

# Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú

*Agroforestry systems cleantech in VRAEM soils, Peru*

Sixto Marcelino Villagaray y Edgardo Bautista Inga

Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), Sede Pichari, Vrae, Perú.

smvillagaray@gmail.com

**Resumen:** Se compararon las tecnologías agroforestales y se evaluaron las tecnologías limpias que se desarrollan en los valles del río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) – PERÚ y se hizo un comparativo de la producción de café con sistemas agroforestales limpias de uso de la tierra. Resultó ser reconocido sólo 04 tecnologías agroforestales y la mayor producción limpia de café fue en la asociación *Pinustecunumani* con *Coffea arábica* (sistema taungya) y la asociación *Inga* con *Coffea arábica* frente al Café sin sombra.

**Palabras clave:** agroforestería, Tecnología Limpia, cambio climático, mitigación.

**Abstract:** Agroforestry technologies were compared and clean technologies used in the Apurimac, Ene, and Mantaro River Valleys (VRAEM), Peru were evaluated. Additionally, a comparative study on coffee production with clean agroforestry systems of soil use was carried out. Only four agroforestry technologies were known, and the highest clean production of coffee resulted from the combination of *Pinustecunumani* with *Coffea arabica* (taungya system) and the combination of *Inga* with *Coffea arabica* against shadeless coffee.

**Keywords:** agroforestry, clean technology, climate change, mitigation

## 1 Introducción

En los últimos años, la necesidad de mejorar nuestro entorno ante daños ocasionados por los procesos de desarrollo, ha desembocado en la búsqueda de nuevas soluciones a los problemas de los residuos. Esta solución tiene varios nombres: tecnologías limpias, producción más limpia, minimización de residuos, y prevención de la contaminación, entre otros. La presente

investigación incorpora el concepto de Tecnologías Limpias como aquellas tecnologías o procesos que usan menos materia prima y/o energía, generando menos residuos que las tecnologías o procesos ya existentes. En un sentido más amplio, incluye todas las herramientas y/o estrategias que pueden ayudar a la minimización de los desechos o a la prevención de la contaminación

El sistema de corte y quema o agricultura migratoria es el sistema predominante en los trópicos húmedos del Perú y otros países de la Amazonia. Este sistema consiste en la tumba de un bosque ya sea primario o secundario para la siembra de cultivos y posterior abandono en barbecho por un tiempo variable para volver nuevamente con cultivos. Este sistema de uso tradicional de la tierra pierde muy rápido su productividad debido al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además es el sistema que causa mayor deforestación.

Si uno de los principales gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub> está en aumento y es el responsable del cambio climático y existen políticas para reducir estas emisiones y se pueden generar servicios ambientales, entonces la agroforestería es muy buena opción. Estos sistemas representan probablemente el reto científico más complejo del sistema de investigación agrícola: como integrar cultivos anuales con árboles, pastos y animales en sistemas de producción, de modo que la inevitable competencia por la luz, el agua, los nutrientes y daño físico, tenga como resultado una producción sostenible, sin degradación del medio ambiente. Pero a su vez es el que ofrece más alternativas para mitigar a los gases de efecto invernadero por la diversidad de plantas y la máxima utilidad del suelo por unidad de área (ICRAF 1996, 1998. ASB 2005).

## 2 Planteamiento del Problema

El 70% del territorio del VRAEM presenta características netamente forestales, el 23% presenta características accidentadas y rocosas y solamente un 7% se encuentra apto para labores agrícolas. Sin embargo, los productores del VRAEM en su afán de abrir más tierras para el cultivo de coca, cacao y café y otros cultivos de la zona desnudaron la foresta en más del 50% para agricultura limpia, trayendo como consecuencia los desastres naturales como son: deslizamiento de cerros, inundaciones, empobrecimiento de los suelos agrícolas producto de la lixiviación de sus nutrientes hacia los ríos, formación de cárcavas, cientos y cientos de chacras destruidas, miles de pérdidas materiales e incluyendo pérdidas humanas, tal es el caso de la Comunidad de Rosario Ancón en el Distrito vecino de Sivia, el año 2009, donde perecieron 09 personas, producto del deslizamiento del cerro aledaño a su comunidad.

El cultivador de coca, grande o pequeño, trata de conseguir la mayor producción de hoja y para ello abona sus plantas y aplica bioestimulantes, controla enfermedades y plagas y combate las malezas. Los residuos de toda la gama de biocidas utilizados en la máxima dosis posible, terminan inexorablemente en los cursos de agua, absorbidos a las partículas del suelo y en las cadenas tróficas. Esta circunstancia hace que se inicie un proceso de agotamiento y pérdida de fertilidad, terminando en un proceso de esterilización, en el que no es posible sostener la vida microbiana del suelo. Debido a la deforestación que ocurre en las partes altas de las colinas, el proceso erosivo y la acción de escorrentía ocasionan la sedimentación de los elementos del suelo en los lechos de los ríos, proceso conocido como colmatación, propiciando inundaciones más frecuentes. Otra de las consecuencias provocadas por estos procesos degradativos es el deslizamiento aluvional de lodo y piedras sobre la plataforma de las carreteras, causando su interrupción y deterioro y muchas veces desgracias personales. Los métodos de producción de rozo y quema usados a menudo por el agricultor migrante para sembrar coca contribuyen a modificaciones en el equilibrio de los gases atmosféricos de la tierra. La Selva emite grandes cantidades de metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, que son los precursores del efecto invernadero. Algunos estudios de correlación de todos estos gases de efecto invernadero acumulados con la subida de las temperaturas mundiales, sugieren efectos potencialmente perjudiciales de un calentamiento atmosférico continuado.

### **2.1 Formulación del problema**

¿Cuáles son los sistemas agroforestales con tecnología limpia que existen para una agricultura sostenible en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), Perú?

### **2.2 Justificación del estudio**

El uso inadecuado del suelo con el cultivo productivista de la hoja de coca sin tecnologías agroforestales limpias adecuadas a la zona del VRAEM en la actualidad está trayendo la constante degradación del recurso suelo. Por el uso inadecuado de este componente cada año en los meses de alta pluviosidad (enero, febrero y marzo) se tienen constantes deslizamientos de tierras, lixiviación de sus nutrientes, contaminación con pesticidas y de esta manera viene favoreciendo al calentamiento global y paralelamente a ello la pobreza y extrema pobreza de los habitantes del Valle del los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). Por estas razones se propone realizar trabajos de

reconocimiento en tecnologías agroforestales limpias que coadyuven al uso sostenible de los suelos y los recursos que de ella provienen.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

- Conocer las tecnologías agroforestales limpias que existen para una agricultura sostenible en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), Perú.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Describir las diversas tecnologías agroforestales limpias que existen para una agricultura sostenible en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).
- Evaluar las tecnologías agroforestales limpias que se practican en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).
- Proponer las tecnologías agroforestales limpias aplicables al valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).

### **4 Sustento Teórico**

#### **4.1 Agroforestería**

Es el conjunto de técnicas de uso y manejo de la tierra que implica la combinación de árboles forestales con cultivos agrícolas (anuales y/o perennes), con animales o con ambos a la vez, en una parcela, ya sea simultáneamente o sucesivamente, para obtener ventajas de la combinación. Los sistemas agroforestales son alternativas válidas para el productor como herramienta indispensable para el mejoramiento de la producción, su economía familiar y su calidad de vida. Este sistema facilita una producción diversificada y más duradera (sustentable), estabilidad económica y social, permitiendo a las familias convertirse en agentes de cambio para lograr el arraigo en sus tierras. (Martel, 2010).

#### **4.2 Efecto de los árboles en el suelo**

La incorporación de leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas agroforestales permite incrementar la fertilidad del suelo, mejora su estructura y disminuye los procesos de erosión. El manejo de gramíneas acompañado con árboles y/o arbustos, permite que una fracción representativa de los nutrientes

que son extraídos de la solución edáfica sea retornada a ella mediante la deposición, en la superficie del suelo, del follaje y residuos de pastoreo o podas. Esta mayor deposición de materia orgánica, contribuye a modificar las características físicas del suelo como su estructura. Las leguminosas se asocian con bacterias del género *Rhizobium* para captar nitrógeno atmosférico haciéndolo disponible para las gramíneas en el suelo. En promedio se estima una fijación de 200 kg N/ha/año en el trópico. El sistema radicular extendido y profundo de los árboles, aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes. La mayor presencia de materia orgánica en el suelo y el microclima (humedad y temperatura) creado por la presencia de árboles, favorece la actividad biológica de la micro y macro fauna, lo cual resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de N en el suelo. Además, la materia orgánica que es incorporada paulatinamente al suelo por la acción de la endofauna, contribuye a mejorar la estabilidad del suelo y la capacidad de infiltración de agua. Los árboles en sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento. Se ha demostrado que en suelos descubiertos o con monocultivos de gramíneas la pérdida del suelo es mayor que en los bosques. (Martel, 2010).

### 4.3 Tecnologías agroforestales

Son diversas las modalidades agroforestales desarrolladas por culturas del mundo, principalmente tropicales, a lo largo de la historia de la humanidad. Desde el Origen de la agroforestería como interdisciplina, es manifiesta la preocupación por la comprensión de las características de tecnologías agroforestales. Alfredo Ospina en el año 2006 en su libro: "Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal" caracteriza 18 tecnologías agroforestales, y manifiesta que estas tecnologías agroforestales cuentan con otras denominaciones en cada región y localidad.

### 4.4 Descripción de las diferentes tecnologías agroforestales

#### 4.4.1 Cerca viva

Es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella. Una cerca viva generalmente está asociada con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas, otras tecnologías agroforestales y viviendas. Una cerca muerta es una posteadura con alambre de púas o una barrera apretadas de cañas. A diferencia de esta, las cercas vivas pueden tener varias líneas de alambre de púas donde las especies leñosas actúan como poste vivo o cuentan con un sofisticado enjambre de asociaciones vegetales de especies espinosas y no palatables para el ganado y

otros animales; así protegen sembrados, viviendas y dividen lotes de pastura en rotación. También es frecuente encontrar mezcladas cerca muerta y cerca viva. Su función principal es impedir el paso de personas y animales al separar un lote de otro o fincas entre sí. Además generalmente provee otros servicios (refresco para animales, control de la erosión, potenciación de la micro y mesovida del suelo, diversidad paisajística, refugio y alimento para avifauna) y productos (forraje de corte, frutas, abonos verdes, madera y leña). Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal es zonal (fila o sinuosa, que sigue la disposición de lotes o límites de fincas). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada o multiestratificada. De acuerdo con el propósito de su establecimiento (además de principal) y productos obtenidos, las cercas vivas pueden ser de varios tipos: forrajera, para leña, maderable, abonera, frutal, de conservación de la biodiversidad, de conservación del suelo, mixtas y multipropósito. El establecimiento y manejo de las cercas vivas dependen de su tipo, competencia por luz, agua y nutrientes del suelo, cultivos, pastos, animales, efectos alelopáticos, mano de obra y disponibilidad de semilla (sexual y asexual) para siembra y resiembra). La consideración social más importante es lograr acuerdos de ubicación, manejo y aprovechamiento de árboles y arbustos en cercas vivas, debido a rivalidades y diferencias de apreciaciones por sus efectos en fincas vecinas.

#### 4.4.2 Árboles en linderos

Son especies leñosas que demarcan límites entre lotes y fincas. Pueden estar asociados con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas y animales. No debe confundirse con las cercas vivas, pues esas impiden el paso de personas y animales. Su función principal es demarcar límites. Además generan varios productos y servicios (frutas, madera, forraje, sombra, embellecimiento de fincas y caminos veredales). Los árboles en linderos se encuentran distribuidos en regiones tropicales húmedas y subhúmedas, semiáridas y áridas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es zonal, generalmente en filas, siguiendo bordes de lotes, fincas y caminos rurales; también se presenta el caso de árboles que marcan límites en arreglo mezclado. La disposición vertical es biestratificada o multiestratificada. La consideración técnica más importante, a tener en cuenta al seleccionar las especies leñosas de árboles en linderos, es evitar un nivel crítico futuro de competencia con cultivos agrícolas; por ello deben realizarse combinaciones adecuadas de árboles y arbustos. Otro aspecto es la disposición de especies leñosas con respecto a la dirección de la luz sobre el terreno cultivado a lo largo de todo el año. La consideración social más

importante es lograr acuerdos de ubicación, manejo y aprovechamiento de los árboles en linderos, debido a rivalidades y diferencias de apreciación por sus efectos en fincas vecinas.

Beer (1994), citado por Ospina (2006), reseña las ventajas y desventajas de los árboles en linderos, criterios de selección para su establecimiento en fincas, y criterios de selección de especies maderables empleadas en Costa Rica. Las etapas y actividades para el manejo general de los árboles en lindero son: selección del lugar, establecimiento, manejo y aprovechamiento. El establecimiento consiste en la selección y consecución del material vegetal, diseño y trazado, hoyado y siembra. El manejo consiste en riego, podas, raleo, manejo de rebrotes, deshierbas, abonado, manejo fitosanitario y resiembras. El aprovechamiento consiste en la cosecha (frutas, forrajes, etc), raleo o entresaca (madera y leña).

#### 4.4.3 Barrera rompevientos

Es una o algunas líneas continuas de especies leñosas (en algunos casos con no leñosas) más o menos angostas, ubicadas perpendicularmente a la dirección dominante del viento, asociadas con cultivos agrícolas, pasturas, animales, viviendas y obras de infraestructura agraria. Su función principal es proteger los campos de cultivo y pastura, de los efectos erosivos y destructivos del viento mediante la disminución de su energía cinética. Es también frecuente su utilización para proteger acequias, galpones, invernaderos y otras construcciones rurales. Además pueden generar varios productos útiles (madera, leña, forraje de corte, estructuras melíferas, abono verde, fruta comestible o fibra) y prestar diversos servicios adicionales (diversificación del paisaje, disminución de la evapotranspiración, aumento de la productividad de cultivos asociados, control de erosión, captura de CO<sub>2</sub>, alimento y refugio de fauna y mejoramiento de condiciones microclimáticas. De acuerdo con el propósito de su establecimiento (además de principal) y productos obtenidos, la barrera rompevientos puede ser de varios tipos: forrajera, para leña, maderable, abonera, frutal, de conservación de la biodiversidad, de conservación del suelo, mixtas y multipropósito. A partir de la estructura de la barrera (ancho y altura) la velocidad del viento puede ser favorablemente disminuida en el área de sotavento. Una barrera rompe-vientos debe filtrar de manera uniforme el viento, ser semipermeable (20 a 35%) y no presentar huecos por donde se multiplique la fuerza del aire. Debe estar ubicada en forma perpendicular u oblicua a la dirección del viento (90° - 45°) y paralela u oblicua a la dirección de la luz solar (20 - 0°). Cuando se encuentra ubicada en sentido contrario a la pendiente también contribuye a la conservación del suelo.

Cuando la barrera rompe-vientos cuenta con varias líneas, se deben sembrar a tres bolillos. En la línea exterior, de frente a la corriente de viento o barlovento, se ubican arbustos pequeños; en la intermedia los arbustos medianos y grandes; en la interior los árboles grandes. Existen diseños más complejos. En barreras rompe-vientos de una sola línea, se debe seleccionar especies con copa densa, no quebradizos y de rápido crecimiento. La distancia entre los árboles varía de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas locales, el porcentaje de la fuerza del viento que se quiere disminuir y los cultivos presentes. El efecto de los vientos en el medio rural no se debe solo a la fuerza cinética sino también a su temperatura, que afecta cultivos agrícolas y animales. Los cambios drásticos de temperatura como son las heladas en las montañas altas afectan el suelo, cultivos, animales recién esquilados o recién nacidos y disminuyen la producción vegetal y animal. En pequeñas fincas afectadas por heladas se pueden establecer barreras con especies arbustivas en medio de lotes de cultivo, con el propósito de disminuir el efecto de irradiación y evitar así la quema de cultivos. Los permaculturistas van más allá de la sola disminución de la energía eólica. Proponen diseños que canalicen los vientos hasta molinos de aspas para aprovecharlos en la extracción de acuíferos profundos y generación de energía eléctrica en las fincas (Mollison y Slay, 1994).

#### 4.4.4 Árboles en contornos o terrazas

Son especies leñosas dispersas en curvas de nivel o dispuestas en terrazas en área de ladera de distinta magnitud que retienen el suelo con su sistema de raíces, mientras bajo su cobertura se desarrollan cultivos agrícolas o pasturas de corte. Su función principal es conservar suelo en áreas pendientes mediante el control de la erosión hídrica, principalmente. Las especies leñosas brindan otros productos y servicios como abonos verdes, frutas, madera, leña forraje, sombrío, diversificación del paisaje, etc. Los árboles en contornos o terrazas se encuentran distribuidos en regiones tropicales húmedas, subhúmedas y semiáridas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo o intermitente. La disposición horizontal del componente vegetal es mezclada o zonal (fila o tresbolillo). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento. Los árboles en terrazas individuales, en curvas de nivel o tresbolillo, en terrenos con pendientes pronunciados, suelos superficiales y sin fuertes precipitaciones son una buena opción para la producción agrícola, conservación del suelo y regulación microclimática. Los árboles en contornos pueden acompañarse con terrazas de formación lenta y pequeñas obras de infraestructura en guadua o piedras, para aminorar la fuerza del agua. Es frecuente la formación de terrazas individuales protegidas con piedras en cada



árbol y arbusto para evitar volcamiento y desecación. Esta tecnología agroforestal bien manejada y diversificada, brinda forraje, leña y abono verde al sistema de producción en forma eficiente.

#### 4.4.5 Tiras de vegetación en contorno

Son fajas angostas de especies leñosas y no leñosas mezcladas, plantadas en contorno de pendientes y asociadas con cultivos agrícolas o pasturas. Se les conoce también como barreras en tiras, tiras de vegetación horizontal, barreras en contorno, setos vivos en contorno, barreras en fajas horizontales, barreras vivas y fajas anti erosivas. Su función principal es proteger el suelo (debido a las raíces apretadas, la cobertura viva del suelo y estructura aérea de los componentes vegetales) de procesos de erosión hídrica o eólica en áreas con pendiente moderada. Adicionalmente producen frutos, leña, madera, forraje, abonos verdes y plantas aromáticas, además de diversificar el paisaje y brindar alimento y refugio a la fauna silvestre. Las tiras de vegetación en contorno se encuentran distribuidas en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo o intermitente. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es zonal, en fajas. La disposición vertical más frecuente es biestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento. Las tiras se conforman con gramíneas erguidas, otras plantas, arbustos y árboles. Estas tiras perpendiculares a la pendiente, se encuentran cada tres a 20 m. Las etapas y actividades para el manejo general de las tiras de vegetación en contorno son: selección del lugar, establecimiento, manejo y aprovechamiento. El establecimiento consiste en la selección y consecución del material vegetal, diseño, trazado, hoyado y siembra. El manejo consiste en el riego, podas, raleo, manejo de rebrotes, deshierbas, abonado, manejo fitosanitario, mantenimiento de las líneas de contorno y resiembras. El aprovechamiento consiste en la cosecha (frutas, forraje, etc.), raleo o entresaca (madera y leña), etc.

#### 4.4.6 Árboles en pastura

Son especies leñosas dispersas en pastos o leguminosas forrajeras rastreras; se presenta pastoreo directo o cortes periódicos. Los árboles y arbustos son trasplantados en arreglos diversos en pasturas o son ecosistemas manejados donde animales pastorean permanentemente, en rotaciones o por temporadas, sujetos a condiciones climáticas o disponibilidad de pasto y material de ramoneo. Su función principal es aumentar la productividad del sistema, es reducir el estrés calórico de plantas y animales, mediante sombrero parcial de leñosas al regular el microclima y proveer productos (forraje, frutas, madera,

leña), además de pasto y animales. Las especies leñosas prestan también otros servicios como fijación de nitrógeno atmosférico y fósforo, mejoramiento de las condiciones de vida del suelo, diversificación del paisaje, refugio y alimento a la avifauna. Los animales proveen carne, leche, lana, pieles, plumas, estiércol y orina para abono. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es principalmente mezclada y ocasionalmente zonal. La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada o multiestratificada. Los animales pastorean libremente, en manadas o gregarios por los campos. Es una tecnología agroforestal principalmente comercial. Para alcanzar la máxima producción de biomasa las gramíneas tropicales son exigentes en intensidad de radiación solar, disponibilidad de nutrientes y agua. El porcentaje de sombra que brinda cada especie leñosa y su densidad en la pastura deben corresponder con requerimientos de luz, agua y nutrientes de pastos y otras no leñosas.

#### 4.4.7 Árboles en cultivos transitorios

Son especies leñosas dispersas en cultivos agrícolas transitorios y semipermanentes. Su función principal es el mejoramiento de condiciones micro climáticas y del suelo que favorezcan el desarrollo de cultivos, mediante el sombrío parcial durante los meses de intensa sequía, conservación de la humedad y aporte de materia orgánica y nitrógeno atmosférico al suelo. Las especies leñosas adicionalmente generan abono verde, leña, madera, frutos, forraje de corte, estructuras melíferas, cumplen además con servicios de mejora del paisaje de las fincas, toma y acumulación de CO<sub>2</sub>, regulación biológica y tutoría de cultivos. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo, intermitente, concomitante o superpuesto. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal (en filas, tresbolillo o cuadrado). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente comercial. Cuando las especies leñosas sirven de soporte o poste a cultivos transitorios (por ejemplo tomate o pimentón), estos pueden enredarse directamente o hacerlo en líneas de fibras amarradas en espaldera. En ese caso las especies leñosas son sometidas a frecuentes podas para regular la sombra.

#### 4.4.8 Árboles en cultivos permanentes

Son especies leñosas de mediano y gran porte asociadas con cultivos agrícolas permanentes. Su función principal es mantener o mejorar la productividad del sistema mediante la protección de los cultivos del intenso calor y lluvias, disminuir la evapotranspiración y aumentar el ciclaje de nutrientes. Adicionalmente el sistema brinda otros productos y servicios

(Frutas, madera, leña, plantas aromáticas y medicinales, acumulación de CO<sub>2</sub>, liberación de oxígeno, conservación del suelo, diversificación del paisaje, alimento y refugio de fauna silvestre). Los árboles en cultivos permanentes se encuentran distribuidos en regiones tropicales húmedas y subhúmedas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal (tresbolillo o cuadrado). La disposición vertical es multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente comercial. Las exigencias productivas de los cultivos permanentes generalmente condicionan espacios para el desarrollo de cultivos transitorios y semipermanentes (plátano, guineo, arracacha, maíz, frijol, batata, etc.) y árboles y arbustos (nogal, cedro, cítricos, anonas, etc.) que constituyen la base alimentaria y productos para el mercado. El aprovechamiento de la luz, humedad y nutrientes del suelo constituyen los secretos del manejo eficiente de esta tecnología agroforestal.

#### 4.4.9 Banco de proteína

Es un área cultivada con especies leñosas forrajeras, generalmente asociada con pasturas o cultivos transitorios circundantes. Su función principal es la producción de forraje fresco, generalmente de leguminosas y otras especies de rápido crecimiento y alta producción de biomasa rica en proteína cruda total y proteína cruda comestible. Este forraje fresco presenta carácter suplementario en la alimentación de animales estabulados o semiestabulados, como animales de carga, vacas, cabras, ovejas, cerdos, conejos y cuyes. El banco de proteína se encuentra distribuido en regiones tropicales húmedas y subhúmedas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal (fila, cuadro, tresbolillo). La disposición vertical del componente vertical es biestratificada o multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente comercial. Las especies forrajeras son sometidas a periodos cortos y acarreo para animales. Esta tecnología agroforestal, de tipo intensivo y altas densidades de siembra, generalmente requiere mucha mano de obra y aplicación de abonos y otros insumos agrícolas. Debido a la gran riqueza tropical de leguminosas y otras familias forrajeras, los bancos de proteínas pueden constituirse en una abigarrada asociación de plantas para disminuir la simplificación del sistema y dependencia de insumos externos.

#### 4.4.10 Cultivos en fajas

Son bandas o fajas de especies leñosas asociadas con cultivos agrícolas en callejones de pocos metros de ancho y largo variable. A los cultivos en fajas se les conoce también como cultivo en callejones, faja de árboles en contorno,

hileras intercaladas, intercultivos con setos vivos; *hedger* o *winter cropping* y *alley cropping*. Se puede encontrar en áreas planas y de laderas (en franjas y terrazas). Generalmente se denominan cultivos en callejones, barreras vivas de árboles o terrazas de formación lenta si ocupan laderas, y se les llama hileras intercaladas si se encuentran en planicies. Cuando la faja está cultivada con leñosas forrajeras para corte periódico u ocasional se denomina banco forrajero o *alley farming*. Su función principal es aumentar o mantener la productividad del cultivo asociado mediante la incorporación orgánica de abono verde y hojarasca, toma de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) de las capas profundas del suelo, regulación microclimática, disminución de la evapotranspiración y mantenimiento del área libre de arvenses invasoras. De esta manera también contribuyen a la conservación, recuperación o estabilización del suelo, principalmente en áreas con pendientes. También pueden presentar otras múltiples funciones productivas (forraje de corte, frutos, leña, plantas melíferas) y servicios (diversificación del paisaje, conservación de biodiversidad cultivada, cobertura viva del suelo, conservación del suelo en áreas con pendiente, ruptura del ciclo de plantas o poblaciones de insectos perjudiciales al cultivo). Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal intermitente. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es zonal (en fajas). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento. Las fajas con frecuencia presentan solo algunos metros de ancho (cuatro a ocho metros); la distancia entre leñosas es variable (de 0,25 a 2,0 m), con uno o dos estratos verticales y varios o cientos de metros de largo. Es frecuente que las especies leñosas asociadas tengan menor o igual altura que los cultivos transitorios para evitar competencias por luz. Las especies leñosas seleccionadas deben resistir cortes periódicos (tres o cuatro al año) y poseer gran capacidad de rebrote. La biomasa brindada por las leñosas se encuentra entre 0,5 a 4 tn/(ha\* año).

#### 4.4.11 Huerto de plantación frutal

Es una asociación esparcida de especies leñosas frutales con no leñosas y en algunos casos con animales, orientada a la producción comercial de frutas. Se les conoce también como huerto comercial, huerto multiestrato o jardines frutales. Su función principal es la producción comercial intensiva de frutas. Adicionalmente diversifican el paisaje, realizan toma de nutrientes de capas profundas del suelo, brindan sombra parcial, conservan la humedad del suelo, conservan la biodiversidad frutal cultivada, producen leña y madera, potencian la agroindustria y empleo rural. Las especies leñosas presentes suelen ser pocas y con cierta uniformidad varietal y de diseño, asociadas generalmente a pasturas y animales o cultivos agrícolas transitorios. Estos huertos también

pueden estar constituidos por especies arbóreas frutales y otras leñosas de interés (madera o multipropósito). Se puede presentar el caso de pastoreo controlado de ganado vacuno u otros animales (oveja, carnero, animales de carga).

#### 4.4.12 Lote multipropósito

Es la asociación de leñosas multipropósito o leñosas maderables con leñosas de otros usos (forrajes y frutales). Se conocen también como lotes leñosos multipropósito, bosquetes energéticos (cuando el énfasis es la producción de leña y carbón vegetal), bosquetes maderables (cuando el énfasis es la producción de postes y maderas), rodales; *multipurpose Wood lot*. No se le debe confundir con los rodales puros de la silvicultura. La madera de los lotes multipropósito se destina principalmente al abasto familiar (leña, postes, tablas, vigas). La condición técnica para ser incluidos en agroforestería es que sean pequeñas áreas donde especies para leña, producción de carbón vegetal o postes se encuentren en asociación con pasturas, cultivos agrícolas u otra vegetación natural. Algunos autores no reconocen los lotes multipropósito como una tecnología agroforestal, cuando estas tienden a ser mono plantación con escasas relaciones biológicas entre componentes leñosos y no leñosos. Su función principal es proveer leña o madera de distintos usos. Adicionalmente pueden generar otros productos como forrajes y frutas y brindar servicios como acumulación de CO<sub>2</sub>, liberación de oxígeno, delimitación de áreas, protección de suelos inestables y barreras rompe-vientos. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal (cuadro, rectángulo, tresbolillo). La disposición vertical del componente vertical es multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento.

#### 4.4.13 Sistema Taungya

Consiste en el establecimiento de cultivos agrícolas durante el desarrollo de los primeros años de una plantación forestal. Su función principal es la producción de maderas ordinarias o finas (generalmente una o dos especies forestales) asociadas con cultivos transitorios para autoconsumo y/o comercialización durante las fases iniciales de desarrollo de los árboles. Otras funciones son la acumulación de CO<sub>2</sub>, liberación de oxígeno, cobertura permanente del suelo, generación de empleo rural. El sistema taungya se encuentra distribuido en regiones tropicales húmedas, subhúmedas y semiáridas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal superpuesto. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal

(en cuadro y tresbolillo). La disposición vegetal del componente vegetal es biestratificada (cuando están presentes los cultivos agrícolas). Es una tecnología agroforestal principalmente comercial. Cuando este sistema se utiliza en áreas deforestadas y sometidas a constante pisoteo, los árboles prestan protección al suelo y ciclaje de nutrientes de capas profundas durante el crecimiento, pero al momento del aprovechamiento forestal hay una enorme exportación de biomasa (cerca del 90%), lo que provoca entonces tener suelos desnudos y empobrecidos. Esto ocasiona que en siguiente ciclo productivo el cultivo transitorio encuentre el suelo muy disminuido en nutrientes y propenso a erosión. No debe confundirse el sistema taungya con alguna modalidad de reforestación, debido a la escasa diversidad forestal presente, una o dos especies, muchas veces introducidas. Un aspecto problemático en condiciones edafoclimáticas tropicales se presenta con el uso indiscriminado de cipreses, pinos y otras especies que liberan sustancias resinosas, las cuales endurecen, impermeabilizan y esterilizan el suelo. El aprovechamiento consiste en la cosecha de cultivos transitorios y raleo o entresaca de madera y postes.

#### 4.4.14 Entomoforestería

Es la cría de insectos asociada con especies leñosas y no leñosas (cultivos agrícolas, flores, vegetación natural). Se le conoce también como sistema entomoforestal. Su función principal es la cría de insectos alimenticios (hormigas, mojojoes, etc.) o la generación de productos de directa utilidad (capullos de gusanos de seda, mieles y otros productos derivados de abejas, etc.). Esta tecnología agroforestal, presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada o zonal (tresbolillo, rectángulo) y los insectos pueden encontrarse libres (apicultura) o confinados en cajas, etc. (sericultura). La disposición vertical del componente vegetal es multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento. La Entomoforestería cuenta con varias prácticas agroforestales. Las más conocidas son la cría de abejas y del gusano de seda, en asociación con especies leñosas y no leñosas. Otras menos reportadas en agroforestería son la recolección de mojojoes (inmaduros de coleópteros) en troncos, hormigas del género *Atta*, termitas *Termes spp.*, grillos y cigarras que constituyen parte sustancial de la dieta de algunas comunidades, fundamentalmente selváticas.

#### 4.4.15 Sistema de Chagras y Tapados

Es un proceso ordenado de socla (chafleo), tumba, secado y quema (en el sistema de chagras) o socla tumba y pudrición (en el tapado) de la vegetación natural, generalmente de bosques primarios o secundarios para sembrar

cultivos transitorios; posteriormente se presenta la recuperación de la vegetación natural mediante el abandono para restablecer las condiciones óptimas de cultivo. Al sistema de chagras se le conoce también como agricultura migratoria, agricultura de corte y quema o roza, tumba y quema, rocería (región amazónica). Algunos también denominan agricultura migratoria a una deformación de ella. La deformación consiste en la interrupción o eliminación de la fase de recuperación o barbecho para introducir pasto y ganadería; de esta manera valorizan la tierra. Esta deformación es producto de la marginalidad y concentración en la tenencia de la tierra, que condena a la población rural al empobrecimiento y al exterminio sistemático de la naturaleza. El sistema de chagras se emplea en regiones con uno o dos periodos secos al año, mientras que el tapado se practica en regiones con alta pluviosidad y sin periodo marcado de sequía. El sistema de chagras se encuentra distribuido en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas. Este sistema milenario presenta alta difusión en regiones tropicales selváticas, sábanas y praderas. El tapado se encuentra distribuido en regiones tropicales húmedas. El sistema de chagras consiste en la socola y tumba selectiva de la vegetación natural, en época seca del año, en un área de media a cinco hectáreas. Luego de dejar secar (de algunas semanas a tres meses) se quema, cuando el suelo está frío se procede a la siembra de cultivos, principalmente transitorios, semipermanentes y permanentes; posteriormente se abandona por un periodo variable para propiciar la recuperación de las condiciones agronómicas del suelo y ciclos naturales de insectos y otros organismos. El estado del ecosistema circundante al área del cultivo determina la capacidad de recuperación de la chagra. El tapado consiste en la selección de terrenos de selva primaria o rastrojos donde se riega al boleto semillas de maíz se corta o socola la vegetación herbácea o arbustiva, luego se hacen muescas en la base de los árboles y se procede a la tumba sistemática de los mismos, de tal manera que los más grandes, con la caída derriben a los menores, hasta quedar el lote con la vegetación a ras del suelo.

#### 4.4.16 Rastrojo, barbecho o barbecho mejorado

Es la fase de recuperación del ecosistema (vegetación primaria o secundaria) en el sistema de chagras y tapado. Al rastrojo tradicionalmente, en Latinoamérica, se le conoce también como acahual en México, Charral en Costa Rica, purma en Perú, copoeira en Brasil y manigua en Cuba (Budowski, 1993). La denominación de barbecho mejorado se da cuando la fase de descanso, incluye especies que mejoran las condiciones del suelo principalmente leguminosas o especies de valor de uso o para el mercado. Debido a esto el barbecho mejorado es recientemente descrito con mayor

precisión y despierta el interés de investigadores. Es claro que el sistema de chagras y tapado incluyen el ciclo completo, desde la tumba hasta el abandono o descanso de la parcela para su recuperación, mientras el rastrojo, barbecho o barbecho mejorado es una parte que en la actualidad se estudia específicamente debido a su importancia. El descanso hace parte sustancial y preparatoria de la fase del cultivo. Su función principal es la recuperación de la fertilidad del suelo mediante la acumulación de biomasa y su reincorporación al suelo, fijación simbiótica de nitrógeno y fósforo, reconstrucción del equilibrio biológico y disminución significativa de plantas arvenses invasoras.

Kass (1989) proponen la diferenciación de tres tipos de barbechos: Barbecho con vegetación natural secundaria, enriquecida con determinadas especies, barbechos naturales menos diversos con dominancia de una sola especie, barbechos plantados con especies de valor económico o de recuperación biológica más rápida que el barbecho tradicional, también cita la distinción realizada por Raintree y Warner (1986) como barbechos económicamente enriquecidos y barbechos biológicamente enriquecidos. En los primeros se obtienen productos de valor para la familia y en los segundos se acelera el proceso de recuperación biológica del suelo y equilibrios naturales.

#### 4.4.17 Acuaforestería

Es la cría de animales acuáticos en canales, estanques y lagos en asocio con especies leñosas, no leñosas y animales terrestres. La Acuaforestería también puede ser denominada silvipiscicultura, silviacuacultura, acuasilvicultura o sistema acuíforestal. Su función principal es la producción intensiva de alimentos diversos de origen animal y vegetal (peces, moluscos, patos, granos, frutas, pastos y hortalizas, forraje, etc.). Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada. Los animales acuáticos (peces, crustáceos y moluscos) y terrestres (patos, gansos, vacas, iguanas) deambulan libremente. La disposición vertical del componente vegetal es multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento. La Acuaforestería incluye el manejo de formaciones acuáticas naturales (lagos, lagunas, deltas de ríos, acequias) y artificiales (lagunas, estanques, canales). Tienen variada magnitud, materiales y están rodeadas de especies vegetales (leñosa y no leñosa) que amarran el suelo y proveen alimento a la vida del suelo y agua. Las aguas eutróficas circulantes, ricas en algas, son aprovechadas excepcionalmente como abono para cultivos agrícolas y árboles. La actividad de recoger el cieno de las aguas y ubicarlo en lo alto de los diques, además de mejorar las condiciones del suelo, profundiza el nivel freático y facilita el desarrollo de cultivos y otra



vegetación. Este sistema incluye además de fauna acuática, en algunos casos cría de aves de corral y cuadrúpedos. Las etapas y actividades para el manejo general de la Acuaforestería son: selección del lugar, establecimiento, manejo y aprovechamiento. El establecimiento consiste en la construcción y llenado de canales, estanques y lagos, establecimiento de pies de cría alevinos de peces y otros animales acuáticos y terrestres); selección del diseño y trazado, hoyado, siembra y establecimiento de especies vegetales. El manejo consiste en el control del nivel y calidad del agua; recolección de cieno; reparación de canales, estanques y lagos; manejo de enfermedades; predadores y parásitos; alimentación de peces y otros animales; evaluación de talla, peso y sexo; renovación de alevinos y otros animales; podas, raleo, manejo de rebrotes, abonado, manejo fitosanitario y resiembras. El Aprovechamiento consiste en la cosecha de forraje, frutos, sacrificios de animales, raleo o entresaca de madera, leña, etc.

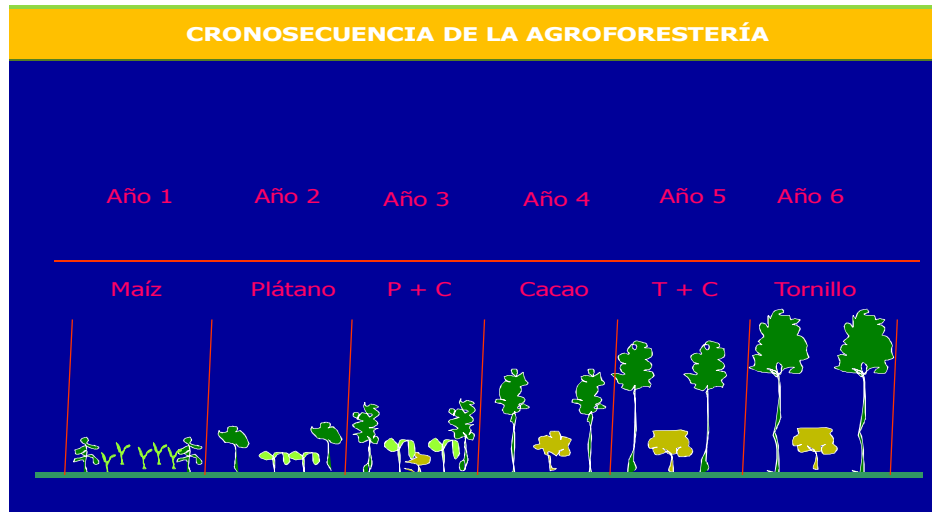
#### 4.4.18 Huerto familiar

Es la asociación intensiva de diversas leñosas frutales y multipropósito y no leñosas, generalmente cercana a la vivienda, además de la cría de animales domésticos y eventual cacería de otros silvestres. Se conoce también como huerto, huerto habitacional, huerto casero mixto, huerto mixto tropical, huerto de las frutas, huerto frutal mixto, huerto multiestrato, patio, patio casero, solar. Es significativo que varios de los nombres hacen alusión a la presencia del huerto en proximidad con la vivienda, de esta manera la vivienda implica el conjunto familiar, bien sea nuclear o extensa. Es decir, hay una clara conexión entre el huerto y la vivienda. Lo más frecuente es encontrarlos asociados a la vivienda, sea esta de habitación transitoria o permanente; existe una relación causa-consecuencia recíproca: la presencia del huerto facilita la habitación positiva para el establecimiento de variedades y manejo del huerto. Igualmente, esta relación es directa en lo concerniente al manejo del huerto y destino de sus productos. Su función principal es la producción diversificada de alimentos, generalmente destinado para autoconsumo (frutas, tubérculos, hortalizas, granos, aromáticas, medicinas y animales) y comercialización de excedentes productivos. Adicionalmente brinda numerosos servicios: conservación de la biodiversidad, acumulación de CO<sub>2</sub>, liberación de oxígeno, regulación microclimática, diversificación del paisaje, promoción de la fauna silvestre, etc. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo o de relevo. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada; los animales pueden ser silvestres y domésticos, encontrarse libres o confinados. La disposición vertical del componente vegetal es

multiestratificada. Es una tecnología agroforestal principalmente de autoabastecimiento.

#### 4.5 Cronosecuencia de la Agroforestería

La agroforestería realiza asociaciones sistemáticas de plantas herbáceas y leñosas con la finalidad de ser sostenible en el tiempo y mitigar el cambio climático del planeta tierra. Una de las opciones para la rehabilitación de ecosistemas degradados en la Amazonía peruana es el manejo agroforestal sostenible, en el gráfico N° 01 se puede observar una cronosecuencia sistemática año por año de la plantación del cacao en sistema agroforestal. (Ricse, 2010)



**Figura 1:** Cronosecuencia de un sistema agroforestal

## 5 Metodología

Se realizó la caracterización de las tecnologías agrícolas que se practican en el valle del río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) desde los 580 a 1,080 m s.n.m. y con precipitaciones anuales de 1.700 mm y una temperatura promedio de 22°C.

Los sistemas agroforestales evaluados fueron: *Pinustecunumanii* asociado con *Coffea arábica*; *Inga* asociado con *Coffea arábica* y *Coffea arábica* sin sombra, la variedad de café es caturra amarilla y roja

## 6 Resultados

Se ha reconocido las 18 tecnologías agroforestales que existen en diversos lugares del planeta tierra, dedicadas a una agricultura sostenible y se comparó a las practicadas en el valle del río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), estos son: Cerca viva, Árboles en linderos, Barrera rompevientos, Árboles en contorno o terrazas, Tiras de vegetación en contorno, Árboles en pasturas, Árboles en cultivos transitorios, Árboles en cultivos permanentes, Banco de proteína, Cultivos en fajas, Huerto de plantación frutal, Lote multipropósito, Sistema taungya, Entomoforestería, Sistema de chagras y tapado, Rastrojo barbecho o barbecho mejorado, Acuaforestería y Huerto familiar, de estas tecnologías sólo 04 se practican de manera no sistematizada, los cuales son: árboles en linderos, árboles en cultivos permanentes, sistema taungya y huerto de plantación frutal, todo el resto es tecnología convencional del cultivo de coca. El suelo del VRAEM es un ultisol típico, silicio Iso -hipertómico. La textura del suelo es franco arcilloso con porcentaje de arcilla no mayor de 30% en los primeros 15cm profundidad. El nitrógeno y la materia orgánica son bajos con alta acidez y con bajos niveles de cationes y fósforo y alta saturación de aluminio.

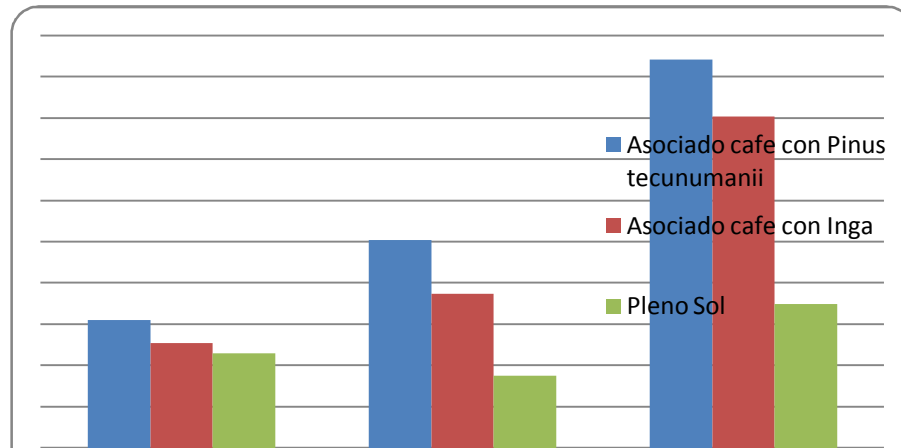
Existe un desconocimiento de las tecnologías agroforestales en el productor de VRAEM, en un 78% para desarrollar una agricultura sostenible, por ejemplo un 99% del total de la población productora de VRAEM no tiene tecnologías agroforestales de cercas vivas asociadas con setos vivos, árboles en linderos y setos muertos (palos con alambre de púas), sus parcelas se encuentran expuestas al ingreso de personas ajenas, animales y a la contaminación por material particulado de limo, arcilla y otros elementos químicos, especialmente de aquellas parcelas que se encuentran a orillas de las carreteras. También existen productores del VRAEM entre 20% a 30% que desconocen la cronosecuencia técnica de los cultivos. Hace cuatro años atrás, un número de 10 productores que se capacitaron por su propia cuenta en selva central (Villa Rica - Perú), vienen practicando tecnología limpia con los sistemas taungyas de asociación *Pinustecunumanii*- café; *Inga* - café; caoba - coca; pino chuncho- coca, como una forma de poder recuperar la degradación constante de los suelos, pero no se está trabajando a nivel de diversificación de especies, solo existe una especie herbácea o arbustiva y una especie maderable, pero lo curioso es que estas personas desde que instalaron los cultivos hasta la actualidad desarrollan tecnología limpia (sin quema de rastrojos ni uso de pesticidas), para la instalación del cultivo practicaron el rozo, tumba, tapado y pudrición de la puma, y el aspecto fitosanitario del café lo controlan con las labores culturales oportunas como son: manejo de sombra y podas, y la

sinergia que se desarrolla en la asociación micorrízica agroforestal, con respecto al abonamiento practican el compostaje de desechos del despulpado de café con estiércol de cuy más el lombri-compostaje. Hace 4 años aproximadamente se ha implementado cultivos de Sacha inchi en el margen izquierdo del río Apurímac (Samugari; Santa Rosa; San Francisco; Sivia y Llochegua) con tutor vivo de *Erythrina*, propiciada por el gobierno regional de Ayacucho, pero no se ha implementado sistemas agroforestales con árboles maderables muy a pesar que estos cultivos se introdujeron en tierras degradadas. Por otro lado en todo el VRAEM se pudo observar que no existe tecnologías de árboles en terrazas y cultivos en fajas, muy a pesar que estas tecnologías son importantes para la conservación de los suelos con pendientes pronunciadas como son los del VRAEM, más por el contrario si existen tecnologías de rozo (socola), tumba y quema de bosques para aperturar nuevas chacras en especial del cultivo de coca, durante los meses de Julio, Agosto y hasta mediados de setiembre de cada año, esta tecnología no está bien vista ambientalmente por lo que destruye la microflora y microfauna de los suelos encargados de dar la fertilidad natural al suelo y por otra parte porque modifica la estructura del suelo convirtiéndolo en suelos laminares que reduce la infiltración del agua provenientes de la lluvia.

Se evaluó la tecnología agroforestal limpia (sistema taungya) de producción de granos de café que se viene practicando con el cultivo del café asociado a *Pinustecunumanii* en comparación con la asociación de café con *Inga*, y cultivo de café bajo sol, cuyos resultados son como se puede mostrar en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Resultados de investigación de cultivos de café en sistema agroforestales, producción den kg/ha.

Año	Asociado café con <i>Pinustecunumanii</i>	Asociado café con <i>Inga</i>	Pleno Sol
2009	620	510	460
2010	1.010	750	350
2011	1.886	1.610	700



**Figura 2:** Resultados de investigación de cultivos de café en sistema agroforestales, producción den kg/ha.

Se propone aplicar las 18 tecnologías agroforestales en el VRAEM a fin de darle un uso sostenible a las parcelas que actualmente están en constante deterioro y degradación de suelos y por otro lado también como una manera de reforestación e incremento de servicios ambientales.

## 7 Análisis y discusión

El conocimiento de las tecnologías agroforestales estaría contribuyendo a la producción limpia de la agricultura y paralelamente a ello se estaría reforestando todas las zonas donde se practicó anteriormente la tala indiscriminada que hoy en día dejó más del 60% de tierras degradadas, tal como manifestó Martel en el año 2010, los sistemas agroforestales son alternativas válidas para el productor como herramienta indispensable para el mejoramiento de la producción, su economía familiar y su calidad de vida. Este sistema facilita una producción diversificada y más duradera (sustentable), estabilidad económica y social, permitiendo a las familias convertirse en agentes de cambio para lograr el arraigo en sus tierras.

En la evaluación del sistema agroforestal limpio del café variedad Caturra roja y amarilla asociada con *Pinustecunumanii*, tubo mejores rendimientos hasta el 2011 en producción por hectárea comparativamente al asociado con Inga y a pleno sol, tal como se puede apreciar en el la Tabla 1 y la Figura 1

Las asociaciones micorrízicas conformadas por algunos hongos del suelo y raíces de las plantas (*Pinustecunumanii*), están consideradas como la simbiosis

universal, ya que cerca del 85 % de las especies vegetales con interés agronómico la poseen de forma natural. Esta simbiosis le confiere a la planta, múltiples ventajas entre ellas, mayor capacidad de absorción radical, aumenta la toma de nutrientes, fundamentalmente el ion fosfato, mayor protección contra enfermedades y nemátodos y el aumento de resistencia a la sequía, (Marschener et Dell, 1994). Sieverding (1991) considera el cafeto como un cultivo micótrofo obligatorio que posee alta dependencia micorrízica, necesitando de esta para su establecimiento.

## 8 Conclusión

El desconocimiento de los productores sobre tecnologías agroforestales limpias en el valle del río Apurímac, Ene y Mantaro y por otro lado la terquedad de algunos productores de proseguir con sus tecnologías extractivistas del cultivo de coca que constantemente empobrece los suelos del VRAEM, en estos tiempos está trayendo pobreza y en algunos casos abandono de la agricultura para poder migrar a la ciudad con otras actividades. Pero también por otro lado se ha podido observar que existen un mínimo de productores que practican tecnologías limpias en sistemas agroforestales y se ha podido evaluar su producción otorgándonos una luz de esperanza de mejoramiento de la producción y por ende el incremento de sus ingresos económicos.

## Bibliografía

- [1] Martel EG, Marroquín LH, Rojas RP, Dávila V, Parra A, Gabancho PE. Guía para Promotores Agroforestales en el Valle del Palcazú. La Merced Perú. Proyecto Especial PichisPalcazú. 2010.
- [2] Ospina A. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano- ACASOC. 2006.
- [3] Mollison B y Slay RM. Introducción a la permacultura. Tyatgun, Australia, Tagari 1994. 112p.
- [4] Budowski G. Agroforestería, una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana. Vol. 2, N°03. 1993. 14 – 18 pp.

- 
- [5] Kass DL. Resultado de seis años de investigación de cultivos en callejones (alleycropping) en “La Montaña”, Turrialba. Costa Rica. El Chasqui N° 1989. 5 – 24pp.
- [6] Segundo Foro Forestal Regional del VRAEM. INFOREGIÓN, Agencia de Prensa Ambiental [en línea].2008. [Fecha de acceso 05 de Abril del 2012]. URL disponible en: <http://www.director@inforegion.pe>.
- [7] Ricse Tembladera. Opciones tecnológicas para rehabilitación de ecosistemas degradados en la amazonía peruana. [diapositiva]. IXCONAFOR. Universidad Nacional del Centro de Huancayo-Perú. 01 al 03 diciembre del 2010.