelo húmedo para facilitar la labor de volteado. Luego de la roturación hay que eliminar los terrones y los restos de cosecha.

Se recomienda realizar la propagación de este forraje mediante esquejes, pues es un vegetal híbrido que tiene muy pocas semillas viables. Es importante tener sumo cuidado en la extracción y preparación de esquejes, deben ser extraídos de esquejeros con plantas adultas (mayores a dos años). El esqueje debe tener un buen sistema radicular y contar con dos o más brotes vigorosos.

La plantación de esquejes se realiza en surcos o en melgas. En el caso de surcos la distancia debe ser de 40 cm. entre surcos y de 30 cm. entre esquejes. Se recomienda regar inmediatamente después de la siembra para asegurar el prendimiento.

5.3 Los pastos cultivados temporales

Avena forrajera

La avena forrajera es una gramínea anual de tallo delgado y hueco, con hojas lanceoladas estrechas de flores en forma de panoja. Tiene un alto rendimiento, alcanzando hasta 35 toneladas de materia verde por hectárea. (INIAA, proyecto TTA, cultivo y henificación de avena forrajera en puna seca, Lima. 1992) .

En terrenos con buen abono (corrales de alpacas y ovinos) se puede llegar a obtener rendimientos de hasta 50 toneladas en materia verde, influyendo mucho en este resultado la variedad de la avena. Este forraje es aprovechado por los animales si es cosechado a los cinco meses, cuando la planta se encuentra en





estado de panojamiento (algunos productores lo conocen como espigamiento) y el grano en estado lechoso, momento en el que cuenta con un alto porcentaje de proteína (17% a 21%). Además, contiene vitaminas como "E" que ayuda en la reproducción de las alpacas (fertilidad), y las vitaminas "A" y "K", así como fibra y gran cantidad de carbohidratos que sirven para que los animales tengan energía y fuerza.

Ventajas	Desventajas
La avena forrajera es una variedad precoz y resistente a la altura en sitios abrigados.	Requiere de corrales o canchones, espacios abrigados.
Se establece y desarrolla bien en corrales, protegidos y con abono.	Se debe adquirir semilla de buena calidad, del mercado.
Proporciona alto volumen forrajero, produciendo 6 veces más que los pastos nativos.	En años de sequía la producción de forrajes es baja, requiere de una precipitación anual de 350 a 500 ml.
Forraje de crecimiento alto y abundante follaje que permite el corte para su conservación en heno.	En condiciones de altura (por encima de 3,900 metros de altitud), es difícil la producción de semilla.
Su valor nutritivo contribuye a la alimentación de los animales en temporada de estiaje (agosto – noviembre).	En condiciones de escasa (sequía) y abundante agua (lluvias torrenciales), el crecimiento es de bajo tamaño afectando el rendimiento del cultivo en materia verde y seca.
Produce abundante heno que puede conservarse para periodos críticos de la alimentación (agosto - noviembre).	

Preparación del terreno

Para obtener una buena producción de avena forrajera, se debe preparar adecuadamente el terreno. Por ser zona de altura, se recomienda aprovechar los canchones, dormideros y parcelas cercanas a las cabañas, donde se puede aprovechar el estiércol que hay en el lugar, al igual que el cerco como protección de los animales, heladas y vientos.

La avena no es exigente con relación al tipo de suelo, su desarrollo es mejor en terrenos profundos, con presencia de materia orgánica y con un buen drenaje para que no se formen charcos de agua; en suelos pedregosos y poco profundos, el crecimiento de la avena es débil y en pequeños tallos.

La preparación del terreno se debe realizar en los meses de setiembre y octubre, con el fin de aprovechar las primeras lluvias. Sin embargo, se recomienda preparar el terreno después de las lluvias (abril a mayo), cuando está blando por la humedad, facilitando la aireación del suelo y la descomposición de los restos de las plantas y del estiércol.





Abonamiento

El abonamiento es importante en aquellos canchones o cercos que no lo tengan, se debe realizar el rociado de guano antes de las lluvias. Mientras que en corrales y dormideros que contienen abundante estiércol, ya no es necesario. En corrales que tienen buena cantidad de guano se pueden producir alrededor de 50 toneladas de materia verde por hectárea, mientras que en suelos con poco abonamiento sólo se producen 13 toneladas de materia verde por hectárea.

La roturación del suelo se realiza con tractor agrícola en áreas grandes, mientras que en corrales y canchones se realiza con chaquitacla. Es importante deshacer los terrones de tierra mediante el golpeado y dejar un terreno uniforme para la siembra.

Siembra de avena forrajera

Para una buena siembra se debe garantizar la calidad de semilla, es decir, certificar un 95% de poder germinativo (de 100 semillas, 95 deben germinar) y que esté limpia de impurezas (sin presencia de semilla de nabo). Se recomienda utilizar de 100 a 120 kilos de semilla de avena por hectárea. Si nuestra parcela es menor, se debe realizar el cálculo respectivo para el uso de la cantidad necesaria. Se realiza manualmente al voleo, esparciendo la semilla en forma uniforme en el campo y siguiendo la dirección de los surcos o melgas, a fin de lograr una buena población de plantas. Después del rociado de semilla, debe ser cubierta con una capa de tierra a una profundidad de 5 a 10 centímetros aproximadamente. El tapado se realiza con rastra. Dependiendo de la humedad existente en el suelo, la germinación y el estado que emerge la plántula ocurre en una a tres semanas.

La siembra de avena forrajera se realiza a inicios de la temporada de lluvias, entre noviembre y diciembre, en surcos o melgas.

Labores culturales

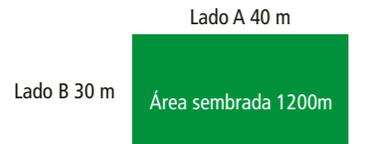
Son tareas que debe realizar el productor con la finalidad de proteger el cultivo de avena de los efectos del clima y los daños mecánicos ocasionados por los animales, que afectan el normal desarrollo vegetativo del forraje. Se recomiendan las acciones siguientes: (i) refacción de cercos y canchones donde está instalado el sembrío, se debe mantener el cercado en buenas condiciones para evitar el ingreso de animales; (ii) apertura de drenes cuando se presenta exceso de lluvias, formando charcos en los corrales, de no hacerlo se perjudica la producción del forraje.

Cosecha

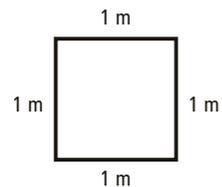
El corte se debe realizar con una segadera, uso de maquinaria agrícola con su implemento para cortar avena, también se puede utilizar las cortadoras manuales conocidas como motoguadañas, estas últimas necesitan de una mayor inversión, siendo más eficientes en el tiempo.

La avena forrajera debe cortarse cuando el forraje se encuentre con el máximo valor nutritivo, cuando el grano se encuentra en estado lechoso, lo que ayudará a obtener un heno rico en energía y proteínas. Es conveniente realizar la cosecha a los cinco meses después de sembrarla. También debemos tener presente las condiciones favorables del clima. Para lograr un buen secado de la avena, en el lugar del corte, si hay días con buena radiación solar el secado se realiza rápidamente, perdiendo humedad hasta en un 25% a 20%, para luego ser guardada.





Área parcela = lado A x lado B
 Área parcela = 40 m x 30 m
 Área parcela = 1,200 m²



Muestreo de producción de avena forrajera

Es importante determinar el rendimiento de producción de la parcela sembrada y en proceso de cosecha, con la finalidad de conocer cuánto de heno producirá y para cuántos animales alcanzará:

(i) Primero se determina el área sembrada:

Construcción del cuadrante de muestreo. Se necesita cuatro palos rectos de 1 metro cada uno, formando un cuadrante de 1 metro por lado.

(ii) Muestreo de forraje verde. Identificar cuatro sectores de la parcela de avena, para el muestreo se lanza el cuadrante en cada punto y se corta la avena que está dentro del cuadrante.

(iii) Pesado del forraje. Debemos anotar en un cuaderno el peso de cada muestra cortada, al final sumamos los cuatro pesos y obtenemos el peso total de las muestras.

(iv) Cálculo del promedio. Para sacar el promedio de la muestra, se divide el total del peso: 16.00 kilos, entre 4, que es el número de muestras realizadas. Teniendo un promedio de 4 kilos de materia verde por cada m².

(v) El rendimiento de la parcela es de 4 kilos de avena recién cortada, teniendo en cuenta que la parcela de cultivo es de 1,200 m². Con estos datos se puede calcular el rendimiento de toda la parcela con la siguiente operación:

(vi) Cálculo del rendimiento de heno. El heno es el resultado de hacer secar al ambiente la materia verde de la avena forrajera. La materia verde contiene 75% de agua y 25% de materia seca, por tanto, para hacer el cálculo de rendimiento de heno tenemos que dividir lo siguiente:

Henificado

El henificado es una técnica de conservación de pasturas que consiste en almacenar forrajes secos de color verde intenso, manteniendo el mayor porcentaje de nutrientes (proteína, energía, minerales, etc.), para la alimentación del ganado durante la época de estiaje.

Muestra 1: 3 kilos
 Muestra 2: 4 kilos
 Muestra 3: 3.5 kilos
 Muestra 4: 5.5 kilos

Total 16.0 kilos

Área de parcela con avena= 1,200 m².
 Peso promedio del forraje verde= 4 kilos por m².

Total de materia verde = 4,800 kilos de materia verde.

EN LA PARCELA DE 1,200m², SE TIENE UN RENDIMIENTO DE 4,800 KILOS DE FORRAJE COMO MATERIA VERDE

El 75% de 4,800 kilos de materia verde = 3,600 kilos de agua.
 El 25% de materia seca = 1,200 kilos de heno



El henificado es un proceso de secado natural (en el ambiente) del forraje de avena recién cortado, por acción del sol y viento, con la finalidad de disminuir el contenido de agua y almacenarlo en grandes cantidades sin que se fermente y enmohezca por la humedad.

El secado natural es el más económico y apropiado, consiste en dejar extendido el forraje que se ha cortado en el campo durante tres a seis días. El tiempo de secado depende de la intensidad de radiación solar en la zona y el viento.

Características de un buen henificado

Para que un heno de avena sea nutritivo y agradable para los animales, debe presentar las siguientes características:

- Un color verde
- Hojas intactas y en abundancia
- Tallos blandos y plegadizos
- Presencia de poca materias extrañas
- Libre de moho
- Olor agradable y típico de la avena

Secado

Se realiza al sol mediante parvas o al raleo; cuando se seca por parvas el forraje cortado se amontona en conos, quedando las panojas en la parte superior, la parte exterior de la parva se pone de color amarillo, pero el interior mantiene un color verde agradable. Esta técnica se comporta muy bien en zonas lluviosas.

Cuando se seca por raleo, una vez cortado se extiende en el mismo campo para que seque entre uno a dos días, luego se hace un volteo y se mantiene bajo los rayos del sol, uno a dos días más; finalmente se recoge, se empaca y guarda.

Almacenamiento

El almacenamiento es una actividad que puede realizarse en distintas formas, con mucho cuidado y con la importancia que significa guardar heno en buenas condiciones para el tiempo de escasez. El heno se debe mantener en un lugar seco y cerrado, de preferencia en lugares libres de humedad, como en las partes altas de los cobertizos, encima de parihuelas, en calidad de pacas o fardos que faciliten su almacenamiento, reduciendo así su volumen y tamaño.

Almacenamiento en campo

El heno de avena puede ser almacenado en distintas formas a través de pacas, parvas o heniles rústicos. Puede efectuarse al aire libre, en el mismo campo de cosecha; siempre con la precaución de protegerlo de los efectos del sol y la lluvia, según las posibilidades de cada unidad de producción.

Las principales formas de almacenamiento son:

Almacenamiento en puyas o phinas

Forma práctica de conservar la avena forrajera recién cortada en el campo. Las llamadas "puyas", son conos de avena, donde el tallo es colocado en forma perpendicular hacia el suelo, formando una base, y las panojas hacia la parte superior formando la punta del cono. Esta forma permite un secado satisfactorio





de la avena forrajera, aun se presenten algunas lluvias no se malogra el forraje. Para formar una puya, se recomienda dejar secar la avena cortada unos cuatro días y luego se forman las puyas con cinco a nueve fardos. La parte externa de la puya se vuelve amarillenta por acción del sol, mientras que en la parte interna de la puya se preserva el forraje de color verde intenso con alto contenido de proteína.

Almacenamiento en parvas o pirwa

La parva o pirwa, es la forma de almacenar la avena en montículos rectangulares en el campo, con la finalidad de preservar el forraje y utilizarlo en la alimentación del ganado. Se inicia con el empedrado, usando piedras de 20 cm de espesor y formando una base rectangular; en el medio del piso empedrado se coloca un palo grueso de 5 metros que servirá como espacio de ventilación y drenaje del agua para evitar hongos en el forraje. El fardo de avena se coloca en forma horizontal quedando los tallos a los extremos expuestos al sol y las panojas al medio entrecruzadas, encima del palo, acumulando la avena y formándose la pirwa. Se recomienda proteger de las lluvias con paja de puna en la parte superior.

Almacenamiento en pacas

Después de haber realizado el secado al raleo durante tres a cinco días, tiempo suficiente para reducir la humedad del forraje hasta el 12%, se procede a empacarlo con una máquina agrícola y su implemento (empacadora) para su posterior almacenamiento en ambientes que tengan ventilación y que no sean húmedos. Como ya se mencionó, puede ser en la parte aérea de los cobertizos o simplemente se almacena o ruma las pacas en el campo, las que son protegidas con plásticos para evitar el humedecimiento por acción de las lluvias esporádicas. Las pacas varían de peso de 12 a 20 kilos de acuerdo al tamaño de la empacadora.



BIBLIOGRAFÍA

SANTA CRUZ CÁRDENAS, Yordy; ORDÓÑEZ SÁNCHEZ, Pablo; JACOBO HUAMANI, Urbano y CAMILOAGA JIMENEZ, Fernando. *Cosecha de agua, una práctica ancestral. Manejo sostenible de las praderas naturales*. desco. Programa Regional Sur, 2008; pp. 12 a 20.

INIAA, proyecto TTA. *Cultivo y henificación de avena forrajera en puna seca*. Lima. 1992.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUYO, Parinacochas - Ayacucho; UOT Sara Sara - desco. *El Pullo, la "Perla de Parinacochas": La cosecha de agua, una práctica ancestral*. desco. Programa Regional Sur 2012.

INRENA. *Mapa de Erosión de Suelos del Perú*. 1996.