



Perú

Japón



PROYECTO

“Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca” (IEPARC)



Manual de Mejoramiento y Conservación del Ambiente Productivo

Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC - Julio 2016





Perú

Japón



PROYECTO

“Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca” (IEPARC)



Manual de Mejoramiento y Conservación del Ambiente Productivo

Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC - Julio 2016



Manual de Mejoramiento y Conservación del Ambiente Productivo

Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC - Julio 2016

Proyecto “Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores en la Región Cajamarca - IEPARC” ejecutado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Gobierno Regional de Cajamarca, Municipalidad Provincial de San Miguel, San Pablo, Cajamarca, Cajabamba, Municipalidad Distrital de Namora, Matara e Ichocan de la Region Cajamarca por parte de la República del Perú, y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) por parte de Japón para el mejoramiento de vida de los pequeños productores en la zona sierra.

Autores:

Ing. Rodolfo SÁNCHEZ HERNÁNDEZ,

Ing. Tomoko (TADOKORO) MIZUNUMA

Ing. Michinori YOSHINO,

y otros integrantes de Equipos Técnicos de IEPARC.

1ª. Edición - Julio 2016

Tiraje: 300 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-08621
Cajamarca - Perú

Tabla de Contenido

1	Introducción.....	5
2	Problemas del ambiente productivo en la sierra	7
2.1	Erosión hídrica.....	8
2.1.1	Proceso para la ocurrencia de la erosión hídrica	8
2.1.2	Fundamentos para prevención de la erosión hídrica	9
2.2	Erosión eólica	10
2.2.1	Causas para la ocurrencia de erosión eólica	10
2.2.2	Fundamentos para prevención de la erosión eólica	10
3	Tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente Productivo.....	12
3.1	Modalidades de tecnologías	12
3.2	Evaluación para la selección de tecnologías.....	14
3.2.1	Pendiente del terreno.....	14
3.2.2	Condiciones del agua	16
3.2.3	Condiciones del suelo	17
3.2.4	Inversión	18
3.3	Puntos importantes para la introducción de las tecnologías.....	20
4	Ejemplo de tecnologías recomendadas por el Proyecto IEPARC y su difusión.....	22
4.1	Tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo recomendadas por el Proyecto IEPARC.....	22
4.1.1	Agroforestería	23
4.1.2	Cultivos de cobertura	38
4.1.3	Zanjas de infiltración	44
4.1.4	Compost de lombriz.....	47
4.2	Métodos y estratagemas para la difusión de las tecnologías.....	49
4.2.1	Obligatoriedad de adopción de tecnologías y definición de opciones.....	49
4.2.2	Puntos importantes para la definición de opciones.....	50
4.2.3	Maquetas experimentales	52

1 Introducción

Para lograr la sostenibilidad en la agricultura es necesario mejorar la calidad del ambiente productivo. El Proyecto “Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca (en adelante IEPARC)”, tiene por objetivo, dentro de sus actividades, brindar orientación tecnológica para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo de los pequeños productores de la región sierra, quienes poseen poca capacidad técnica y financiera, siendo la tierra su principal recurso para la gestión agrícola.

Se considera que los elementos que afectan la productividad agrícola son “luz > agua > suelo > abono > agroquímicos > manejo de cultivo > semillas > maquinaria agrícola”, en ese orden de importancia, siendo que el recurso de tierra es recurso importante que afecta los 3 recursos fundamentales que son la luz, agua y suelo.

Sin embargo, gran parte de los productores no dispensan los debidos cuidados para las actividades de conservación de suelo y agua para mejorar el recurso de tierra, que además de ser su principal recurso de gestión es también uno de los elementos de producción más importantes. Las causas son entre otras, 1) escasa comprensión acerca de los objetivos de las actividades de conservación de suelo y agua, 2) dificultad de comprobación de los resultados económicos directos de las actividades, 3) generalmente se lleva tiempo para la aparición de resultados en estas actividades, 4) dirigen su atención a los insumos como abono, agroquímicos y maquinarias, olvidándose de los recursos fundamentales arriba mencionados.

El ambiente productivo en la sierra se caracteriza por la falta de actividades de conservación de suelo y agua, con un estado de degradación avanzado debido entre otras causas la erosión. Esa situación se observa tanto en las tierras no agrícolas como las tierras agrícolas, que son el principal recurso de gestión de los productores, de manera que su mejoramiento y conservación son requeridos. Por otro lado, gran parte de las actividades de mejoramiento y conservación están dirigidas a actividades en las tierras no agrícolas como la reforestación, cuyo objetivo son más propios de la “conservación” que el “mejoramiento”, dificultando la percepción de los resultados directos y la sensibilización acerca de los objetivos de la actividad para los productores.

Las actividades de conservación en tierras no agrícolas como la reforestación son muy importantes para la sostenibilidad del ambiente productivo en grandes áreas a largo plazo. Sin embargo, el mejoramiento y conservación de las tierras agrícolas son más importantes desde el punto de vista de 1) acelerar el incremento de ingresos de los productores y 2) las actividades de conservación de suelo y agua son parte de los trabajos de manejo de la producción en general, al igual que la siembra y la aplicación de abono.

A partir de los conceptos expuestos, el presente manual presenta los conocimientos básicos que deben ser comprendidos por los pequeños productores de la sierra, así como por los prestadores de asistencia, acerca del “mejoramiento” y “conservación” de las “tierras agrícolas (ambiente productivo)” para el incremento y sostenibilidad de la producción, ilustrados con ejemplos de las actividades del Proyecto IEPARC.

2 Problemas del ambiente productivo en la sierra

Frecuentemente escuchamos de los pequeños productores de la sierra hablar acerca de la “degradación del suelo”. Esto no significa simplemente “la deficiencia de nutrientes en el suelo”; más bien expresa una variedad de condiciones que no son favorables al cultivo como “el suelo no es agregado”, “falta materia orgánica en el suelo”, “suelo muy ácido”, “concentración elevada de salinidad”, etc. Gran parte de las parcelas agrícolas en la sierra presenta “suelos no es agregados” y “contiene poca materia orgánica”; por lo tanto, tiene “baja capacidad de retención de abono” y “bajo contenido de nutrientes”, características claras de un suelo degradado. En algunos lugares además presenta características de “suelo muy ácido”.

¿Por qué se degrada el suelo? La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) clasifica la degradación en 4 tipos: 1) Erosión hídrica, 2) Erosión eólica, 3) Degradación química y 4) Degradación física. El siguiente cuadro indica el tipo de degradación de suelo por países en América del Sur. En el caso de Bolivia, que presenta condiciones ambientales similares a la sierra del Perú, la erosión hídrica y eólica es responsable del 82% de la degradación del suelo. La contaminación por productos químicos y la acumulación de sales, es considerada como degradación química, mientras que en la degradación física se incluye la desertificación y la compactación del suelo por la utilización de maquinaria agrícola. Estos últimos casi siempre se manifiestan en zonas particulares y no son comunes en la sierra. Por otro lado, la erosión hídrica y la erosión eólica son causadas por la tala de bosques, la actividad pecuaria extensiva y prácticas agrícolas inadecuadas; particularmente en la sierra, donde las tierras agrícolas frecuentemente se encuentran en pendientes, la manifestación de los efectos de ese tipo de erosión se facilita, siendo estos los principales problemas en esa zona.

Tipo de degradación de suelo por países en la América del Sur

País	Erosión hídrica	Erosión eólica	Degradación química	Degradación física
Argentina	37	47	3	13
Bolivia	59	23	18	<1
Brasil	47	7	46	<1
Chile	66	32	<1	<1
Paraguay	49	0	51	0
Promedio	46	20	31	3

Fuente : FAO, “Degradación de suelos y producción agrícola en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Paraguay”

En Cajamarca, las áreas de bosques fueron reducidas progresivamente debido a la tala de árboles, que fueron convertidas en tierras agrícolas o para ser utilizadas como pastaje para la actividad pecuaria extensiva. Pese a la tala de los bosques no hubo reforestación, de tal manera que ellos se encuentran a un paso de la disminución. Asimismo, la lluvia que cae en terrenos sin vegetación no se infiltra en el suelo, provocando la escorrentía en las pendientes, causa a la erosión del suelo. En tierras agrícolas que perdieron vegetación las cuales sirven de protección contra el viento, la capa superficial del suelo es llevada y frecuentemente los cultivos terminan cayéndose, cuando soplan vientos fuertes en puntos localizados.

Por lo tanto, la prevención de la erosión hídrica y eólica es un tema importante para mejorar la fertilidad del suelo en la sierra. A continuación, se procederá a explicar los conceptos básicos sobre las causas de la erosión hídrica y eólica así como las respectivas medidas de prevención.

2.1 Erosión hídrica

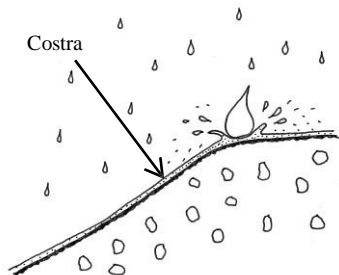
2.1.1 Proceso para la ocurrencia de la erosión hídrica

Cuando llueve, el agua se infiltra en el suelo pero cuando el volumen de lluvias supera la capacidad de infiltración en el suelo, el agua escurre por las pendientes mediante corrientes de agua superficial. Este fenómeno en el cual las corrientes de agua superficial llevan el suelo es conocido como erosión hídrica.

Las fuertes lluvias reducen principalmente la capacidad de infiltración en el suelo. Estas destruyen los agregados del suelo superficial al dispersar los granos finos que, al bloquear las porosidades del suelo superficial, crean una capa impermeabilizante llamada costra. La costra impide la infiltración del

agua de lluvia en el suelo que no es absorbida. El impacto de las gotas de lluvia en la costra de tierra dispersa el suelo. Ese suelo disperso a su vez, es llevado por la corriente de agua superficial.

Formación de la costra



Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, Foto: FAO, “Optimizing Soil Moisture for Plant Production”

Mientras más inclinado está el terreno y no encuentra barreras como árboles o zanjas, la velocidad de la corriente que lleva el suelo es más rápida. Además, cuando la estructura física del suelo es más fina, es más fácil de ser transportado, aunque haya poca velocidad.

2.1.2 Fundamentos para prevención de la erosión hídrica

Para prevenir la erosión hídrica es necesario aplicar medidas en cada etapa del proceso explicado anteriormente. Por lo tanto, es importante aplicar medidas para “evitar la formación de costras”, “destruir las mismas cuando se forman”, “reducir la velocidad de la corriente de agua superficial”, y “preparar el suelo para dificultar la escorrentía”. El siguiente cuadro indica las tecnologías de prevención de erosión hídrica que deben ser aplicadas.

Ejemplos de técnicas de prevención de erosión hídrica

Objetivo	Ejemplos de tecnologías
Evitar la formación de costras	Cobertura de suelo, aplicación de compost, abono verde, aplicación de materia orgánica
Dstrucción de costras	Arado, cobertura de suelo
Reducción de velocidad de la corriente de agua superficial	Construcción de terrazas, instalación de zanjas de infiltración, reforestación en contorno, cobertura de suelo
Preparación de suelo para disminuir la escorrentía	Cobertura de suelo, aplicación de compost, abono verde, aplicación de materia orgánica

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

2.2 Erosión eólica

La erosión eólica se da cuando la parte granular del suelo es llevada de la superficie por la energía de los vientos. La productividad del suelo baja por la disminución de suelo necesario para el cultivo, por causa de la erosión eólica. Los granos de suelo transportados se acumulan en otros lugares, causando otros daños.

2.2.1 Causas para la ocurrencia de erosión eólica

La magnitud de la erosión eólica depende de factores como las condiciones climáticas y de suelo, como se indica a continuación.

Magnitud de la erosión eólica =

Condiciones climáticas x condiciones del suelo
x tamaño de los granos del suelo
x grado de cobertura de suelo x longitud del terreno

2.2.2 Fundamentos para prevención de la erosión eólica

Las condiciones climáticas, es decir, la fuerza de velocidad de los vientos no puede ser manipulada artificialmente, sin embargo es posible reducir los daños causados por la erosión eólica por medio del manejo adecuado de las parcelas. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de las causas y las respectivas tecnologías para reducir la erosión eólica a un mínimo.

Causas para la ocurrencia de la erosión eólica

Causa	Condiciones		Ejemplos de tecnologías para reducir la erosión eólica
	Daños importantes	Daños menores	
1. Condiciones climáticas	Sequía, vientos fuertes	Humedad, vientos débiles	Conservación de bosques, plantación de cortavientos
2. Condiciones del suelo	Sin estructura de agregado	Con estructura de agregado	Conservación de bosques, reforestación, aplicación de materia orgánica en las parcelas, cultivo de cobertura
3. Tamaño de los granos del suelo	Pequeños	Grandes	Conservación de bosques, reforestación, aplicación de materia orgánica en las parcelas, cultivo de cobertura
4. Grado de cobertura de suelo	Sin	Con	Conservación de bosques, reforestación, cultivos de cobertura, cultivo sin labranza
5. Longitud del terreno en que corre el viento	Largo	Corto	Conservación de bosques, plantación de cortavientos

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

De lo anterior, se infiere que no debemos tomar una actitud pasiva pensando

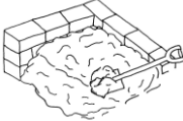


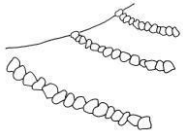
que “no se puede hacer nada con relación a la erosión eólica por ser una zona con vientos fuertes”; es importante aplicar medidas para reducir la intensidad del viento a nivel de parcelas y preparar un suelo más resistente a los daños causados por el viento.

3 Tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo


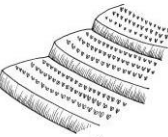


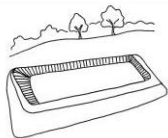
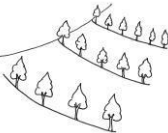
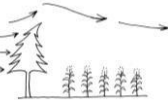

3.1 Modalidades de tecnologías

Las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo existen diversas modalidades que requieren de cierta inversión monetaria y permiten su implementación mediante el trabajo familiar o comunitario conjunto. Este manual presenta 3 clasificaciones divididas en tecnologías agronómicas, tecnologías físicas y tecnologías forestales, que pueden ser implementadas por pequeños agricultores y que no requieren de grandes inversiones monetarias. En el siguiente cuadro se presenta un resumen y los objetivos de cada tecnología.

Lista de tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo

Tecnologías	Imagen	Efecto	Método de implementación	Objetivo
Tecnologías agronómicas				
Aplicación de materia orgánica		Formación del agregado del suelo, provisión de nutrientes para el suelo	Aplicación de materia orgánica como compost y estiércol de res y aves dentro de la parcela.	A, F
Cultivos de cobertura		Prevención de erosión, mejora las propiedades físicas del suelo, previene el crecimiento de malezas	Cultivo de cobertura en parcelas de barbecho y sin uso	A, V
Abono verde		Suministro de nutrientes al cultivo principal, previene la erosión, mejora las propiedades físicas del suelo, previene el crecimiento de malezas	Cultivo de abono verde durante el período de barbecho y incorporar al suelo cuando el cultivo están verdes antes de que se sequen	A, V, F
Tecnologías físicas				
Cordones de piedras		Reduce la velocidad de la corriente de agua superficial y previene la erosión	Colocación de piedras según los contornos. Cerca de 1/3 de la superficie de las piedras deben ser enterradas en el suelo	A

Lista de tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo

Tecnologías	Imagen	Efecto	Método de implementación	Objetivo
Dique de piedras		Previene la erosión. Formación de terrazas dentro de las parcelas a largo plazo.	Requiere de más piedras que los cordones de piedras que son apiladas según los contornos	A
Terraza de banco		Mitiga la erosión y aumenta la capacidad de infiltración del suelo	Conforma terrazas de gradas en las parcelas con pendientes	A
Zanjas de infiltración		Reduce la escorrentía y aumenta la permeabilidad del suelo	Excavación de zanjas acompañando el contorno dentro de las parcelas con pendientes	A
Canales de drenaje		Previene la corrientes de agua directa desde las parcelas agrícolas, regula la cantidad de agua dentro de las parcelas	Excavación de zanjas según el contorno o en lugares en que se acumula el agua, para facilitar el drenaje	A
Acequias		Depósito de agua de escorrentía, reduce la erosión, utilización efectiva del agua para la agricultura durante la época de sequía	Instalación cerca a la parcela agrícola utilizando fuerza humana o maquinarias	A
Tecnologías forestales (Agroforestería)				
Plantación en contorno		Reduce la erosión, aplicación de materia orgánica en las parcelas (hojas secas, etc.)	Plantación de árboles acompañando el contorno dentro de parcelas con pendientes	A
Cortaviento		Reducción de la erosión por el viento, reduce los daños en los cultivos por acción del viento	Plantación de árboles alrededor de las parcelas	V
Plantación dentro de la parcela		Suministro de nutrientes para las tierras agrícolas (leguminosas), mejoramiento de las propiedades físicas de las tierras agrícolas	Plantación de árboles dentro de las parcelas agrícolas	F

Objetivo : A: Erosión hídrica, V: Erosión Eólica, F: Mejoramiento de la fertilidad del suelo. La clasificación de objetivos “Mejoramiento de la fertilidad del suelo” indica prácticas que “influyen directamente en la fertilidad del suelo”.

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

3.2 Evaluación para la selección de tecnologías

Como la degradación de las parcelas agrícolas de los pequeños productores de la sierra se encuentra en un estado avanzado, es recomendable implementar una combinación del mayor número posible de tecnologías. Sin embargo, la aplicación de diversas tecnologías conlleva distintas cargas, de manera que es necesario seleccionar algunas de ellas, tomando en consideración la factibilidad y sostenibilidad de su implementación. Las condiciones que deben especialmente ser tomadas en cuenta son la “pendiente del terreno”, “condiciones del agua”, “condiciones del suelo” e “inversión”.

3.2.1 Pendiente del terreno

El grado de inclinación de la pendiente está directamente relacionado con el volumen y velocidad de la corriente de agua superficial que causa la erosión. Por lo tanto, los terrenos con demasiada pendiente no deben ser utilizados como terrenos de cultivo, siendo necesario implementar persistentemente las tecnologías de conservación. En el siguiente cuadro se indican el grado de inclinación y las referencias para los modos de uso del terreno. El “porcentaje (%)”, uno de los indicadores de inclinación de pendiente, significa que por ejemplo, en el caso de 5%, cuando se traslada 100 metros con relación al nivel del mar la pendiente tiene una perpendicularidad de 5 metros, en el caso de 10%, significa que esta es de 10 metros.

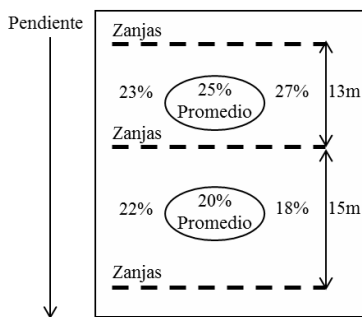
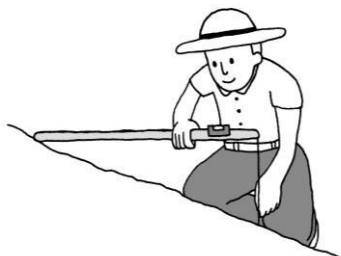
Referencias para la pendiente y modos de uso		
Porcentaje (%)	Angulo (°)	Modos de uso
5	2.9	Uso agrícola
10	5.7	
15	8.5	En caso de uso agrícola, requiere la implementación de tecnologías para conservar el terreno
20	11.3	Ejemplos: Cultivos de cobertura, terrazas,
25	14.0	reforestación de contorno, etc.
30	16.7	
35	19.3	Inapropiado para parcelas agrícolas
40	21.8	Se recomienda utilizar para reforestación
45	24.2	

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(1) Medición de la pendiente

La pendiente del terreno puede ser medida utilizando materiales muy sencillos. La siguiente figura ilustra el método y los implementos necesarios.

Método e implementos necesarios para la medición de la pendiente



Implementos

Atar un hilo de 1 metro en la punta de un palo de 1 metro y colocar un medidor de nivel en la parte superior del palo.

Método de medición

- Bajar el hilo verticalmente, manteniendo el palo en la horizontal, guiándose por el medidor de nivel. El largo del hilo (cm) en ese momento es el porcentaje de la pendiente.
- Cuando la pendiente varía dentro de una misma parcela, se debe efectuar la medición en diversos puntos de la parcela, de la parte superior hasta la parte inferior parcela, del centro a la derecha y a la izquierda.
- Cuando se realizan mediciones en diversos puntos, estas deben tener un intervalo de cerca de 10m tanto en la horizontal como en la vertical. Cuando la variación de la pendiente es muy significativa, es necesario reducir los espacios de medición.
- Para instalar zanjas de infiltración o cultivos de contorno, se debe calcular el promedio en la dirección horizontal, y en la vertical se debe utilizar los valores promedios para definir las distancias.

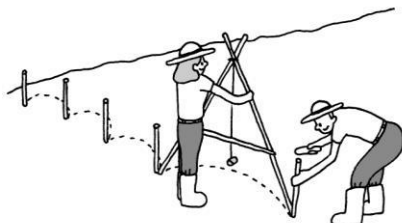
Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(2) Medición de las líneas de contorno

Las zanjas de infiltración o la reforestación son más efectivas cuando son instaladas acompañando las líneas de contorno. Con esto, es posible impedir la escorrentía de agua desde las pendientes por las zanjas de infiltración o la vegetación, facilitando la infiltración de agua en el suelo. También es efectiva para reducir la velocidad del flujo de agua y prevenir la erosión del suelo.

La medición de las líneas de contornos es realizada utilizando un instrumento de medición sencillo que puede ser construido por el mismo productor, conocido como Nivel A. La siguiente figura ilustra el método de medición utilizando el Nivel A.

Método de medición de líneas de contorno utilizando el Nivel A



Fabricación del instrumento

Formar una letra “A” utilizando 3 palos de madera (1.5mx2, 1mx1). Colgar de la punta de la “A” una piedra atada a un hilo, ajustando la misma para que esa se ubique en el centro del palo horizontal, y marcar esa ubicación.

Método de medición

Avanzar por las laterales (dirección de la línea de contorno) manteniendo la posición para que la piedra se quede en el centro del palo horizontal, y marcar la posición con una piedra o palo a cada avance.

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

3.2.2 Condiciones del agua

El clima de la sierra está marcado por la época de estiaje y la época de lluvias. Durante el estiaje lógicamente ocurre la sequía, pero en los últimos años, aún en la época de lluvias puede haber sequía o exceso de lluvias, debido a la inestabilidad del régimen de lluvias, lo que trae muchos problemas. Las condiciones del agua en las parcelas varía durante todo el año, de manera que es necesario inspeccionar las parcelas tanto durante el estiaje como durante la época de lluvias y verificar las condiciones de humedad del suelo a 5~10cm de la capa superior del suelo. El siguiente cuadro indica un método de verificación sencillo.

Clasificación de las condiciones de humedad y referencias de definición

Clasificación	Referencias de definición	Valor pF *
Seco	Al tomar un terrón no queda nada de humedad en las manos.	4.2~3.0
Semi-seco	Al tomar un terrón y apretarlo con fuerza, las manos se quedan húmedas.	3.0~2.5
Húmedo	Al tomar un terrón y apretarlo con fuerza, la palma de las manos se humedecen pero no se forman gotas de agua; al aplastar el terrón con fuerza entre el pulgar y el índice, sale agua.	2.5~2.0
Muy húmedo	Al tomar un terrón con las manos y apretarlo con fuerza, gotea agua.	2.0~1.7
Saturado	Al tomar un terrón en las manos, gotea el agua	1.7~0

*El valor pF indica el grado de humedad del suelo, desde 0~7. Mientras más próximo a cero, la humedad es más elevada, y mientras más cercano a 7, más seco. En el caso de las parcelas agrícola el valor de pF ideal se encuentra en el rango de 1.7~2.3.





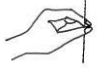
Fuente: Editado parcialmente de "Clases para bosques tropicales el suelo en los trópicos", del Japan International Forestry Promotion & Cooperation Center.

Se lleva a cabo el mejoramiento y conservación del ambiente productivo para que se pueda mantener la humedad de las parcelas entre semi-seco y muy húmedo durante todo el año, utilizando el cuadro anterior como referencia. Además, es necesario averiguar las condiciones de humedad de la parcela; si el agua se estanca en algunos puntos, si las parcelas cuentan con riego, durante cuantos días se puede mantener la humedad después del regadío, etc. En caso se encuentren zonas empozadas dentro de la parcela es necesario tomar medidas, como la instalación de canales de drenaje. Cuando el problema es la falta de agua durante el estiaje, son necesarias medidas para elevar la capacidad de infiltración y retención de agua en el suelo; por ejemplo, la instalación de zanjas de infiltración y la aplicación de materia orgánica en el suelo.

3.2.3 Condiciones del suelo

Como se indica en el siguiente cuadro, los suelos pueden ser clasificados en 5 categorías. En general el suelo franco es el más apropiado para la agricultura, pero el suelo franco arenoso y franco arcilloso también son aptos para las prácticas agrícolas. En el caso del suelo arenoso y el arcilloso, es necesario mejorar el ambiente productivo con la utilización de compost, cultivo de cobertura, abono verde, además de incrementar fuertemente la materia orgánica. El suelo arcilloso es el tipo más frecuente en la sierra.

Tipos y características de suelo

Clasificación	Arenoso	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso	Arcilloso
Sensación de la proporción entre arcilla y arena	Granuloso, prácticamente se siente solo la arena	Se siente mayormente la arena (70-80%) y muy poco la arcilla	Partes iguales de arena y arcilla	Se siente mayormente la arcilla y parcialmente la arena (20-30%)	Prácticamente no se siente la arena, fuerte sensación de viscosidad de la arcilla
% de arcilla según análisis	< 12.5%	12.5 - 25.0%	25.0 - 37.5%	37.5 - 50.0%	50.0% <
Método sencilla de clasificación	No se solidifica	Se solidifica pero no se puede hacer un bastón	Bastón del espesor de un lápiz aprox.	Bastón del espesor de un palito de fósforo aprox.	Bastón del espesor de un papel tisú torcido
					

Fuente: Editado parcialmente de “Esquema Básico para entender suelo y abono”, de la Asociación Japonesa de Suelos


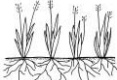


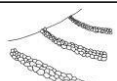




Como método para verificar el contenido de materia orgánica a simple vista, ver “4.2.3 (3) Jugo de agua turbia”. Comparar el suelo de una parcela con alta productividad en las cercanías, con el suelo de su propia parcela, para verificar la diferencia en el volumen de materia orgánica; caso ese sea bajo, es necesario tomar medidas para aumentar materia orgánica.

La verificación de las condiciones del suelo también es importante para determinar la facilidad de implementación de tecnologías. El suelo arcilloso seco es muy duro, lo que dificulta el trabajo de excavación. Particularmente en el caso de instalación de zanjas de infiltración y terrazas de banco, es recomendable excavar aproximadamente 1m para calcular el tiempo requerido a fin de elaborar el plan de construcción. En el caso de instalar terrazas que requieren de piedras (cordones y diques de piedras), verificar la disponibilidad de material en su propia parcela y en las cercanías.

3.2.4 Inversión

Las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo presentadas en este manual están dirigidas a pequeños productores; por lo tanto, el costo monetario requerido es inexistente o muy bajo. Así, cuando nos referimos a inversión, quiere decir principalmente mano de obra; el siguiente cuadro muestra referencias sobre el aporte de mano de obra necesaria para cada práctica.

Referencias del volumen de insumos requeridos para cada tecnología

Tecnología	Imagen	Volumen de insumo
Tecnologías agronómicas		
Aplicación de materia orgánica		Para la preparación de compost, generalmente 2 horas a la semana (tamaño de la parcela: 1,000m ²)
Cultivos de cobertura		Nº de trabajadores para 1,000m ² : 4.0 personas/día
Abono verde		Nº de trabajadores para 1,000m ² : 6.0 personas/día
Tecnologías físicas		
Cordón de piedra		Nº de trabajadores para 100m : 2.9 personas/día
Diques de piedra		Nº de trabajadores para 100m : 6.5 personas/día
Terrazas de banco		Nº de trabajadores para 100m ² : 4.7 personas/día
Zanjas de infiltración /Canales de drenaje		Nº de trabajadores para 100m : 3.1 personas/día
Acequias		Nº de trabajadores para 16m ³ : 4.0 personas/día
Tecnologías forestales (Agroforestería)		
Plantación en contorno, cortaviento, plantación dentro de la parcela		hoyación : 30-50 huecos personas /día Plantación : 200-300 plantones persona/día
El número de trabajadores se refiere a un trabajador adulto que se dedica un día solamente a esa tarea		
Fuente : Elaborado por el Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, basado en el “Manual técnico- Guía práctica de medidas contra la erosión de suelo y tierras agrícolas”, de la Japan Green Resources Agency		

En el caso de ser instaladas zanjas de infiltración o plantación en contorno, el trabajo es más efectivo cuando es realizado por al menos 2 personas, para que mientras uno manipula los instrumentos de medición de pendiente y contorno,

la otra persona realiza las marcas. Por ejemplo, para instalar una zanja de infiltración de 100m, pueden trabajar 3 personas en un día o 2 personas trabajar medio día; y de acuerdo con la conveniencia, es posible conducir los trabajos en 3 días. Al momento de seleccionar una tecnología, se recomienda sugerir opciones de acuerdo con la situación del productor; efectuar las tareas de forma concentrada o dejando cierto espacio de tiempo entre las tareas.

3.3 Puntos importantes para la introducción de las tecnologías

Al momento de seleccionar las tecnologías, se requiere de una visión de largo plazo, el enfoque no debe ser colocado solamente en la inversión inicial o en el desembolso a corto plazo. Una vez introducidas las tecnologías de conservación y mejoramiento del ambiente productivo que se presentan en ese manual, estas requieren de un manejo bastante sencillo, a cada semana o a cada mes. Es necesario elaborar un plan de trabajo para evitar que coincida con la época en que se concentran los trabajos agrícolas, y una vez introducidas las tecnologías, es necesario prestar orientación regular de mantenimiento.

Los efectos de la introducción de esas tecnologías se manifiestan en el largo plazo y dependen fuertemente de las condiciones del terreno y del grado de esfuerzo de los productores. Por lo tanto, el cálculo de los efectos monetarios no es sencillo y ese es uno de los motivos por los cuales los productores no se sienten motivados. En el siguiente capítulo, se presenta ejemplos del valor económico de esas tecnologías.

Es recomendable explicar sobre la eficacia de las tecnologías de tal forma que sea posible formar una idea concreta de los beneficios económicos. Por ejemplo, se puede decir que “La utilización del cultivo de cobertura como abono verde, en lugar de alimento para animales, permite elevar el rendimiento de la próxima cosecha” o “La aplicación de la tecnología de prevención de erosión permite evitar que se lave el fertilizante químico fuera de la parcela”, en lugar de decir que el cultivo de cobertura “evita la erosión” o “aumenta la materia orgánica en el suelo”, que son aspectos que dificultan la comprensión del productor acerca de los beneficios directos.

El siguiente cuadro resume las condiciones necesarias para seleccionar las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo.

**Resumen de las condiciones para la selección de
las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo**

	Pendiente			Condiciones de agua		Condiciones de suelo	Mano de obra
	<10%	<25%	25<	Exceso	Falta		
Tecnologías agronómicas							
Aplicación de materia orgánica	○	○	○	○	○	Aplica para casos de deficiencia de materia orgánica	Bajo
Cultivos de cobertura	○	○	○	○	○		Bajo
Abono verde	○	○	○	○	○		Mediano
Tecnologías físicas							
Cordones de piedras	○	○	×	○	○	Aplica para casos en que se puede obtener piedras	Mediano
Dique de piedras	○	○	(<35%)	○	○		Alto
Terraza de banco	×	○	(<35%)	○	○	-	Alto
Zanjas de infiltración	○	○	○	×	○	-	Mediano
Canales de drenaje	○	○	○	○	×	-	Mediano
Acequias	○	○	○	○	○	-	Alto
Tecnologías forestales (Agroforestería)							
Plantación en contorno	×	○	Δ	○	○	-	Mediano
Cortaviento	○	○	Δ	○	○	-	Mediano
Plantación dentro de la parcela	○	○	Δ	○	○	-	Bajo

○ : Aplicable, Δ : Recomendable combinar con otras prácticas, × : No aplicable o no necesario,
- : Según las otras condiciones

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Como se ha indicado, la selección e introducción de tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo, así como los métodos de orientación técnica deben ser seleccionados una vez realizadas las evaluaciones sobre diversos factores como las condiciones de las parcelas y la capacidad de los productores.





4 Ejemplo de tecnologías recomendadas por el Proyecto IEPARC y su difusión

4.1 Tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo recomendadas por el Proyecto IEPARC

Dentro de las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo, el Proyecto IEPARC recomienda la agroforestería, el cultivo de cobertura, las zanjas de infiltración y el compost de lombriz. Al principio, se había planeado la reforestación en las zonas montañosas donde exista fuente de agua, con el objetivo de conservación de suelo y agua a nivel de comunidades. Sin embargo, debido a que 1) no habían tierras comunales apropiadas para la reforestación, solamente terrenos individuales privados 2) las propiedades de los pequeños productores tienen áreas muy pequeñas y ellos no pueden disponer de amplias áreas para reforestación, 3) las tierras apropiadas para la reforestación no siempre eran de propiedad de productores participantes en el Proyecto IEPARC, hubo dificultades para su implementación. Por ello, el Proyecto decidió dedicarse al mejoramiento y conservación del ambiente productivo a nivel de parcelas de los productores, con el objeto de elevar la productividad agrícola así como la producción sostenible de los productores participantes en el Proyecto, en lugar de la conservación de suelo y agua a nivel de comunidades.

Las 4 tecnologías seleccionadas por el Proyecto IEPARC no requieren de inversión elevada y pueden ser llevadas a cabo solamente con el trabajo familiar. Además, como la agroforestería y el cultivo de cobertura proporcionan alimento para animales y frutas, tienen la ventaja de proporcionar beneficios secundarios, distintos al mejoramiento y conservación del ambiente productivo.

**Tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo
recomendadas por el Provento IEPARC**

Agroforestería	Cultivos de Cobertura	Zanjas de infiltración	Compost de lombriz
			
Plantación de árboles dentro o alrededor de las parcelas de maíz morado o arveja. Especies: Morera, sauco, pajuro, citisio	Siembra de cultivos de cobertura en parcelas agrícolas o barbecho. Se realiza la rotación de cultivos. Especies: Avena, vicia	Instalación de zanjas de infiltración (canales de drenaje) dentro de las parcelas según las líneas de contorno.	Producción y aplicación de compost de lombriz en las parcelas. La producción por los productores.
Objetivo			
Prevención de la degradación del suelo, complementar materia orgánica por las hojas caídas, barrera contra vientos.	Prevención de degradación de suelo, aumenta la fertilidad del suelo, previene daños por cultivo continuo	Prevención de la erosión de suelo en las pendientes, uso eficaz de recursos hídricos con el mejoramiento del drenaje	Mejorar las propiedades físicas del suelo, eleva el grado de fertilidad

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

4.1.1 Agroforestería

(1) Qué es la agroforestería

La agroforestería es conocida como un sistema que busca alcanzar beneficios diversos a través de una combinación eficaz entre árboles y cultivos agrícolas. La agroforestería es un sistema de uso de terreno que se inició como una técnica de silvicultura en la que se siembra los plantones con el objetivo de producir madera, y se aprovechaban los espacios entre los árboles para el cultivo de frejoles y maíz, a fin de obtener ingresos agrícolas hasta que los árboles estuviesen suficientemente desarrollados para ser talados y así finalmente obtener las ganancias. Los árboles que traen beneficios para la conservación de suelo y agua o que aumentan la productividad del terreno fueron desarrollados de diversas formas y sistemas para ser utilizados en combinación con la agricultura. El conjunto de estas técnicas es conocida como agroforestería.

La combinación de árboles y cultivos agrícolas puede ser espacial o temporal. La agroforestería debe traer beneficios integrales más elevados que el monocultivo o la plantación de una sola especie de árboles. La tabla abajo muestra la distribución espacial de los árboles según los espacios.

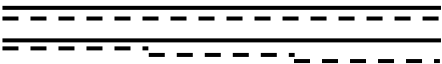
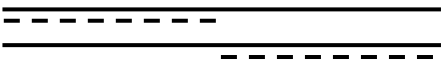

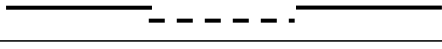
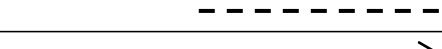



Clasificación de los sistemas agroforestales

Sistemas	En contorno (terreno con pendiente)	Perímetro de parcela	Dentro de parcela	Dentro de parcela (árboles de sombra)	Huerto familiar
Objetivo	Prevención de erosión del suelo	Barrera contra vientos	Eleva la fertilidad del suelo, sombra para los animales domésticos	Eleva la fertilidad del suelo, sombra para cultivos poco resistentes al sol	Diversificación de fuentes de ingreso, para autoconsumo, mejora del entorno de la vivienda
Ej.	Vegetales y leguminosas	Ciprés y maíz	Pasto y frutales	Café y árboles leguminosos	Morera, pajuro, manzano, palto

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

También se pueden hacer combinaciones temporales de acuerdo con el desarrollo de los árboles.

Clasificación temporal agroforestal

Categoría temporal	Representación esquemática
Simultáneo	
Concomitante	
Intermitente	
De relevo	
Superpuesto	
	Tiempo (años) 
	Leñosas 
	No leñosas 

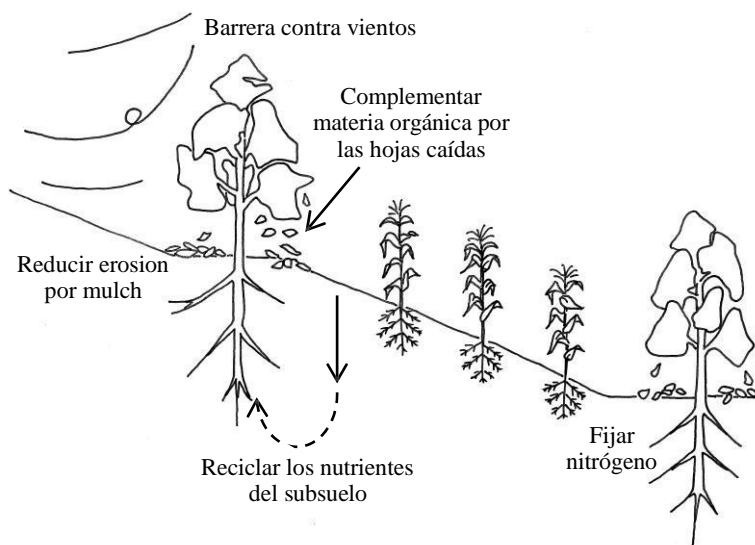
Fuente : Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano, "Agroforestería"

(2) Beneficios de la Agroforestería

Los beneficios de la agroforestería abarcan diversas áreas de acuerdo con sus objetivos. Los principales beneficios son los siguientes.

- Previene la erosión del suelo
- Protege los terrenos con pendiente
- Barrera contra vientos
- Regula la temperatura y humedad
- Mejora el suelo por el aumento de materia orgánica como las hojas caídas
- Aprovechamiento eficaz del abono por la absorción de nutrientes por los árboles en partes distintas a las cercanías de las raíces de los cultivos agrícolas
- Diversificación de ingresos económicos

Beneficios de la agroforestería



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Beneficios de la plantación en contorno

Gran parte de las parcelas agrícolas de los productores de la sierra se encuentran en pendientes, y pese a que en algunos terrenos la pendiente es superior al 20%, se puede observar muchas parcelas con cultivos de maíz en las que no se adopta ningún tipo de medidas para proteger los terrenos con

pendiente. Esas parcelas en pendientes son vulnerables a la erosión de suelo y todos los años se pierde suelo superficial por la escorrentía. La plantación en contorno es un método efectivo para prevenir la erosión de suelo. Como se indica en el cuadro abajo, mientras más fuerte la pendiente, más acentuada es la erosión de suelo, pero esto puede ser evitado con la plantación en contorno dentro de las parcelas.

Volumen de erosión de suelo por pendiente por la plantación en contorno

Categoría de pendiente (%) / Tratamiento	5-10 (t/ha)	5-10 (t/ha)	5-10 (t/ha)	>30 (t/ha)
Control	16.5a±1.67	79.6a±8.41	79.3a±7.63	78.9a±5.85
Calliandra	11.0a±1.52	26.1b±3.82	28.9b±3.15	22.2b±2.68
Leucaena	12.3a±1.64	29.7b±6.22	28.6b±3.58	23.5b±4.56
Napier	10.1a±2.13	10.2c±0.25	11.9c±0.44	9.7c±0.62
Calliandra+Napier	12.8a±1.98	17.7bc±1.85	14.2c±1.40	11.6c±0.93
Leucaena+Napier	10.7a±1.31	17.8bc±1.46	13.4c±0.34	13.0c±0.44

17 meses después del establecimiento de ensayos.

Fuente: James K. Mutegi, et al, "Combining napier grass with leguminous shrubs in contourhedgerows controls soil erosion without competing with", Agroforestry Systemcrops

Beneficios de la barrera contra vientos

En la sierra, frecuentemente las parcelas de maíz son afectadas debido a los vientos fuertes. La plantación de árboles alrededor de parcelas que sufren esos daños protege de forma efectiva a esas parcelas. Estudios realizados por la Universidad de Minessota en los Estados Unidos, reportan un aumento de 12% en la producción de maíz con la plantación de árboles como barrera contra vientos. (Fuente: Univesity of Minesota, Newsletter Summer 1999).

(3) Metodología para la introducción de la agroforestería

Selección de especies

Las especies a ser utilizadas para la agroforestería deben estar adaptadas al entorno de suelo y a las condiciones climáticas de la zona. La altitud es un factor que limita el crecimiento de algunas especies, particularmente en la sierra, de manera que es necesario considerar cuidadosamente la adaptabilidad de la especie a la altura. Básicamente, lo mejor es seleccionar las especies locales. También, especies que permiten la producción de frutales y cuyas hojas sirven de alimentos para animales traen beneficios para los productores. En el siguiente cuadro se muestran ejemplos de especies que pueden ser utilizadas en la sierra.

Especies para agroforestería

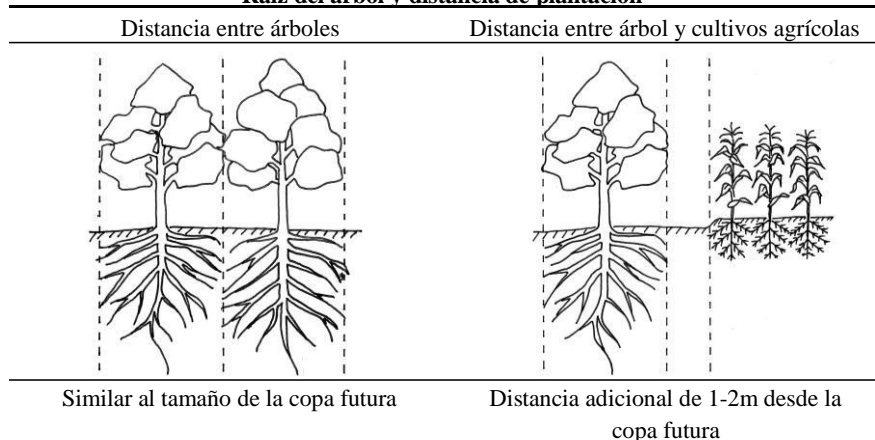
Nombre	Altitud (m.s.n.m)	Suelo	Método de propagación	Método de reforestación recomendable	Uso como fuente de ingreso
Arboles Maderables					
Aliso <i>Alnus sp.</i>	1,200-3,800	Suelo profundo con buen drenaje y materia orgánica	Semilla o Brinzal	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña, Forraje, Medicina
Ciprés <i>Cupressus macrocarpa</i>	1,000-4,000	Suelo profundo con buen drenaje	Semilla	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña
Aliso <i>Alnus sp.</i>	1,200-3,800	Suelo profundo con buen drenaje y materia orgánica Tiene tolerancia a suelo ácido	Semilla o Brinzal	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña, Forraje, Medicina
Ciprés <i>Cupressus macrocarpa</i>	1,000-4,000	Suelo profundo con buen drenaje	Semilla	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña
Eucalipto <i>Eucalyptus globulus</i>	0-3,100	Suelo profundo	Semilla y Rebrote	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña, Medicina, Melífera
Pino <i>Pinus sp.</i>	1,000-3,000	Suelo profundo Tiene tolerancia a suelo ácido	Semilla	Macizo, Contorno/Cerco	Madera, Leña
Arboles Frutales					
Berenjena <i>Cyphomandra betacea</i>	1,000-3,000	Suelo con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica	Semilla o Estaca (Se necesita experiencia)	Contorno/Cerco Vivo, Huerto familiar	Fruto
Capulí <i>Prunus serotina</i>	1,200-3,400	Tiene tolerancia a sequía y tierra infértil	Semilla	Contorno/Cerco, Huerto familiar	Fruto
Lúcumo <i>Pouteria lucuma</i>	200-2,900	Suelo profundo	Semilla (Patrón) y Injerto	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto
Manzana <i>Malus pumila</i>	1,300-2,200	Suelo con buen drenaje y transpirabilidad	Estaca (Patrón) y Injerto	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto
Morera <i>Morus alba</i>	0-3,300	Suelo profundo	Estaca	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto, Forraje, Madera, Leña
Pajuro <i>Erythrina edulis</i>	900-3,200	Suelo profundo Tolerancia a suelo ácido, fijación de nitrógeno	Semilla o Estaca	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto, Forraje
Palto <i>Persea americana</i>	0-2,500	Suelo con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica	Semilla (Patrón) y Injerto	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto
Sauco <i>Sambucus peruviana</i>	2,800-3,800	Buena humedad, Alta adaptabilidad	Estaca	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto
Tara <i>Caesalpinia spinosa</i>	1,200-2,800	Soporta suelo superficial	Semilla	Contorno/Cerco, Huerto Familiar	Fruto, Forraje, Madera

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Distanciamiento para la plantación

Se define la distancia de plantación de los árboles a ser introducidos de acuerdo con los objetivos y las características de la especie. Básicamente, es necesario dejar un espacio suficiente para que una vez desarrollados, los árboles no tengan que competir por agua, nutrientes y luz. Como indica la figura abajo, la extensión de la raíz de un árbol es similar a su copa, de manera que para determinar la distancia de plantación se debe imaginar el tamaño del árbol a futuro, considerando la poda. El mismo razonamiento se aplica para los árboles y los cultivos agrícolas, ya que la competencia por agua, luz y nutrientes traen efectos negativos directos en la producción, por lo que se recomienda dejar un espacio adicional de 1m a 2m.

Raíz del árbol y distancia de plantación



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

En el Proyecto IEPARC, para la plantación de morera que sirven como cercos vivos se recomienda un distanciamiento de 2m. Cuando el objetivo es la construir cortavientos, la reducción del espacio de plantación entre los árboles aumenta aún más los efectos contra los vientos.

Plantación en contorno

Este es un método de plantación de árboles acompañando las líneas de contorno dentro de las parcelas o en la parte inferior o superior de las mismas, con el objetivo de prevenir la erosión del suelo en el terreno en pendiente. La distancia entre los árboles obedece al mismo razonamiento mencionado anteriormente, pero la distancia de plantación entre las filas de árboles es

determinada por el grado de la inclinación. A continuación, se indica la distancia de plantación de acuerdo a cada inclinación. Mientras más corta la distancia, se obtienen mejores beneficios para prevenir la erosión del suelo.

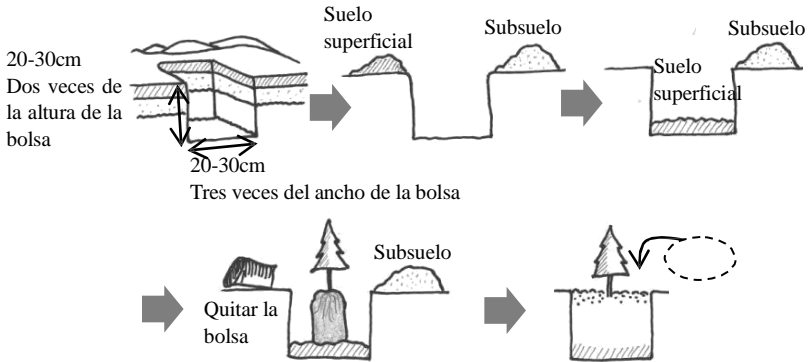
- Pendiente inferior a 15% :15-30m
- Pendiente 15-30% :10-15m
- Pendiente 30-50% (inapropiado para la agricultura) :4-10m

Es necesario dejar un espacio suficiente para permitir los trabajos cuando se utilizan tractores o yunta y también asegurar un espacio suficiente en los extremos para que el tractor o la yunta puedan realizar las maniobras a fin de trasladarse a la siguiente fila. En el caso de yunta se requiere de un espacio mínimo de 5-7m en los extremos de las filas.

Método de plantación

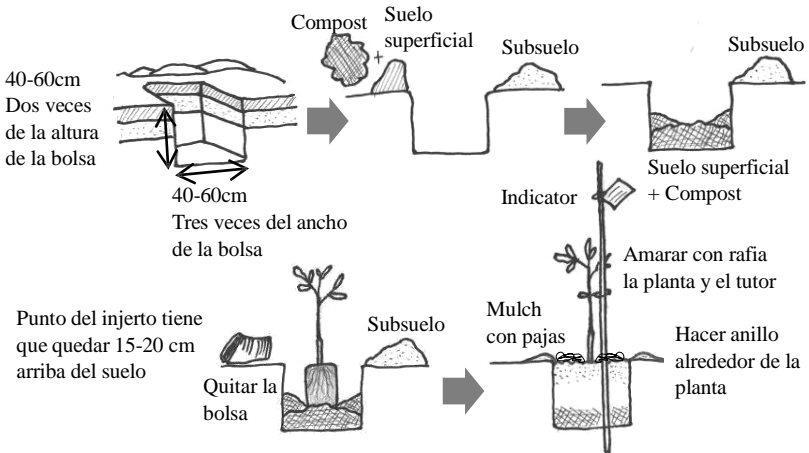
Cavar los hoyos antes de iniciar la plantación. Al momento de cavar los hoyos se recomienda separar el suelo superficial, rico en nutrientes y materia orgánica y el subsuelo con menos contenido de los mismos. Los árboles absorben los nutrientes desde la raíz, de manera que primeramente se coloca el suelo superficial en las partes que entran en contacto con la raíz de los plántones, para después rellenar con el subsuelo. El ancho del hoyo debe ser 3 veces más grande y 2 veces más profundo que el tamaño de la bolsa del plánton. En el caso de especies maderables no es necesario agregar abono. Para los frutales, se recomienda mezclar aproximadamente 2kg de materia orgánica (compost, por ejemplo) por plánton. Una vez trasplantando, se debe regar con abundante agua. A continuación se ilustran los métodos de plantación para árboles maderables y frutales.

Método de plantación de árboles maderables



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Método de plantación de árboles frutales



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Cuidados después de la plantación

La plantación en el campo definitivo es solamente el principio, no el fin del proceso. Para que los beneficios por la plantación de árboles puedan manifestarse es necesario dispensar los cuidados necesarios. Debajo de las árboles maderables las malezas deben ser cortado 1-2 veces al año. Se recomienda llevar a cabo esa actividad en mayo, al final de la época de lluvias,

cuando finaliza el período de crecimiento vegetativo de las malezas y antes que se formen las semillas. Los trabajos de manejo de árboles frutales en general se indican a continuación.

Trabajos de manejo de árboles frutales

Trabajos	Explicación
Riego	Después la plantación es necesario regar aproximadamente 2 veces a la semana durante un año. Pasado el primer año, regar 1 vez a cada 1 a 2 semanas, durante la época de estiaje.
Anillo	Hacer un anillo alrededor del árbol frutal para facilitar la infiltración y retención del agua.
Deshierbo	Inspección periódica para eliminar la maleza que ha crecido alrededor.
Mulch	Cubrir la superficie del suelo con residuos de cultivos como la paja, para inhibir el crecimiento de maleza y la evaporación de agua.
Fertilización adicional	Aplicar aproximadamente 2kg de materia orgánica como el compost por planta, cada 3 meses.

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(4) Producción y suministro de plántones

Se requiere de plántones para implementar la agroforestería. En general, los plántones pueden ser obtenidos con más facilidad junto a las entidades que se dedican a su producción, que a su vez tienen la garantía de una mejor calidad. Cuando no se puede obtener las especies deseadas o cuando las entidades cercanas no producen esas especies, se puede producir sus propios plántones.

Suministro de plántones

AGRO RURAL vende o distribuye gratuitamente plántones junto a los gobiernos regionales y municipales. El siguiente cuadro muestra información sobre entidades dedicadas a la producción de plántones en la región Cajamarca en 2015. La disponibilidad, así como los precios, varían de acuerdo con la época y el año de manera que se debe solicitar información más detallada en las respectivas municipalidades u oficinas correspondientes.

Información sobre entidades productoras de plántones

Entidad	Detalles	Dirección
AGRO RURAL (Viveros de Agencias zonales del Departamento de Cajamarca)	Especies: pino y eucalipto Precio: s/.0.30 (eucalipto), s/.0.50 (pino) / planta - Cada agricultor se encarga de recoger los plántones adquiridos en el vivero correspondiente.	Km 3.5 Carretera Cajamarca-Baños del Inca, Cajamarca. Tel: 076-364870 /365040 Web: http://www.agrorural.gob.pe

Información sobre entidades productoras de plántones

Entidad	Detalles	Dirección
Dirección Regional de Agricultura (Agencias Agrarias)	Especies: pino, eucalipto, quinual, taya, palto, berenjena y otras Precio: forestal s/. 0.50-1.00, frutal s/. 0.50-10.00/planta - En casos específicos a solicitud expresa de asociaciones de productores y según disponibilidad se entregan plántones de especies forestales en forma gratuita.	Km 3.5 Carretera Cajamarca-Baños del Inca, Cajamarca. Tel: (A.A. Cajamarca) 076-348295 http://www.agriculturacajamarca.gob.pe/paginas/directorio-agrario
PEJEZA (Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña)	Especies: forestales y frutales Precio: forestal s/. 1.00-2.00, frutal s/. 1.00-15.00/planta - Producción según contrato o convenio con entidad pública o privada; toda la producción se vende según lista de precios vigente del Proyecto.	Carretera a Cajamarca Km. 33.5, Campamento Gallito Ciego. Tel: 076-837004/837005 Web: http://www.pejeza.gob.pe
INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria)	Programa de Agroforestería: Producción de plántones según convenio con asociaciones de productores según la necesidad y requerimiento; los productores brindan el terreno para el vivero y la mano de obra para la producción de plántones, el INIA brinda los insumos y la asistencia técnica; generalmente el 80% de la producción es para los agricultores y el 20% es recuperado por INIA.	Jr. Wiracocha s/n, Los Baños del Inca, Cajamarca. Tel: 076-348386 Web: http://www.inia.gob.pe
ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal)	Especies: pino, ciprés, eucalipto, taya, quinual y otras especies forestales nativas e introducidas Precio: s/. 0.80 (pino, ciprés)/ planta - La venta de plántones se realiza en forma libre permitiendo que tanto productores individuales como asociaciones puedan adquirir sus productos.	Carretera al Aeropuerto km. 3- Fundo Tartar, Cajamarca. Tel: 076-363097/361369 Web: http://www.adefor.org/wvroot
Viveros Municipales (Municipalidades Provinciales y Distritales)	Especie: pino, eucalipto y otras especies forestales para parques y jardines - En determinadas ocasiones firman convenios con otras entidades para la producción conjunta de plántones, los cuales son entregados en forma gratuita a solicitud de productores individuales y asociaciones de productores, incentivando de esta manera la reforestación en las zonas altas de la Región.	Municipalidades provinciales y distritales
Universidad Nacional de Cajamarca	Especies: forestales, frutales y ornamentales Precio: forestal s/. 1.00-2.00, frutal s/. 2.00-3.00/planta - Los plántones pueden ser adquiridos por el público en general según disponibilidad de cada especie; la producción no es significativa.	Av. Atahualpa 1050, Cajamarca. Tel: 076-599452 Anexo 1146 Web: http://www.unc.edu.pe

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Instalación de viveros comunitarios

Cuando se lleva a cabo la reforestación a una escala significativa a nivel de comunidades, se recomienda instalar el vivero en un lugar de fácil acceso dentro de la comunidad. Sin embargo, eso requiere de inversión. Además, los trabajos diarios de manejo deben ser realizados por los propios miembros de la comunidad, de manera que los viveros comunitarios son efectivos solamente cuando se determina que existe la suficiente capacidad financiera y administrativa.

El siguiente cuadro es un ejemplo de costos requeridos para la instalación de un vivero para la producción de 20,000 plántones de pinos por 20 productores.

Ejemplo de costo de instalación de vivero comunitario

	Material	Cantidad	Costos (s./)	Nota
Infraestructura	Terreno	1,708 m ²	0.0	terreno prestado por la comunidad
	Ladrillo	300 unidades	150.00	s/0.50 c/u
	Alambre de púas	3 rollos	150.00	rollos de 50m
	Malla metálica (0.6m de ancho, rollos de 55m)	2 rollos	170.00	para la parte inferior del cerco de protección
	Clavos	5 kg	20.00	s/.4.00 /kg
	Postes de madera (2m)	90 unidades	180.00	postes de eucalipto, s/.2.00 c/u
	Puerta de madera	1 unidad	250.00	
	Materiales para el sistema de riego	1 unidad	350.00	tubería y otros
	Arcos metálicos	30 unidades	60.00	para sostener la cubierta de plástico
Herramientas	Carretillas	2 unidades	500.00	s/.250.00 c/u
	Palas	2 unidades	90.00	s/. 45.00 c/u
	Picos	4 unidades	120.00	s/. 30.00 c/u
	Barretas	2 unidades	130.00	para excavar
	Rastrillos	2 unidades	45.00	
	Azadones	2 unidades	60.00	
	Martillo	1 unidades	20.00	
	Llaves de tuercas	2 unidades	10.00	
	Tijera de podar	1 unidades	25.00	
	Destornilladores	1 unidades	10.00	
	Regadera	2 unidades	40.00	
	Manguera	50 m	50.00	para riego
	Mochilas pulverizadoras	1 unidades	250.00	para fumigar y desinfectar
	Tamices	4 unidades	160.00	para selección del material del sustrato
	Cubiertas de plástico	50 m	450.00	para proteger de las heladas, 4m de ancho
Cubo (de 100L)	1 unidades	60.00		

Ejemplo de costo de instalación de vivero comunitario

	Material	Cantidad	Costos (s./)	Nota
	Balanza (de 125g)	1 unidades	20.00	
	Balanza (de 20kg)	1 unidades	55.00	
	Cinta métrica (de 50m)	1 unidades	65.00	
	Candado y cadena	1 juego	45.00	
Mano de obra	Albañil para construcción de tanque de agua	1 Albañil	800.00	
	Peones para otros trabajos	136 jornales	2720.00	jornal por persona s./20.00/día
Para producción	Sustrato (tierra negra)	10 m ³	600.00	
	Sustrato (arena)	16 m ³	720.00	
	Sustrato (materia orgánica)	3 m ³	300.00	
	Semilla de Pino	1 kg	350.00	
	Bolsa (7"x4")	24 millar	480.00	para 20,000 plantones*1.2
		Total	9505.00	

Fuente : Elaborado por el Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, basado en el "Manual técnico- Guía práctica de medidas contra la erosión de suelo y tierras agrícolas", de la Japan Green Resources Agency

Instalación de vivero familiar

La instalación de un vivero familiar puede ser una opción para la producción de plantones con baja inversión. Sus beneficios son 1) se puede iniciar a pequeña escala con poca inversión, 2) facilita el cuidado e inspección ya que se encuentra ubicado cerca a la vivienda, 3) solamente se producen las especies deseadas y 4) debido a que los plantones son producidos en la misma zona donde serán plantados, la adaptación a la zona es alta. El siguiente cuadro muestra un ejemplo para la producción de un total de 1,500 plantones, siendo 1,000 plantones de pino y 500 plantones de sauco.

Ejemplo de costo de instalación de vivero familiar

Material	Cantidad	Costos (s./)	Nota
Terreno	50 m ²	0.00	terreno propio de la familia
Postes	18 unidades	36.00	diámetro superior 2", 2.0m
Alambre de púas	1 rollo	50.00	rollos de 50m
Clavos	0.1 kg	0.50	
Carretilla	1 unidad	250.00	
Pala	1 unidad	45.00	
Pico	1 unidad	30.00	
Tijera de podar	1 unidad	25.00	
Martillo	1 unidad	20.00	
Regadera	1 unidad	40.00	
Mochila pulverizadora	1 unidad	250.00	

Ejemplo de costo de instalación de vivero familiar

Material	Cantidad		Costos (s./)	Nota
Tamices	1	unidad	40.00	
Malla de sombra	8	metros	80.00	4m de ancho, para 32m ²
Cubierta de plástico	8	metros	72.00	4m de ancho, para 32m ²
Manguera	10	m	12.00	para riego
Semilla de Pino	10	g	5.00	
Estaca de Sauco	600	unidades	20.00	sacar estacas de plantas madres
Bolsa (7"x4")	1.2	millar	24.00	para 1,000 Pinos*1.2
Bolsa (7"x5")	0.6	millar	18.00	para 500 Saucos*1.2
	Total		1017.5	

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Preparación del sustrato

Se prepara el sustrato con una mezcla de tierra agrícola, materia orgánica y arena. En general la proporción de la mezcla es de 1 : 1 : 1; sin embargo, es necesario tomar en consideración factores como el drenaje y aireación de suelo al momento de definir la proporción de la mezcla. Cuando la tierra agrícola es arcillosa es necesario aumentar la cantidad de materia orgánica y cuando es arenosa no se debe agregar arena. Se calcula el volumen necesario de sustrato de acuerdo con el número de plantones a ser producidos y el tamaño de la bolsa. A continuación se indica el volumen de sustrato necesario para producir 1,000 plantones.

Volumen necesario de sustrato (producción de 1,000 plantones)

Especie	Tamaño de bolsa	Volumen de sustrato	Precio
Pino, ciprés, aliso, eucalipto	7"x4"	1.7m ³ (incluye almacigo)	73.67 soles
Mora, sauco, pajuro, taya	7"x5"	3.2m ³ (incluye almacigo)	138.67 soles
Manzano, palto, lúcumo	12"x8"	75m ³	3,250.00 soles

Se calcula el precio del sustrato considerando la mezcla 1:1:1, tierra agrícola: sin costo, turba: 70 soles y arena: 60 soles

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Desinfección del sustrato

Las materiales pueden contener hongos, bacteria y semillas de malezas. Estas impurezas pueden afectar el crecimiento del plantón. Los materiales tienen que ser desinfectados para prevenir la infección.

□ Solarización

Colocar el sustrato en capa de 20-30cm y regar con agua. Cubrir el sustrato con una manta de plástico transparente. Dejar durante 45 días o más a los rayos directos del sol. La temperatura llega hasta 75°C. La temperatura y los rayos ultravioleta matan los hongos, bacterias y semillas de malezas. Por encima de los 45°C, las bacterias y hongos comienzan a morir.

□ Agua caliente (para una carretilla: 0.2m³)

Colocar el sustrato en capa de 10-20cm y aplicar agua caliente sobre el sustrato. La cantidad de agua caliente necesaria es 10 litros para 0.2m³ de sustrato. La temperatura de agua tiene que ser mínimo de 49°C.

□ Cloro (para una carretilla: 0.2m³)

Colocar el sustrato en capa de 10-20cm. Disolver 50ml de Cloro en 10 litros de agua y aplicar la solución con regaderas al sustrato. Después de 2 días realiza un riego pasado para lavar el cloro. Si no lo lava, dejar 7 días antes de la siembra.

Propagación por estaca

El método de propagación por estaca permite la producción de plantones fácilmente y a bajo costo, de manera que es una técnica recomendable para aquellos productores que quieren introducir la agroforestería pero cuya actividad principal no es la producción de plantones. Cuando el suelo es fértil se corta un esqueje de la planta madre y solo se siembra la estaca en el campo definitivo. La adaptación se da más fácilmente al dejar que los plantones se desarrollen en las bolsas por 1 a 2 años, antes de transferir al campo definitivo, cuando el suelo es pobre.



Aspectos importantes a ser considerados para recolección de estacas

Al momento de recolectar estacas de plantas madres es necesario considerar los siguientes aspectos.

- La época adecuada para la recolección de estacas es entre los meses de abril y junio, una vez finalizado el periodo de crecimiento vegetativo durante las lluvias, antes de entrar en el periodo latente. Cuando la estaca se planta directamente en el campo definitivo, se debe plantar entre los

meses de noviembre y diciembre, el inicio de la época de lluvia.

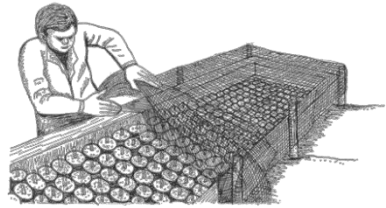
- Se deben cortar estacas que contienen por lo menos 4 yemas.
- Se deben cortar las hojas de la parte inferior de la estaca.
- El corte inferior de la estaca debe ser recto, mientras que la parte superior debe tener un ángulo de corte de 45 grados, evitando plantar de forma invertida.
- La utilización de enraizador promueve la formación de raíces y su crecimiento.

Manejo de los viveros

Se requiere de cuidado diario para producir plantones saludables con mayor adaptación y crecimiento en el campo definitivo. Aunque cada especie requiere diferentes labores, al menos, hay que realizar las siguientes labores culturales comunes.

- Control de sombra

Hasta lograr la germinación se debe mantener la temperatura y humedad estable, para esto se cubre con plástico. Después de la germinación se retira el plástico y se cubre con malla raschel. Las semillas recién germinadas son sensibles



a los rayos solares, por lo que es necesario brindarles sombra con la malla raschel. (malla raschel 60%). A medida que van creciendo las plantas se debe ir graduando mayor ingreso de rayos solares (malla raschel 40%), como referencia se calcula 3 meses desde la germinación.

Cuando las plantas hayan crecido lo suficiente se retira la malla raschel. Más o menos 6 meses. Es importante brindarle luz solar para que los plantones logren prender bien.

- Deshierbo

En caso de presencia de mala hierba en la cama almaciguera o dentro de las bolsas, se debe deshierbar. Al momento del deshierbo se debe tener cuidado en no dañar las raíces de las plantas.



- Control de espacio

A medida que la planta crece, se van juntando las hojas con las plantas vecinas, creando una competencia por la luz. Por lo tanto, es necesario separarlas un poco. Si se abre mucho espacio se corre el riesgo que las plantas se caigan, por lo que es recomendable abrir espacio cada dos filas de plantas.

□ Riego

El riego se debe hacer muy temprano o en la tarde. Especialmente entre junio a agosto en que baja la temperatura por las noches, el riego debe ser en horas tempranas para evitar congelamiento. El riego debe ser diario o interdiario. El exceso de agua ayuda a la proliferación de hongos. Regar de tal manera que se humedezca todo el sustrato.



□ Control de plagas y enfermedades

“La prevención” es más importante para evitar daños por plagas y/o enfermedades. Para evitar estos daños a nivel de vivero, es necesario mantener limpio el vivero, utilizar herramientas limpias, desinfectar el sustrato y llevar una correcta gestión del agua. Asimismo, se debe monitorear periódicamente, verificando que no hay presencia de plagas ni enfermedades.

4.1.2 Cultivos de cobertura

(1) Qué es el cultivo de cobertura

Los cultivos de cobertura son aquellos productos cultivados con el objetivo de prevenir la erosión del suelo, suministrar materia orgánica y mejorar su fertilidad. Los terrenos sin vegetación son más propensos a sufrir erosión. Ese riesgo se incrementa en tierras con pendientes. Además, las tierras pobres en materia orgánica se degradan más fácilmente al compararlas con aquellas que tienen un contenido de materia orgánica elevado. Cuando se pierde suelo de las parcelas debido a la erosión, se pierden los nutrientes de esa parcela, que a su vez, lleva a un aumento en los costos.

(2) Beneficios de los cultivos de cobertura

¿Cual la diferencia en el volumen de nutrientes que se pierden debido a la erosión entre tierras sin cobertura y con cobertura? El siguiente cuadro muestra los efectos de la erosión de suelo en una parcela de manzana con 25% de

pendiente. Las tierras más vulnerables a la degradación son las tierras sin cobertura y el volumen de erosión es aproximadamente 300 veces superior a las tierras con cobertura. Al convertir el volumen de nutrientes perdidos durante 7 años para lo equivalente en fertilizante, se tiene 170.81 soles por 10a (=1,000m²) considerándose el precio de los fertilizantes químicos en Perú.

Volumen de escorrentía de agua y suelo durante 7 años de una parcela de manzana y volumen de nutrientes perdidos

Tratamiento	Escorrentía de agua (kl)	Erosión de suelo (kg/10a)	Contenido de nutrientes en el agua y suelo indicados al lado (kg/10a)			
			Nitrógeno	Fosfato	Potasio	Cal
Sin cobertura	790.8	5,028	20.24	7.93	14.79	81.51
Con cobertura	383.1	17	0.62	0.03	2.14	2.90
Con cobertura en melgas	401.0	19	0.55	0.03	2.35	2.85

En 1952-58, pendiente de la parcela de 14 grados, el cultivo de cobertura es el pasto ovido, ancho de la melga es de 1.2 m para pasto y barbecho

Fuente: Estación experimental de manzanos en Aomori, 1952, "Cultivo de manzana y pasto -enfoque en cultivo de manzano con pasto"

Los cultivos de cobertura, además de evitar la erosión, promueven el mejoramiento de suelos pobres. Los beneficios del cultivo de cobertura son indicados concretamente a continuación.

- Aumenta la capacidad de infiltración en el suelo
- Eleva la capacidad de retención de agua
- Previene la erosión
- Aumenta la materia orgánica y raíces se extienden profundamente, ablandando el subsuelo y facilitando la labranza
- Reduce la lixiviación de nutrientes disponibles en las plantas, particularmente los nitratos
- Protege nuevas terrazas y otras instalaciones de prevención de erosión
- Aumenta el volumen de producción de otros cultivos como el maíz
- Fuente de suministro de pasto

(3) Siembra de cultivos de cobertura

Especies de cultivos de cobertura

Existen diversas especies de cultivos de cobertura. El siguiente cuadro muestra las especies y características de cultivos de cobertura que pueden ser producidos en la sierra. Para la selección de las especies, es necesario tomar en consideración la precipitación, altitud, volumen de biomasa, uso de forraje, etc.

tal como se indica abajo.

Características de los cultivos de cobertura

Tipo	Precipitación anual (mm)	Altitud (m.s.n.m.)	Densidad de semillas (kg/ha)	Produccion de biomasa	Uso de forraje
Avena	250	2,300-4,000	60-100	Alto	○
Cebada	250	1,500-3,000	60-100	Alto	○
Haba	400	1,500-3,000	100-200	Alto	○
Vicia	250	1,500-4,200	25-35	Moderado	○
Chocho	300	2,000-3,800	80-100	Moderado	×
Trébol	550	2,000-4,200	2-5	Moderado	○
Ryegrass	550	2,000-3,000	15-25	Moderado	○
Mostaza	300	0-2,300	6-12	Alto	○

Fuente : Elaborado por el Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, basado en "Cover crops", P.R. Nicholas, R. Porter and G. Sanderson

Producción artesanal de semillas

Gran parte de las especies de cultivo de cobertura permiten la producción artesanal de semillas. Con ello, es posible reducir los costos de las semillas a partir de la segunda campaña agrícola. La producción de semillas en el sitio también permite establecer criterios para verificar la adaptabilidad de la variedad en zonas similares.

Se determinan previamente las áreas para la producción de semillas con condiciones relativamente favorables para el desarrollo de los cultivos dentro de la parcela, para realizar el deshierbado y abonamiento. El área para producción de semillas debe ser equivalente a 10-20% del área de cultivo del año siguiente.

Ventajas de las gramíneas

Las gramíneas tienen una proporción de carbono-nitrógeno elevada por lo tanto su descomposición lleva tiempo; sin embargo, tiene la ventaja de que el volumen de biomasa por encima del suelo y por debajo es elevado. La agregación del suelo se acelera durante el proceso de descomposición de materia orgánica por los microorganismos del suelo y como resultado, se incrementa la porosidad, mejorando la capacidad de retención de agua. Además, la materia orgánica descompuesta del suelo aumenta el humus y eleva la capacidad de intercambio catiónico (CIC) que a su vez eleva la capacidad de retención de nutrientes.

Ventajas de las leguminosas

Las leguminosas tienen una proporción de carbono-nitrógeno baja de manera que se descompone rápidamente y facilita el suministro de nutrientes al interior del suelo. Además, debido a las actividades de las bacterias en sus raíces, permite la fijación de nitrógeno de la atmósfera y la cantidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados para los cultivos principales se reduce. Además, generalmente las leguminosas tienen raíces profundas, facilitando la labranza. También, a través de la lixiviación, absorbe los alcalinos como la cal y magnesio del subsuelo que son restaurados al suelo superficial.

Asociación de cultivo

Los cultivos de cobertura pueden ser sembrados en asociación de acuerdo con las características de cada especie. La asociación de las gramíneas como la avena que tienen volumen de biomasa elevado y las leguminosas como la vicia, que mejoran las propiedades químicas del suelo por la fijación de nitrógeno es ampliamente difundida. El siguiente cuadro muestra ejemplos de cultivos recomendados por el Proyecto IEPARC.

Ejemplos de asociación de avena y vicia (0.1ha)

Cultivo	Cantidad de semillas	Cantidad de abono (solo fertilizante básico) *opcional,	Método de siembra	Época		
				Siembra	Para abono verde	Para compost y semilla
Avena	4kg	N:P:K=70:90:60 Guano de Isla: 60kg	En surcos o en melgas (2m)	Dic- Ene	Abr- May	Jun- Ago
Vicia	4kg	Cloruro Potasio: 7.5kg Super Fosfato Triple: 5.0				

Fuente : Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Cobertura de malezas

Se puede decir que la cobertura de malezas trae más beneficios para la conservación de suelo comparada a la tierra sin cobertura. Sin embargo, generalmente la cantidad y calidad de las raíces de la maleza son más pobres comparadas con las variedades de pasto y los efectos para el mejoramiento y conservación de suelo son menores. El volumen de biomasa de la maleza es aproximadamente 1/3 o menor a las distintas variedades de pasto y su contribución para el incremento de materia orgánica en el suelo es muy pequeña. Además, la maleza tiene un desarrollo desigual comparado con las variedades de pasto, lo que dificulta su manejo y el mejoramiento de la

fertilidad del suelo puede traer resultados desiguales. Por lo tanto, se recomienda introducir como cultivo de cobertura alguna variedad de pasto para propósitos de mejoramiento y conservación del suelo.

(4) Abono verde

El abono verde es un tipo de cultivo de cobertura utilizado con el objeto de aumentar el contenido de materia orgánica y así, mejorar el suelo, suministrando nutrientes para la siguiente campaña agrícola. El abono verde se incorpora al suelo cuando aún está verde o un poco después de la floración.

Beneficios del abono verde

El abono verde incorporado al suelo se une con la arcilla del suelo para formar el agregado. Esto causa un aumento de gases que mejoran la capacidad de infiltración y drenaje del suelo (mejoramiento físico). Además, el abono verde se descompone por los microorganismos del suelo, transformándose en nitrógeno, fósforo y potasio, elevando la fertilidad del suelo (mejoramiento químico). También, el abono verde incorporado al suelo se convierte en hábitat y alimento para microorganismos y enriquece la biota, facilitando la circulación de nutrientes a los cultivos (mejoramiento biológico). El siguiente cuadro muestra los efectos del abono verde.

Beneficios del abono verde	
Propiedades del suelo	Beneficios
Físico	Forma la estructura agregado del suelo, mejora la capacidad de infiltración, mejora el subsuelo
Químico	Aumenta la capacidad de retención y suministro de nutrientes, elimina exceso de nutrientes
Biológico	Mejora la biota del suelo, aumenta microorganismos y controla el crecimiento de malezas

Fuente: Elaborado por el Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, basado en el “Guía fácil de suelo y abono-capítulo mejoramiento de suelo” de la ZEN-NOH

Incorporación del abono verde

La utilización de tractor rotatorio es la forma más fácil y efectiva de incorporar el abono verde; sin embargo, ese trabajo puede ser realizado utilizando yunta o palas cuando no sea posible el uso de maquinarias. En áreas muy extensas en que el trabajo manual es muy difícil, es posible cortar y cubrir el suelo con ese cultivo. Los cultivos de cobertura así como los trabajos de incorporación adoptados por el Proyecto IEPARC se indican en el siguiente cuadro.

Trabajos de cultivo de abono verde



Siembra (sin abono) Crecimiento Incorporación Descomposición
 Diciembre Marzo Abril Octubre

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Aumento del rendimiento después del cultivo de abono verde

El cultivo de cobertura sembrado que se utiliza como abono verde, lleva al aumento del rendimiento en la siguiente campaña agrícola. Se puede sembrar productos para abono verde como cultivo secundario después de la cosecha del cultivo principal en zonas con lluvias durante todo el año. Por otro lado, en aquellas zonas en que las época de lluvia y estiaje se encuentran claramente divididas, solo se puede realizar una campaña agrícola al año, de manera que al realizar la rotación de cultivos con abono verde, ya no será posible sembrar el cultivo principal. Este es uno de los motivos por el cual los pequeños productores que cuentan con poca área para el cultivo no están motivados a introducir el abono verde. ¿Cuál será el aumento de rendimiento esperado con el uso de abono verde? El siguiente cuadro muestra el rendimiento de maíz con el uso de la vicia como abono verde.

Comparación de rendimiento de maíz después del cultivo de vicia

Tratamiento	Rendimiento de la 1ra campaña (t/ha)	Rendimiento de la 2da campaña (t/ha)	Rendimiento Total (t/ha)
Incorporación	0.0	5.80	5.80 (1 cosecha)
Mulch	0.0	5.02	5.02 (1 cosecha)
Remoción	0.0	4.19	4.19 (1 cosecha)
Maíz sin fertilización (Control)	2.96	2.55	5.51 (2 cosechas)
Maíz con fertilización	4.22	3.24	7.46 (2 cosechas)

Fuente: Gachene C.K.K, et al, "Incorporation of green manure cover crop in maize based cropping system in semi-arid and sub-humid environment of Kenya"

Considerándose el rendimiento total de las dos campañas, el área con dos campañas sucesivas de maíz con fertilización tuvo el rendimiento más elevado, con 7.46t/ha. Sin embargo, al considerar solamente la segunda campaña, el área en que se incorpora la vicia presenta el rendimiento más elevado, de

5.80/ha. Este valor es más elevado que el total de las 2 campañas de las áreas en que se cultivaron 2 campañas sucesivas de maíz sin fertilización de suelo. Aun cuando en lugar de incorporar el abono verde a la tierra, este es segado para ser utilizado como mulch, o cuando se corta la parte superior y se remueve de la parcela (para uso de alimento para animales), el rendimiento del maíz en la siguiente campaña es más elevado.

Al orientar a los productores sobre el cultivo de abono verde, es necesario considerar de forma integral el área de la propiedad del productor, mano de obra, disponibilidad de fertilizante, necesidad de pasto, etc., a fin de seleccionar la práctica que les traerá más beneficios en el mediano y largo plazo.

4.1.3 Zanjas de infiltración

(1) Que son las zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son canales rectangulares divisores de los canales de drenaje de agua. El principal objetivo para su instalación en tierras agrícolas en pendientes es permitir la infiltración de agua en el suelo juntamente con la captación de suelo traído por las corrientes de agua superficial. En principio, se instalan las zanjas siguiendo las líneas de contorno para captar la corriente de agua superficial de forma más eficiente.

(2) Beneficios de las zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración captan el agua de lluvia y reducen el volumen de escorrentía de suelo para mitigar la erosión. El aprovechamiento eficaz del agua en el suelo permite la elevación del rendimiento agrícola. Los extremos de las zanjas de infiltración no son sellados con barro; al colocar bolsas de arena para permitir su apertura y cierre, las zanjas también cumplen la función de canales de drenaje durante la época de las lluvias en tierras agrícolas con drenaje deficiente.

(3) Instalación de zanjas de infiltración

Ubicación de las zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración deben ser ubicadas en las pendientes de las tierras agrícolas y de reforestación. La distancia entre las zanjas depende de la pendiente y de la existencia o no de cobertura. El siguiente cuadro indica las pendientes y las distancias.

Distancia entre las zanjas de infiltración

Cobertura Vegetal	Pendiente del Terreno (%)	Distancia entre Zanjas (m)
Sin Cobertura	10	30
	15	20
	20	15
	25	13
	30	11
Con Cobertura	10	45
	15	30
	20	23
	25	20
	30	17
	35	14

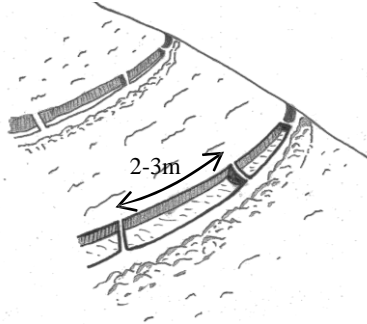
Fuente: Proyecto Altura, “Manual de Extensionista para la Construcción de Obras de Conservación de Suelos, en la Región Alto-Andina del Perú”

Las distancias entre las zanjas de infiltración deben ser más pequeñas en tierras sin cobertura, aun con una misma pendiente. Por ejemplo, al instalar zanjas de infiltración en terrenos con una pendiente de 20%, con cobertura, la distancia debe ser de 23m, mientras que sin cobertura las zanjas deben tener una distancia de 15m. Un mismo terreno puede tener pendientes distintas de acuerdo al lugar, de manera que es necesario medir la pendiente en diversos puntos al momento de ejecutar los trabajos, para definir las distancias entre las zanjas de acuerdo con esa inclinación.

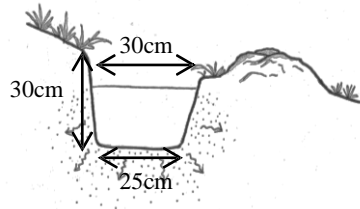
Diseño de las zanjas de infiltración

La dimensión básica de una zanja de infiltración es 2-3 m de extensión, el ancho superior de 30cm, el ancho inferior 25cm y una profundidad de 30cm. La tierra excavada debe ser apilada en la parte inferior de la pendiente. Cuando se apila la tierra en la parte superior, esa puede ser llevada por la corriente de agua superficial, facilitando el bloqueo de la zanja de infiltración.

Diseño de la zanja de infiltración



Extensión de la zanja de infiltración



La vista estándar de la sección transversal

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

Mano de obra necesaria para la instalación

La mano de obra requerida para la instalación de las zanjas de infiltración varía bastante de acuerdo con las condiciones de suelo y topografía. En general, mientras más acentuada la pendiente y duro el suelo, más se requiere de mano de obra. El siguiente cuadro indica el número de trabajadores necesarios para instalar una zanja de infiltración de 100m.

Rendimiento del trabajo de instalación de zanjas de infiltración

Clasificación	Jornales por 100m (hombres/día)	Volumen de trabajo por jornal por día (m)
Planicie, suelo muy compacto	3.3	30.0
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	2.4	41.0
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	3.8	26.0
Promedio	3.1	32.2

Fuente: Elaborado por el Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca, basado en el "Manual técnico- Guía práctica de medidas contra la erosión de suelo y tierras agrícolas", de la Japan Green Resources Agency

(4) Manejo de las zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración se deterioran con el paso del tiempo, por lo tanto requieren de un mantenimiento frecuente para que sus efectos sean sostenibles. Todas las veces que una porción de la pared de la zanja se derrumba debido a la entrada de animales domésticos o de máquinas, esta debe ser reparada.

Además, la tierra acumulada dentro de la zanja debe ser removida todos los años. Los sedimentos acumulados son suelos fértiles con elevado contenido de nutrientes. Ellos deben ser mezclados en el suelo de la parcela. A fin de tornar esos trabajos más eficientes, ellos deben ser llevados a cabo antes de la siembra, durante el periodo de preparación de la parcela.

4.1.4 Compost de lombriz

(1) Qué es el compost de lombriz

El compost es el término general en que se designan los abonos producidos por la descomposición de materia orgánica por microorganismos y existen diversos tipos del mismo. El compost de lombriz se refiere a la preparación de compost utilizando la lombriz como agente para la descomposición de materia orgánica. Generalmente, la fermentación se da por medio de la descomposición por microorganismos aeróbicos. Para crear un entorno que facilite la descomposición es necesario mezclar los materiales para controlar la temperatura y permitir la circulación de aire. El compost de lombriz tiene el mérito de ahorrar la etapa de mezcla, facilitando los trabajos de preparación de compost. Sin embargo, en la etapa inicial de preparación es necesario obtener las lombrices, pero a partir de la segunda vez, se utilizan las lombrices que se reproducen naturalmente.

(2) Preparación del compost de lombriz

Preparación de la compostera

El Proyecto IEPARC recomienda iniciar la producción en pequeña escala y fueron preparados espacios de 2.0m de largo x 1.0m de ancho x 0.4m de altura. Dentro de ese espacio se puede obtener 400kg de compost de lombriz. Eso equivale a 0.04ha cuando se aplica abono en la proporción de 10t/ha.

La compostera puede ser cercada con madera o ladrillos. No es necesario comprar ese material, se puede utilizar cualquier material que se encuentre a mano, como restos de madera o adobe. La altura recomendable es de 0.4m que es la altura en que las lombrices se encuentran más activas. No se recomienda cavar un hoyo para ser utilizado como criadero ya que se puede inundar con el agua de lluvia. No es necesario techar para aprovechar el agua de lluvia.

Es recomendable preparar la compostera en un lugar que cuente con riego (necesario cuando falta agua), cerca de la parcela (facilita el traslado de

material y abono) y visible (aumenta la sensibilización en cuanto al cuidado).

Preparación de la materia prima para el compost de lombriz

Se necesitan restos de vegetales (cualquier producto, cualquier parte) en una proporción de 70% y el restante 30% de estiércol (de cualquier animal, a cualquier grado de secado). Esta es la proporción ideal, pero también es posible fabricar compost con 100% de restos de vegetales o 100% de estiércol, aunque se reduce la eficiencia de producción. Sin embargo, no se recomienda utilizar ramas de árboles ya que su descomposición es lenta. De ser posible, introducir desechos de cereales (papa, coronta y granos de maíz, frejoles) para potencializar la reproducción de lombrices.

Preparación de las lombrices

Algunas literaturas especializadas mencionan que es necesario utilizar la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*), pero en realidad se pueden utilizar las lombrices que crecen naturalmente en las parcelas.

En el caso adquirir lombrices, estas pueden ser obtenidas en el INIA, Universidades Agrarias, Escuelas Técnicas Agrícolas, etc.; algunas veces la distribución es gratuita.

Mientras más grande el volumen de lombrices, más rápida la reproducción de lombrices y producción de compost, pero en un inicio, para un criadero de 2.0m de largo x 1.0m de ancho x 0.4m de altura, es suficiente la mitad de una bolsa de 50kg de lombriz, incluida la tierra.

Cuidado de las lombrices

1) Colocar los restos de vegetales y el estiércol en la compostera y mezclar todo bien. 2) Humedecer hasta que el material se pegue en la mano cuando manipulado. Se puede utilizar agua de lluvia. 3) Introducir las lombrices. Para evitar la evaporación y la depredación de la lombriz por animales se recomienda cubrir la superficie con malezas o pajas. 4) Verificar la humedad una vez a la semana y de ser necesario, echar agua. 5) El compost puede ser utilizado, después de 3-4 meses, cuando todos los materiales se transformen en granos finos. Introducir cereales en una parte del compost para juntar las lombrices 2 semanas antes de su aplicación.

Durante la época de sequía, cuando se seca por falta de agua, se reduce el criadero para un cuadrado de aproximadamente 50cm para mantener las lombrices hasta la próxima producción. Con ese tamaño, es suficiente con

aplicar una olla llena de agua una vez a la semana.

(3) Aplicación del compost de lombriz

Se recomienda aplicar 1-2kg por 1m² (10-20t/ha). Cuando el volumen producido es pequeño, se aplica la cantidad necesaria en un área pequeña para obtener resultados seguros. Se utiliza como abono básico, mezclando con la tierra durante la época de la siembra. No hay problema si la lombriz se introduce en la parcela mezclada con el compost.

4.2 Métodos y estratagemas para la difusión de las tecnologías

El mejoramiento y conservación del ambiente productivo es imprescindible para elevar la productividad y la producción sostenible, aun así, su difusión entre los productores no es tarea fácil. Un obstáculo grande es la dificultad de demostrar los beneficios de las tecnologías en el corto plazo. En el caso de las tecnologías de cultivo, por ejemplo, el rendimiento varía significativamente con la aplicación o no de fertilizantes, de manera se pueden comprobar sus efectos con una sola campaña agrícola; además las lecciones aprendidas pueden ser aprovechadas para el mejoramiento de la siguiente campaña. En el caso de las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo, las zanjas de infiltración, por ejemplo, no traen un incremento significativo del rendimiento en el año siguiente debido a la reducción de erosión. Cuando se plantan árboles como cortavientos, sus efectos solo serán sentidos 10 años después, cuando los árboles se encuentren plenamente desarrollados. De esa manera, el mejoramiento y conservación del ambiente productivo requiere de largo tiempo y los productores muestran escaso interés por esas tecnologías. Sin embargo, como mencionado anteriormente, la conservación del recurso de suelo, que es el principal recurso de gestión de productor, es imprescindible para elevar la productividad y la producción sostenible. Así, a seguir se presentan métodos y estratagemas de difusión implementados por el Proyecto IEPARC.

4.2.1 Obligatoriedad de adopción de tecnologías y definición de opciones

Para promover las tecnologías de mejoramiento y conservación del ambiente productivo entre los productores, en el Proyecto IEPARC se adoptó la obligatoriedad de introducir esas tecnologías como parte de las actividades regulares de manejo agrícola, tal cual la siembra y la aplicación de abono. Como se ha mencionado anteriormente, las opciones ofrecidas fueron las

tecnologías de agroforestería, cultivos de cobertura, zanjas de infiltración y compost de lombriz, según las condiciones de cada productor. Quiere decir que, los productores que reciben orientación del Proyecto IEPARC sobre tecnologías de cultivo de maíz morado, arveja o chocho, deben escoger y aplicar al menos una tecnología para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo. La “obligatoriedad” trae una noción de algo forzado pero tal como lo mencionado hasta el momento, el mejoramiento y conservación del ambiente productivo es indispensable para el aumento del rendimiento y la producción sostenible.

La denominación de esas tecnologías fue modificada de tecnologías de “conservación de suelo y agua” a “mejoramiento y conservación del ambiente productivo”, para concientizar a los productores de que la aplicación de las tecnologías está directamente vinculada al aumento del rendimiento agrícola.

De esa forma, todos los productores participantes pasaron a incluir las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo dentro de sus planes de producción.

4.2.2 Puntos importantes en la definición de opciones

Para definir las opciones fueron tomadas en consideración, además de los beneficios a ser obtenidos, la facilidad de aplicación de las tecnologías por los productores, de acuerdo con las lecciones aprendidas. Al inicio, los productores dirigían sus atenciones para la producción, distribución y venta, actividades principales del Proyecto IEPARC y la voluntad de participación en las actividades de conservación de suelo y agua era muy baja. Además, las tecnologías de cultivo de maíz morado y arveja, que son los cultivos objeto del Proyecto IEPARC; requieren de más mano de obra e inversión, comparados con las prácticas tradicionales. Así, era deseable que las tecnologías para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo no representen demasiada carga para los productores tanto de trabajo como de capital, ya que se encontraban bastante ocupados. A continuación, se presentan las razones y las estrategias utilizadas para la definición de cada opción, desde el punto de vista de la difusión.

(1) Agroforestería

La producción de plántones es la actividad que requiere de más mano de obra e inversión monetaria tanto para la agroforestería como las actividades de

reforestación. En el Proyecto IEPARC se llevó a cabo la producción y distribución de plantas madres y la introducción de especies que pueden reproducirse por estaca, aliviando la carga en la producción de plántones y elevando la sostenibilidad de la actividad. Al principio, fueron instalados viveros comunitarios para la producción participativa de plántones cuando se introdujo la reforestación y producción de plántones como una actividad de conservación de suelo y agua. Sin embargo, aun dentro de una misma comunidad, los productores se encontraban dispersos en áreas extensas, no estaban acostumbrados al trabajo colectivo y no todos tenían tierras a ser reforestadas, de manera que la voluntad de participación no era homogénea entre los productores por diversas razones; así, la actividad de producción de plántones no trajo resultados satisfactorios. Por ello, el Proyecto IEPARC llevó a cabo la producción y distribución de plantas madres de especies nativas como el sauco, pajuro y morera que permiten al propio productor producir los plántones necesarios fácilmente a través de esquejes a fin de mejorar y conservar sus parcelas. Esas variedades también tienen la ventaja de servir de alimento para animales o producir frutas para el autoconsumo. Cuando el productor planta en su propia parcela, no se requiere de un vivero para los plántones, se obtiene la estaca de la planta madre de su propia parcela, facilitando la propagación.

(2) Cultivos de cobertura

En Cajamarca la actividad pecuaria es bastante desarrollada y muchos pequeños productores crían cuyes en sus huertos, de manera que la demanda por cultivos de cobertura ya era elevada. Por lo tanto, fue una tecnología fácilmente aceptada por los productores. La demanda por alfalfa es particularmente elevada pero se recomendó el cultivo mixto de avena y vicia, desde el punto de vista de los beneficios para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo y la sostenibilidad. La asociación de ambas especies era una tecnología practicada anteriormente, pero por el método de siembra al voleo, en lugar de siembra en surcos o en melgas. Al analizar el rendimiento y el trabajo de métodos de asociación, la investigación realizada por el Proyecto IEPARC dieron como resultado que la siembra en melgas mostró el mejor desempeño por lo que en la opción de cultivo de cobertura, se recomienda la asociación de avena y vicia por melgas. La difusión de tecnologías existentes es relativamente fácil, de manera que una propuesta válida es buscar el

mejoramiento de esas tecnologías.

(3) Zanjas de infiltración

En la sierra, muchos terrenos necesitan obras civiles para su conservación ya que gran parte de las tierras agrícolas se encuentran en pendientes. La construcción de terrazas es un medio bastante eficaz, de manera que la opción seleccionada fue la zanja de infiltración que puede ser instalada solamente con la mano de obra familiar, ya que relativamente, no requiere de demasiado trabajo. En Cajamarca se construyen terrazas de bancos en algunos lugares pero el maíz morado y arveja no requieren necesariamente de terrenos llanos, ya que pueden ser cultivados en terrenos con cierta pendiente. Asimismo, el exceso o falta de agua durante la campaña agrícola afecta fuertemente el desarrollo de los cultivos, de manera que es necesario utilizar el agua con eficacia. Considerándose todos esos aspectos, la zanja de infiltración fue considerada una tecnología de obra civil factible, eficaz para la conservación de las tierras agrícolas en pendientes.

(4) Compost de lombriz

El compost es la tecnología para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo que trae efectos directos para el rendimiento de la producción en un periodo relativamente corto. Las 3 tecnologías anteriores requieren de un espacio considerable dentro de las parcelas agrícolas, por lo que son difíciles de ser adoptadas por productores que poseen un área de trabajo muy pequeña. Por otro lado, el compost puede ser producido en un espacio pequeño, fuera de las parcelas de cultivo, no siendo necesario ocupar parcelas agrícolas para la aplicación de la tecnología para el mejoramiento y conservación del ambiente productivo. Como se ha mencionado en 4.1.4, el trabajo de mezcla de materiales, generalmente requerido para la fermentación del compost, es innecesario en el compost de lombriz; por lo tanto, tiene la ventaja de facilitar su proceso de producción. El Proyecto IEPARC instaló composteras para la producción de compost de lombriz en todas las provincias y distritos del área del Proyecto, para llevar a cabo la orientación técnica y reproducción de lombriz y también facilita la distribución de lombrices para aquellos productores que han optado por la producción de compost de lombriz en sus casas.

4.2.3 Maquetas experimentales

Tal como se ha mencionado anteriormente, los efectos de las tecnologías para

el mejoramiento y conservación del ambiente productivo se manifiestan después de un tiempo considerable y al no ser demostrables en el corto plazo, son difíciles de ser difundidas. Sin embargo, los efectos de algunas tecnologías pueden ser fácilmente demostradas en poco tiempo a través de las maquetas experimentales. En el Proyecto IEPARC se llevó a cabo actividades de sensibilización y difusión junto a los agricultores y escuelas, utilizando las maquetas experimentales, a fin de profundizar la comprensión sobre las tecnologías y al mismo tiempo, elevar la sensibilización acerca de la adopción de las tecnologías. A continuación, se muestran ejemplos de las maquetas experimentales.

(1) Caja de infiltración

Observación de erosión y infiltración, bajo distintas condiciones

Se prepara 3 cajas de madera con pendientes, y se instalan caños de drenaje en la parte inferior. La caja es rellena con tierra de mala calidad, otra con la mitad de tierra de mala calidad mezclada con compost de lombriz y la última con cultivos de cobertura. Se riega con regadera en la parte superior de las cajas, simulando el agua de lluvia, para examinar el agua que escurre en la pendiente y el volumen y el color del agua que sale del caño. El agua que escurre por la pendiente indica la erosión de suelo y el agua que sale por el caño indica el agua infiltrada.

Caja de infiltración



1. Tierra mala	2. Tierra mala +compost	3. Tierra mala +compost +cultivo de cobertura
El agua prácticamente no se infiltra, escurre por la pendiente y se empoza.	El agua se infiltra en cerca de 5 minutos, lentamente el agua comienza a gotear por el caño inferior. El agua es turbia.	El agua se infiltra rápidamente, y comienza a gotear por el caño inferior. El color del agua es más claro que en 2.

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(2) Cubo de erosión

Observación del volumen de erosión y infiltración, bajo distintas condiciones

Se abren orificios de aproximadamente 2cm de diámetro en la parte superior e inferior del cubo y se colocan los caños. Se llenan los cubos con suelos bajo las mismas condiciones de la caja de infiltración hasta la altura del caño colocado en la parte superior del cubo. En el 3r cubo, en lugar de sembrar cultivo de cobertura, la superficie es cubierta con pastos secos. Los cubos son inclinados en aproximadamente 20% para que el caño instalado se ubique abajo. Se riega con la mitad de la capacidad del cubo, simulando el agua de lluvia. El agua que sale del caño superior indica la corriente de agua superficial que causa la erosión del suelo y el agua que sale de la parte inferior indica el agua infiltrada. Mientras más oscuro el color del agua superficial, se deduce que el agua lava el suelo con nutrientes. Para realizar ese experimento, los cubos pueden ser sustituidos por botellas PET de 2 litros.

Cubos de escorrentía de agua superficial



1. Tierra mala	2. Tierra mala +compost	3. Tierra mala +compost +cultivo de cobertura
Casi toda el agua escurre del caño superior.	Parte del agua sale del tubo superior, pero se infiltra en el suelo y también sale del caño inferior.	Sale poca agua del caño superior. El agua es transparente. Gran parte del agua se infiltra y finalmente sale del caño inferior.

Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

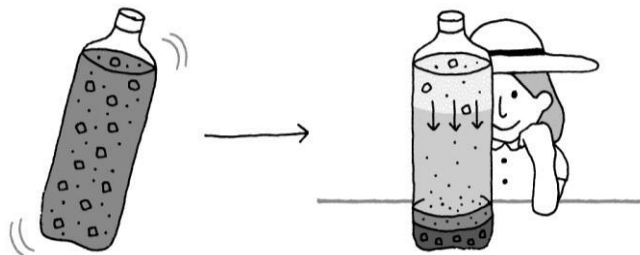
(3) Jugo de lodo

Observación del volumen de arena, arcilla y materia orgánica en el suelo

Llenar cerca de 1/5 de la capacidad de una botella PET transparente con suelo y los restantes 4/5 con agua. Cerrar la tapa y agitar la botella y dejarla reposar para observar cómo se hunde el lodo. La materia que se hunde en el fondo es arena, lo turbio es arcilla y lo que flota es materia orgánica. Se realiza un

análisis comparativo utilizando tierra de sitios distintos, como parcelas de cultivo que presentan desarrollo favorable, parcelas improductivas, tierra de bosques, etc.

Jugo de lodo



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(4) Evaluación de las propiedades biológicas del suelo

Observación y evaluación de pequeños animales en el suelo

Preparar un marco cuadrado de 50cm utilizando cordones o madera como observatorio y colocar sobre el suelo a ser observado. Cavar dentro de ese perímetro que debe contener en la tierra hojas caídas y humus a una profundidad de 10cm y guardarlo en una bolsa plástica. Tamizar esa tierra colectada sobre un trapo o papel blanco y observar los pequeños insectos caídos. En ese instante, clasificar esos animales en grupos, según el esquema indicado abajo, para contar el número de animales según el grupo A, B o C. Seguidamente, calcular $A \times 5$ puntos + $B \times 3$ puntos + $C \times 1$ punto. Mientras más elevado ese número más elevada la propiedad biológica del suelo.

Grupos biológicos en el suelo

A グループ (5点)	B グループ (3点)	C グループ (1点)		N°	Grupo de animales en el suelo
			A	1	Opliones
			A	2	Scolopendromorpha
			A	3	Gastropoda
			A	4	Diplopoda
			A	5	Geophilomorpha
			A	6	Pselaphinae
			A	7	Symphyla
			A	8	Amphipoda
			A	9	Thysanura
			A	10	Ligidium
B	11	Pseudoscorpiones			
B	12	Haplotaaxida			
B	13	Diplura			
B	14	Thysanoptera			
B	15	Lithobiomorpha			
B	16	Isoptera			
B	17	Dermaptera			
B	18	Lepidoptera			
B	19	Isopoda			
B	20	Carabidae			
B	21	Curculionidae			
B	22	Coleoptera (larvae)			
B	23	Hemiptera			
B	24	Coleoptera (adult)			
C	25	Collembola			
C	26	Acari			
C	27	Araneae			
C	28	Armadiillidiidae			
C	29	Diptera			
C	30	Encytraeidae			
C	31	Formicidae			
C	32	Staphylinidae			
<input type="checkbox"/> X 5 = <input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/> X 3 = <input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/> X 1 = <input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/> + <input style="width: 40px;" type="text"/> + <input style="width: 40px;" type="text"/> = <input style="width: 80px;" type="text"/>		

Fuente: Junichi Aoki, 1995, "Análisis ambiental utilizando animales del suelo"

(5) Modelo de conservación de terreno en pendiente

Observación de los efectos de prevención de erosión por la plantación de árboles en contorno y terrazas en terrenos en pendientes

Construir una caja de madera con 50cm de largo x 80cm de ancho x 8cm de altura, divididas longitudinalmente en 3 partes. En el espacio de la izquierda se colocan maderas simulando piedras y adobe, en el medio se colocan clavos simulando árboles. El espacio de la derecha se queda vacío, como control. Se deja la caja en la horizontal y se llena con arena a una altura de 3cm y se presiona con las manos. Se levanta la caja inclinándola gradualmente. Se observa como escurre la arena.

Modelo de conservación del terreno en pendiente



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(6) Modelo de reforestación

Observación de los efectos de la reforestación en la prevención de erosión en terrenos pendientes

Construir una caja de madera con 50cm de largo x 80cm de ancho x 8cm de altura dividida longitudinalmente en 3 partes. Estas son divididas por la mitad con la colocación de una tabla que puede ser retirada. Se clavan clavos simulando árboles reforestados, en la izquierda con un espacio de 1.5cm, al medio con un espacio de 3cm en tresbolillo. El espacio de la derecha se queda vacío, como control. Se deja la caja en la horizontal para llenar con arena en las partes superiores hasta una altura de 3cm, presionando con las manos. Se levanta la caja inclinándola progresivamente a 45 grados y se retira la tabla en el medio. Se observa la forma en que se desliza la arena.

Modelo de reforestación



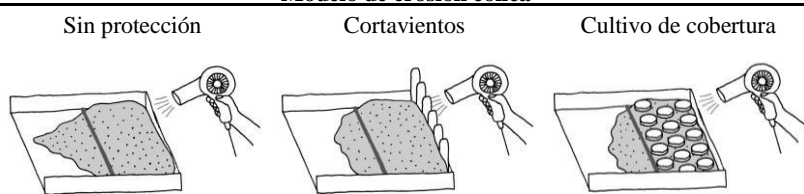
Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

(7) Modelo de erosión eólica

Observación de los efectos de la prevención de erosión eólica por los cultivos de cobertura y cortavientos

Trazar una línea con marcador en el centro de una caja de madera o plástico con 50cm de largo x 30cm de ancho x 8cm de altura, y se coloca arena en uno solo lado. Simular el viento sobre la pila de arena con un secador de cabello para observar el movimiento de la arena. Preparar una caja similar, colocando palitos de fósforo para simular cultivos, palitos de helado como barrera de árboles contra vientos y monedas simulando cultivos de cobertura, para observar el movimiento de la arena en cada uno de los espacios. Posteriormente, se recoge la arena que pasó la línea marcada previamente para comparar el volumen en cada espacio. Es más fácil recoger la arena si dejamos un lado de la caja abierta.

Modelo de erosión eólica



Fuente: Proyecto Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca

